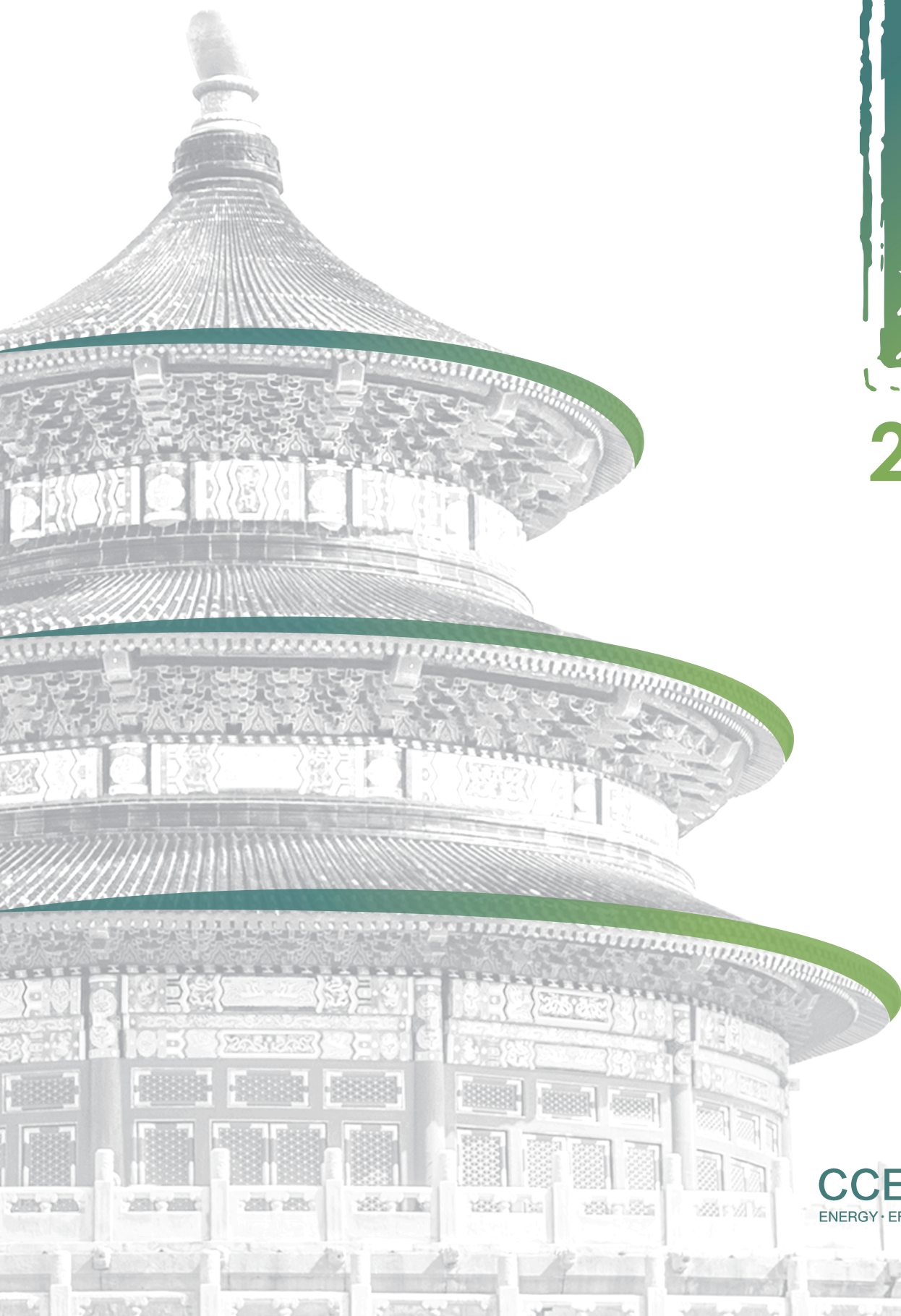




# 中国能效

2018

**CCEEE**   
ENERGY · EFFICIENCY · ECONOMY



2018

“

《中国能效2018》是一本系统、全面展示中国能效良好进展的评估报告，从整体情况、主要部门、投融资和市场等各方面总结了中国能效进展，并据此提出了独到的见解，对于了解第三方机构对中国能效的看法非常有价值。

—— 杜祥琬，中国工程院院士、原副院长

《中国能效2018》用凝练、简洁的方式，分析、评价了中国能效的进展，是一部反映中国能效进展的优秀报告。

—— 戴彦德，国家发展和改革委员会能源研究所研究员、原所长

”

《中国能效2018》报告中的观点仅代表CCEEE和作者观点。不代表作者所在机构和支持机构的观点。  
不得对本报告的整体或部分进行复制，引用需注明出处。未经许可，不得出于商业目的进行销售。

# 序言

能效从上世纪70年代开始作为“隐藏的能源”进入了人们的视野，如今“能效是第一能源”已逐渐成为全球共识，各国政府和国际社会为此作出不懈努力。除了减少能源消费和温室气体排放这些人们耳熟能详的效益以外，能效提升还具有包括改善空气质量、增强能源安全、减少能源支出、促进经济繁荣等环境、社会、经济多方面的综合效益。但另一方面，能效“润物细无声”地渗透在工业、建筑、交通各部门和日常用能行为的方方面面，通过“少用”来发挥效力——基于能效提升而产生的节能量和其他效益大都体现在那些已被“避免发生”的能源消费中。能效这一特性决定了它的重要作用相对而言不那么容易被察觉，因此无论在全球还是中国，虽然能效正在受到越来越多的关注，但重视程度至今还是不能与其重要性相匹配。

中国是一个正在快速发展的新兴经济体国家，也是全球能源消费和温室气体排放的巨头，必然面临如何平衡好经济社会发展和应对能源及气候变化问题的挑战。能效提升正好可以提供解决方案——消耗更少的能源制造更多的产出，节能低碳与经济发展并不冲突；能效提升也是中国发展的必然选择——追求高质量、高效率增长是中国过去、现在以及未来相当长一段时间内努力的目标和方向。1998年《中华人民共和国节约能源法》开始实施，至今已有二十年，期间中国的能效提升工作取得了长足的进步，并为全球能效提升作出了显著的贡献。

为了全面总结并更有效地向国内和国际社会展示中国近年来的能效提升工作成效、进一步传播能效提升的重要性以及“能效是第一能源”的理念，并通过总结中国经验为其他国家应对能源和气候变化挑战提供更多的参考，CCEEE联合能效经济领域专家学者共同编写了《中国能效2018》。

《中国能效2018》主要对中国2017年及以前的能效工作进行梳理、分析、评述和总结：开篇描述了目前全球应对能源和气候变化挑战的局势，以及中国的责任和担当；正文分为中国能效概述、主要部门能效、能效投融资和能效市场、主要结论和建议四大版块。其中“中国能效概述”版块在对中国政府的节能管理机制和体系进行全面介绍的基础上，总结了能效提升工作的整体成效和特点；“主要部门能效”及“能效投融资和能效市场”两个版块则通过对中国工业、建筑、交通部门能效水平以及能效投融资和节能服务市场的现状描述，总结和分析各领域的重点，并以此为依据对各领域未来

与能效相关的发展趋势做出合理推断和期望；“主要结论和建议”版块则对全文主要观点和结论进行了提炼总结，并据此为政策制定者提供了一些可参考的政策建议。此外，《中国能效2018》还在附录部分对2017年影响中国能效发展的大事记进行了梳理，以期使读者对2017年中国能效动向有直观且尽可能全面的了解。

《中国能效2018》是CCEEE《中国能效》系列报告的第一册，并同步编写报告英文版。未来，我们期望能够将这个系列报告持续编写下去，追踪中国能效工作在全球应对能源和气候变化挑战的努力中所发挥的重要作用，见证中国成为全球能效提升的参与者、贡献者和引领者！



能效经济委员会·中国（CCEEE）执行主任 桑晶

2018年12月18日于中国·北京

## 致 谢

《中国能效2018》报告由能效经济委员会·中国（China Council for an Energy Efficient Economy, CCEEE）发起并牵头组织业内专家编写而成。CCEEE执行主任桑晶负责本报告编写的总体协调和框架设计；全国能源基础与管理标准化技术委员会赵旭东在报告的编写过程中给予了重要的指导并提出了许多建设性的改进意见。

CCEEE感谢报告主要作者（按姓名首字母排列）：国际清洁交通委员会（International Council on Clean Transportation, ICCT）何卉、中国能源研究会能效与投资评估专业委员会焦健、北京建筑大学那威、能效经济委员会·中国（CCEEE）谭清、国瑞沃德（北京）低碳经济技术中心王健夫、中国节能协会节能服务产业委员会（EMCA）朱霖。

感谢美国劳伦斯伯克利国家实验室（Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL）沈波、ICCT何卉、CCEEE谭清对报告英文版编写给予的支持。

感谢以下各位专家学者参与报告中英文版的评审：国家发展和改革委员会能源研究所戴彦德、全国能源基础与管理标准化技术委员会白荣春、国家发展和改革委员会能源研究所白泉、中国建筑科学研究院张时聪、中国汽车技术研究中心有限公司王兆、EMCA赵明、国际能源署（International Energy Agency, IEA）黄艾琳、世界银行（World Bank, WB）原首席能源专家罗伯特·泰勒（Robert P. Taylor），以及LBNL蒲思琳（Lynn Price）和沈波。专家们对报告给予了高度评价，他们提出的许多建议和意见为报告的改进作出了重要贡献。

感谢CCEEE巨蓉、赵子婧和北京骏鼎时代文化传播有限公司在报告版面设计和制作过程中提供的帮助。

CCEEE是由能源基金会（中国）发起和培育的机构，感谢能源基金会（中国）对CCEEE和《中国能效2018》报告编写的支持。



# 目录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 前言：全球能效 中国担当           | 01 |
| 1 中国能效概述               | 08 |
| 1.1 节能管理体系建立健全         | 08 |
| 1.2 能效政策发挥重要指导作用       | 09 |
| 1.3 能源消费强度显著下降 总量增势放缓  | 10 |
| 1.4 技术进步为能效进一步提升开拓崭新局面 | 12 |
| 1.5 中国在国际能效合作中更加积极活跃   | 12 |
| 2 主要部门能效               | 14 |
| 2.1 工业能效               | 14 |
| 2.1.1 整体水平             | 14 |
| 2.1.2 重点趋势             | 15 |
| 工业节能仍是中国节能工作重中之重       | 15 |
| 企业能源管理体系作用逐步显现         | 17 |
| 绿色发展渐成主旋律              | 18 |
| 2.1.3 前景展望             | 18 |
| 结构调整是实现工业能效大幅提升的根本     | 18 |
| 协同发展是实现工业能效大幅提升的关键     | 19 |
| 激发企业内生动力是工业能效政策的发展方向   | 20 |
| 重大革命技术的应用是实现能效大幅提升的支撑  | 21 |
| 2.2 建筑能效               | 22 |
| 2.2.1 整体水平             | 22 |
| 2.2.2 重点趋势             | 23 |
| 城镇化进程仍将驱动建筑能耗攀升        | 23 |



|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 用能需求不同导致城乡能源结构和强度差异明显 .....       | 25        |
| 提高新建建筑标准、深入既有建筑改造是提升建筑能效的抓手 ..... | 26        |
| 可再生能源规模化应用 .....                  | 29        |
| 2.2.3 前景展望 .....                  | 30        |
| 居民改进居住舒适性的需求驱动建筑能耗持续增加 .....      | 30        |
| 绿色建筑及其区域化加速建筑转型 .....             | 32        |
| 完善公共建筑能效市场化机制是促进能效提升的新动力 .....    | 33        |
| 2.3 交通能效 .....                    | 34        |
| 2.3.1 整体水平 .....                  | 34        |
| 2.3.2 重点趋势 .....                  | 35        |
| 汽车能效政策在调整中持续发力 .....              | 35        |
| 乘用车能效标准已步入世界领先梯队 .....            | 36        |
| 重型商用车能效与发达国家间的差距正在逐渐缩小 .....      | 37        |
| 全球崛起最快的电动汽车市场 .....               | 38        |
| 从概念到试点：绿色货运正在兴起 .....             | 39        |
| 2.3.3 前景展望 .....                  | 40        |
| 传统燃油车节能有望发挥巨大潜力 .....             | 40        |
| 新能源汽车市场有望实现由大到强 .....             | 41        |
| 能效、环境、温室气体控制有望实现协同发展 .....        | 42        |
| <b>3 能效投融资和能效市场 .....</b>         | <b>44</b> |
| 3.1 能效投融资 .....                   | 44        |
| 3.1.1 整体水平 .....                  | 44        |
| 3.1.2 重点趋势 .....                  | 45        |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 建筑和交通领域能效投资占比有所提升 .....                | 45 |
| 能效政策的完善促进财政资金使用效率提高 .....              | 46 |
| 信贷融资仍然是能效领域投融资的主渠道 .....               | 48 |
| 绿色债券和资产证券化拓宽能效投融资渠道 .....              | 48 |
| 能效领域受到私募股权投资青睐 .....                   | 49 |
| 3.1.3 前景展望 .....                       | 50 |
| 能效投资需求不减 .....                         | 50 |
| 能效投融资发展多元化 .....                       | 51 |
| 能效投融资呈现全面跨界融合特征 .....                  | 51 |
| 3.2 能效市场 .....                         | 52 |
| 3.2.1 整体水平 .....                       | 52 |
| 3.2.2 重点趋势 .....                       | 53 |
| 综合能源服务或成主流模式 强力助推产业升级 .....            | 53 |
| 项目类别多元化 建筑节能服务市场快速发展 .....             | 54 |
| 商业模式平衡发展 能源服务托管日趋增加 .....              | 55 |
| 融资模式灵活创新 融资成本稳中有降 .....                | 56 |
| 3.2.3 前景展望 .....                       | 57 |
| 生态环境污染治理及能源消费控制政策趋紧 为产业持续发展开辟新空间 ..... | 57 |
| 节能服务产业转型升级 向大中型综合化节能服务公司集中 .....       | 58 |
| 4 主要结论和建议 .....                        | 60 |
| 参考文献 .....                             | 63 |
| 附录 中国能效2017大事记 .....                   | A1 |

## 图目录

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 图 1 国际社会对能效的认知演变 .....                          | 01 |
| 图 2 中国GDP和能源消费变化 (1978-2017) .....              | 05 |
| 图 3 中国政府节能工作监督管理体系 .....                        | 09 |
| 图 4 中国政府节能减排综合性政策 (1997-2016) .....             | 10 |
| 图 5 全国、工业及高耗能行业能源消费量变化 (2005-2016) .....        | 14 |
| 图 6 中国单位产品能耗下降情况 (2010-2016) .....              | 15 |
| 图 7 代表性产品的单位产品能耗国际比较 .....                      | 16 |
| 图 8 重塑能源情景下能源消费相关的碳排放量趋势 (2015-2050) .....      | 17 |
| 图 9 重塑能源情景下部分再生资源的循环利用潜力 (理想循环利用率vs.历史数据) ..... | 20 |
| 图 10 中国GDP和建筑面积趋势 (2001-2015) .....             | 22 |
| 图 11 中国建筑能源消费总量构成 (2015) .....                  | 22 |
| 图 12 中国建筑能耗趋势 (2001-2015) .....                 | 23 |
| 图 13 中国与世界其他国家建筑能耗水平比较 (2015) .....             | 24 |
| 图 14 中国建筑能耗年增幅趋势 (2001-2015) .....              | 24 |
| 图 15 中国城镇和农村居住建筑能源强度变化 (2010-2015) .....        | 25 |
| 图 16 农村居住建筑能源消费结构 (2013) .....                  | 25 |
| 图 17 城镇居住建筑能源消费结构 (2015) .....                  | 26 |
| 图 18 中国城镇新建建筑节能标准执行率 (2005-2010) .....          | 27 |
| 图 19 中国北方城镇集中供热总能耗和单位面积能耗 (2001-2015) .....     | 28 |
| 图 20 城镇供暖能耗与供暖面积趋势 (2001-2015) .....            | 28 |
| 图 21 中国太阳能光热集热面积及能源替代量 (2006-2016) .....        | 30 |
| 图 22 中国人均住房面积与人均GDP (2001-2015) .....           | 31 |
| 图 23 中国城镇集中供暖能耗和城镇人均住房面积 (2001-2015) .....      | 31 |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 图 24 中国城镇、农村居民每百户空调拥有量趋势 ( 2001-2017 )      | 32 |
| 图 25 中国绿色建筑获评价标识状况 ( 2008-2015 )            | 32 |
| 图 26 中国交通领域温室气体排放 ( 2017 )                  | 34 |
| 图 27 中国道路机动车及新能源汽车年销售量 ( 2008-2017 )        | 34 |
| 图 28 乘用车和重型商用车能效标准时间表                       | 35 |
| 图 29 不同国家新出厂乘用车历史能效情况及现行和未来标准 ( 2000-2025 ) | 36 |
| 图 30 各国牵引卡车能效标准的相对严格程度 ( 2000-2035 )        | 38 |
| 图 31 中国各省2017年电动轿车销售量和累计市场份额                | 39 |
| 图 32 中国能效领域全社会投资规模 ( 2006-2016 )            | 45 |
| 图 33 各领域能效投资占比变化 ( 2011-2016 )              | 46 |
| 图 34 各领域现行能效财政政策 ( 2007-2016期间发布 )          | 47 |
| 图 35 能效领域财政资金投入及占比 ( 2006-2016 )            | 47 |
| 图 36 银行业金融机构能效信贷规模 ( 2007-2016 )            | 48 |
| 图 37 能效领域绿色债券发行规模 ( 2016 )                  | 49 |
| 图 38 能效领域资产证券化产品发行规模 ( 2016 )               | 49 |
| 图 39 能效领域私募股权投资案例数及募资规模 ( 2011-2016 )       | 50 |
| 图 40 全社会能效投资需求预测 ( 2016-2020 )              | 50 |
| 图 41 能效投融资全面跨界融合示意                          | 52 |
| 图 42 节能服务产业与合同能源管理项目变化趋势 ( 2011-2017 )      | 53 |
| 图 43 节能服务公司主要资金来源及占比 ( 2017 )               | 57 |

## 前言：全球能效 中国担当

### “能效是第一能源”已成全球共识

人类通过能源消费获取自身发展，同时也引发了全球性的能源危机和气候变化，世界各国目前都在积极寻求解决方案。提高能效<sup>1</sup>是可以同时解决能源和气候变化问题的重要手段：从源头上说，在保证经济发展和居民生活水平提高的情况下使用更少的能源，缓解了全球能源供给的压力；从末端上看，达到同样效果排出的温室气体更少，有效缓解全球气候变化带来的影响。全球对能效的认识可以划分为三大阶段（图1）：1973年全球首次能源危机以前，人们并没有意识到能效的重要性；能源危机后，人们开始为能源安全和后续发展等问题寻求出路，1976年Lovins, A.首次公开提出“使用更少的能源制造更多产出”并迅速引起广泛讨论[2]，在这一时期能效开始作为“隐藏的能源”得到普遍关注并逐渐影响各国能源政策制定；2010年之后，有学者发现能效政策预计能够在2030年使经济合作与发展组织（OECD）国家在工业、建筑、交通部门以及照明和设备领域的终端能源消费减少20%[3]，国际能源署（下文简称IEA）也有研究表明，IEA最早的11个成员国在1974至2010年间用于能效提升的投资带来的节能量超过了任何一种单一能源的供能，同时期IEA正式提出“能效不仅是‘隐藏的能源’，更是‘第一能源’”[4]，至此，能效作为全球公认的“第一能源”，因其巨大的“储量”和优越的成本效益<sup>2</sup>逐渐成为各国能源政策制定和气候行动的重点。



图1 国际社会对能效的认知演变

1. 能效，即能源效率，指产出（服务、产品、性能等）与能源投入之比[1]；能效有时也通过单位产出量的能耗（即能源强度）来描述：能源强度越低，能源效率越高。

2. 与供应侧资源相比，将能效作为一种资源最根本的效益是以更少的成本减少能源需求，同时还能为电力系统、电力用户和全社会带来效益[5]。

国际社会已普遍达成共识，要在本世纪末将全球平均升温控制在工业化前水平2摄氏度（℃）以内（下文简称“2℃温控目标”），否则极有可能带来灾难性的后果，并为实现1.5℃温控目标努力[6][7]。但从全球减排<sup>3</sup>进度看来，实现2℃温控目标的机会正在快速流失，各国急需找到行之有效的减排手段，加快减排进程。提高能效是最具成本效益的减排手段之一，也是实现全球温室气体减排的最大贡献者：IEA预测表明，实现2℃温控目标，能效在中期内（至2030年）的贡献率高达48%[8]。能效在工业、建筑、交通等领域都有巨大的减排潜力，同时还能带来经济收益、促进经济发展。综上所述，无论从“节能”的源头，还是“减排”的终端上来说，强化能效政策的制定和实施、提高能效，利用好能效这个“第一能源”都是应对全球能源和气候变化挑战的关键路径。

## 全球能源和气候变化治理模式发生转变和创新

2016年11月4日，《巴黎协定》正式生效，明确了全球2℃温控目标，并为1.5℃温控目标努力；采取“自下而上”的国家自主贡献（NDC）模式促进全球减排，并要求包括中国在内的180余个缔约方“只进不退”：自2023年起每五年重新评估和更新一次国家自主贡献，促使各国尽各自最大力量减排[7]。大多数《巴黎协定》缔约方在自己的国家自主贡献中明确把“能效”作为达成其国家减排目标的重要手段。IEA指出，综合各国目前的国家自主贡献目标，还不足以达成全球2℃温控目标[8]，各国在严格按照国家自主贡献执行气候行动和能效政策的基础上，还需要进一步提升减排目标，加强气候行动的国际合作，才能更好地应对气候变化这一人类共同的挑战。

一直以来，全球气候变化治理模式主要以学习欧美国家为代表的发达国家先进经验为主。美国是全球第二大能源消费国和温室气体排放国，2015年一次能源消费量和温室气体排放量分别占当年全球总量的18%和15%[9][10]；同时因其雄厚的经济实力和先进的技术水平，美国一度是全球应对气候变化的重要推动者和向发展中国家提供相关资金和技术的重要来源国。但就在2017年8月4日，美国政府向联合国递交书面文件，要求退出《巴黎协定》。按其目前的能源消费和排放水平估算，在其他国家遵守国家自主贡献的前提下，美国退出《巴黎协定》将使2100年全球平均气温额外增加0.3℃[11]。加之长期积累的国际影响力，美国退出《巴黎协定》对全球应对气候变化的影响不言而喻。

然而根据联合国的程序，任何要求退出《巴黎协定》的国家必须在2019年11月4日之后才能正式宣布相关退

3. 如无特殊说明，文中“减排”均表示减少以二氧化碳为代表的温室气体排放。

出意向，退出程序的实施周期为一年。这意味着美国最早也要在2020年11月3日（美国东部时间）才能完成退出程序。美国新一届总统将在2021年1月上任，他/她的态度则让美国未来在《巴黎协定》中扮演的角色成为悬念[12]。包括中国在内的国际社会衷心希望美国作为经济、能源、排放和政治大国，能够尽快重返国际气候谈判，形成应对气候变化的全球合力。

作为全球能效提升的另一支强大力量，欧洲在过去为各国作出了表率。欧盟在《能效指令2012》（2012 Energy Efficiency Directive）中，将2020年的节能目标设定为在参考情景<sup>4</sup>基准上降低20%；2016年，欧盟委员会曾考虑在其《能效指令》中纳入2030年节能30%的新目标<sup>5</sup>及配套措施。美国退出巴黎协定并没有影响欧盟的决心和行动。2018年6月14日，欧洲议会和欧盟理事会达成政治协议，设定了2030年节能32.5%的约束性能效目标，并在附加条款中明确将在2023年前对该目标进行向上修正，该项协议将被翻译成欧盟各国的语言并经由议会和理事会正式批准后发表在欧盟的官方公报中。为达成其严格且不断更新的节能减排目标，欧盟在综合规划、能源市场（如减少能源销售）、各部门节能政策和公众教育等方面都采取了强有力的行动，并着重在建筑等节能潜力大的部门狠下苦功，成效显著，是全球节能减排的先驱和典范[1]。

能源和气候变化问题是一个涉及多元主体和复杂利益的综合问题，不同国家基于发展路径、阶段和其他的国情差异，在能源和气候变化问题中面临不同的处境、有不同的诉求。仅仅依靠几个积极的发达国家应对全球气候变化是远远不够的，无论是发达国家还是发展中国家，都应该更加勇于承担、精诚合作、砥砺前行。其中，发展中国家起着不可替代的作用：一方面，发达国家既有的模式可能无法完全解决发展中国家平衡经济发展和应对气候变化的需求；另一方面，发展中国家在学习借鉴发达国家经验时进行了创新和发展。

面对越来越严峻的气候变化挑战和风云变幻的全球局势，中国长期以来致力于探索和寻求适应中国国情的能源和气候变化治理之路，积极承担应对气候变化的国际责任。IEA《能效2017》（Energy Efficiency 2017）报告中指出，中国在2016年能效政策进展突出，能效政策在覆盖率和强度上的综合表现全球第一，能效投资增幅全球第一[14]。2018年4月中国政府机构改革组建生态环境部，并将原先隶属国家发展和改革委员会（下文简称“国

4. 根据欧盟《能效指令2012》，2007年的预测显示，2020年欧盟一次能源消费总量预计将达到18.42亿吨油当量（下文写作toe）（即参考情景）。2020年节能20%的目标即2020年实际的一次能源消费量需要为14.74亿吨油当量或以下[13]。其中，参考情景指按照“一切如常”（business as usual）条件进行预测的情景，即在当前情景的基础上不采取任何额外的能效措施、任其自然发展的情景。

5. 如无特殊说明，文中所有的欧盟节能目标均指与当年参考情景相比较的节能量。



家发改委”）的应对气候变化司转隶其中[15]，有意通过内部职能优化更高效地完成温室气体排放达峰和环境质量达标的“双达”目标；同时组建国家国际发展合作署，加强在包括能源和气候变化问题在内各个领域对国际先进经验的学习和国际合作，从宏观层面和国家机构建设方面为中国应对气候变化挑战营造了更为有利的环境。中国在引入发达国家的最佳实践过程中，进行了本土化创新并建立了适应中国情况的新模式：例如1998年通过和世界银行实施“中国节能促进项目”引入合同能源管理（EPC），经过二十年的发展，中国拥有目前世界最大的合同能源管理市场，并且区别于大多数以建筑项目为主的国家，这个市场呈现出以工业项目为主的中国特色[16]。中国的独特经验能够对现有的发达国家经验进行补充，为其他国家的能源和气候变化治理提供更多可借鉴的经验，从而带来积极影响：作为一个积极减排的排放大国，中国的节能减排举措不仅能够通过降低自身排放量为全球减排作出重要贡献，还能够辐射带动周边国家和“一带一路”沿线国家，在全球气候行动中扩大减排效应。

## 中国对全球能效提升的参与、贡献和积极引领

上世纪90年代中后期，中国国民经济开始全面腾飞式发展（图2a），但由此带来的能源和生态环境问题也日益严重，能源消费、环境污染和温室气体排放大幅增加（图2b）。为了应对发展所带来的能源、气候变化、环境和生态问题，中国出台了若干相应的政策和举措，并采取了积极的行动促进政策实施。

1997年11月全国人民代表大会（下文简称“全国人大”）通过了《中华人民共和国节约能源法》（下文简称《节能法》），《节能法》于1998年正式实施。该法从1989年开始制定<sup>6</sup>，是中国第一部节能基本法。《节能法》旨在推进全社会节能，提高能源利用效率和经济效益，保障经济和社会发展，满足人民生活需要，其出台实施标志着中国从法律和制度上确立了节能的重要地位，开始进入全民节能时代[17]。随着《节能法》的实施，中国政府一系列涉及工业、建筑、交通、产品、审计、公众意识等各个领域的节能政策法规陆续出台，对推动能效的全面提升起到了积极作用。1998至2002年间，中国能源消费强度平均年降幅为2.5%（图2b）。

6. 《节能法》的制定从1982年开始酝酿；1984年国家经委、计委提出了《节能法》大纲的设想方案；1989年，国家计委继续调查论证，并且在1990年提出了《节能法》的编写大纲，在大纲的基础上草拟了《节能法》的论稿。在以后三年时间里反复修改了多稿，形成了《节能法》草稿送审稿，后于1993年7月14日由国家计委、国家经贸委报送国务院。

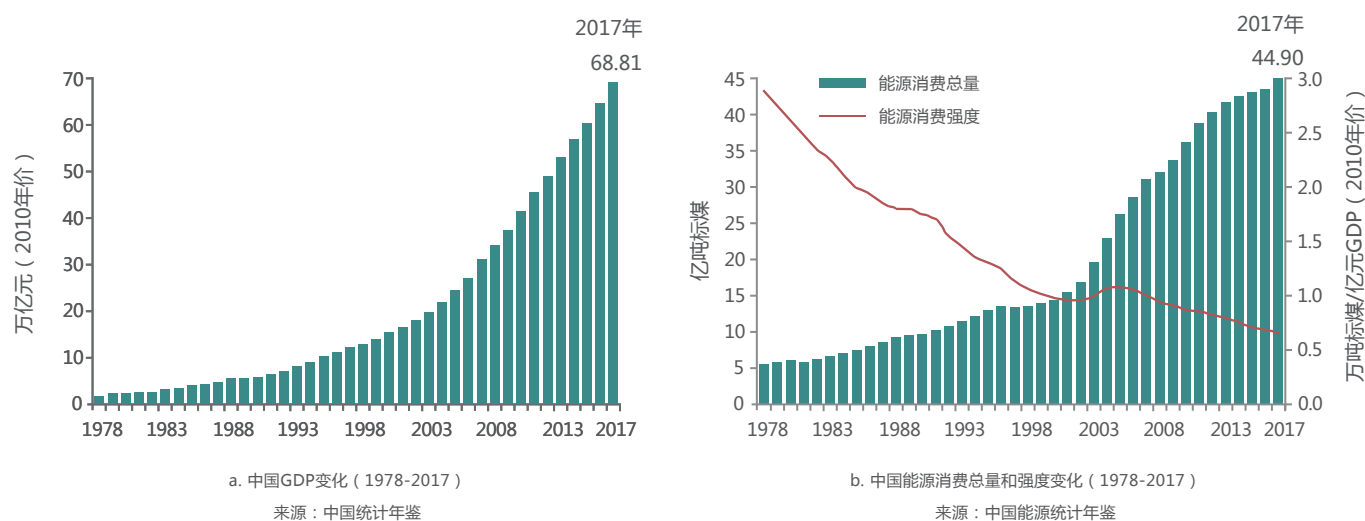


图2 中国GDP和能源消费变化 (1978-2017)

与此同时，由于中国经济尤其是高耗能产业的快速发展，2002至2005年期间中国能源消费总量和强度整体上升，其中2003年和2004年能源消费总量增速甚至远大于当年的GDP增速；2006年和2009年中国分别成为全球碳排放总量和能源消费总量最大的国家[18][19]。面对这些挑战，中国政府给予节能减排前所未有的重视。

2006年起，中国开始将能源消费强度下降作为约束性指标<sup>7</sup>并实施严格的年度考核。2007年，全国人大修订了《节能法》，接下来的几年，中国政府陆续出台了一系列综合性能效政策，包括《“十二五”节能减排综合工作方案》<sup>8</sup>《节能减排“十二五”规划》《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》等。2016年，全国人大再次修订《节能法》，中国政府发布了《“十三五”节能减排综合工作方案》，并于同年开始实行能源消费总量与能源消费强度“双控”行动。这些政策和举措说明中国政府已经将节能减排作为最高优先级的工作之一提上政府议程，予以高度重视。在上述政策法规的基础上，中国政府还在重点用能企业<sup>9</sup>大力推进能源审计和能效对标，

7. 约束性指标是在预期性基础上进一步明确并强化了政府责任的指标，是中央政府在公共服务和涉及公众利益领域对地方政府和中央政府有关部门提出的工作要求。政府要通过合理配置公共资源和有效运用行政力量，确保实现。（来源：中国政府网）

8. 五年规划（原称“五年计划”）是中国国民经济和社会发展的长期规划，每次规划五年。新中国成立后经过了一段时间的国民经济恢复期，1953-1957年实施第一个五年规划（简称“一五”，依次类推，1963-1965年为国民经济调整期，没有实施五年规划。其后五年规划实施至今，目前中国正处于“十三五”期间（2016-2020年）。

9. 重点用能企业指满足以下两者中任意一项的企业：1. 年综合能源消费总量10,000 tce以上的企业；2. 国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府管理节能工作的部门指定的年综合能源消费总量5,000 tce以上不满10,000 tce的企业。（来源：《节能法》）

积极开展“千家企业节能行动”<sup>10</sup>和“万家企业节能低碳行动”<sup>11</sup>。2006至2017年中国的能源消费强度年均降幅为4.3%（图 2b）。

过去的二十年来，中国能效工作积累的成效卓著：2016年由于能效提升所带来的“能源生产力红利”高达1.1万亿美元，居世界第一，占全球“能源生产力红利”半数[14]。值得强调的是，中国的人均GDP及人均能耗水平与世界发达国家还存在较大差距，即使在这样的情况下，中国还是提出了能源消费总量和强度的控制目标，充分体现了大国担当。

顺应自然、尊重自然、保护自然的生态文明理念是积极应对气候变化和能源挑战的指导思想，也是解决包括气候变化和能源问题在内一系列人类发展过程中的问题的根本方法。2012年中国共产党第十八次全国代表大会做出“大力推进生态文明建设”的战略决策，决策完整描绘了此后相当长时期内中国的生态文明建设蓝图。2015年国务院发布《关于加快推进生态文明建设的意见》，同年10月，“增强生态文明建设”首次被写入国家五年规划。2017年，习近平在中国共产党第十九次全国代表大会报告中多处提到“应对气候变化”，并指出过去五年中国“引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者”。2018年3月通过的《中华人民共和国宪法修正案》中强调把“领导和管理经济工作和城乡建设、生态文明建设”作为国务院职责<sup>12</sup>。中国对生态文明建设的重视程度提高，为能效提升工作提供了富足的土壤和有利的氛围，中国为了践行“参与者、贡献者、引领者”的纲领一直活跃在生态文明建设和能效提升的国际舞台上。

- 2016年9月，20国集团（下文简称G20）成员国在杭州G20峰会上共同批准通过了《G20能效引领计划》（G20 Energy Efficiency Leading Programme; EELP），这是G20框架下第一份由中国主导制定、体现中国为承担和引领全球能效提升而努力的文件。该文件指出，节能和提高能效是合理使用能源资源的最佳途径之一，加强提高能效方面的合作可促进经济发展和生产效率提升[20]。
- 2017年5月，中国政府发布《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》，进一步推动“一带一路”绿色发展，努力将中国在生态文明建设、能源和气候变化治理上的经验和最佳实践传播到“一带一路”

10. 千家企业是指在钢铁、有色、煤炭等九个重点耗能行业中，2004年企业综合能源消费量达到18万tce以上的规模以上独立核算企业，共1008家。由国家发展改革委会同国家统计局提出，并经各省、自治区、直辖市发展改革委或经贸委（经委）核对后确定。（来源：国家发改委）

11. 万家企业是指年综合能源消费量1万吨tce以上以及有关部门指定的年综合能源消费量5000吨tce以上的重点用能单位。初步统计，2010年全国共有17,000家左右。万家企业能源消费量占全国能源消费总量的60%以上，是节能工作的重点对象。（来源：国家能源局）

12. 根据政府系列文件收集整理。

沿线国家，辐射带动更多国家参与到全球应对气候变化的工作中来[21]。

- 2017年6月，第八届清洁能源部长级会议（下文简称CEM 8）在中国北京召开，这次会议体现了国际社会对清洁能源技术开发和利用的高度关注以及全球对建设清洁高效能源体系的积极向往，中国政府也透过此次会议东道主的角色向世界传达出中国支持和愿意投身于可持续发展的强烈意愿。
- 2017年11月，波恩气候变化大会（即COP 23）“中国角”举办“中国能效提升对全球应对气候变化的贡献”边会，这是联合国气候变化大会“中国角”首次举办能效主题边会，中国政府在会上与来自世界各地的能效工作者充分沟通，积极参与并投身到全球能效对话和合作中。
- 2018年5月，在丹麦举行的第九届清洁能源部长级会议（CEM 9）上，中国代表团阐述了习近平提出的包括“绿色发展”在内的新发展理念<sup>13</sup>的深刻内涵，介绍了以新发展理念引领高质量发展的中国行动方案，引起各国高度关注和积极响应。中国还介绍了在清洁能源技术研发创新和应用领域的具体行动，提出在CEM机制下设立区域能源互联倡议，得到众多与会国的赞赏；中国联合牵头的电动汽车倡议参与国不断增加；多国主动提出与中国进行双边、多边会谈，探讨合作机会……以上种种均显示中国在CEM机制中的影响力日益上升[22]。

在国内，中国在各方面积极开展公民节能意识教育。中国已经举办了27届节能宣传周，并在2013年的节能宣传周首设全国低碳日[23]。节能宣传周和全国低碳日通过开展一系列的节能低碳行动，鼓励公民从身边和细节着眼，推动全民节能低碳。作为新兴经济体以及全球最大的能源消费和温室气体排放国，中国在能源和气候变化问题上的立场和行动不仅关系到自身的长远发展，也对国际社会有着深远影响。中国的表现也向世界证明，中国正努力承担起应尽的国际责任，从能源消费和排放大国逐步成长为能效大国——尽管还有问题有待解决，但中国的努力正在向世界证明：中国能效，未来可期。

13. 2015年10月29日，习近平在党的十八届五中全会第二次全体会议上的讲话鲜明提出了创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。

# 1 中国能效概述

中国的能效工作几乎与改革开放同时开始，迄今走过了四十年的历程。从上世纪90年代中后期开始，随着国民经济高速发展，能源环境问题日渐突出，中国的能效工作力度愈来愈大。本章以1998年《节能法》正式实施为起点，梳理中国能效二十年发展成效，并针对目前整体局面进行重点总结。

## 1.1 节能管理体系建立健全

按照《节能法》的规定，中国节能相关工作受政府、政府节能主管部门和政府有关部门（材料1）的监督管理，分工明确、各司其职（图3），共同领导中国能效稳步提升。

材料1 中国政府节能工作机构设置

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 政府           | 负责领导各级的节能工作，包括部署、协调、监督、监察、推动节能工作。政府在国家层面指中国国务院，在地方层面指县级以上地方政府（省、自治区、直辖市，设区的市、地区、盟，县、县级市、区）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 政府<br>节能主管部门 | <p>负责主管各级的节能监督管理工作。国家层面的节能主管部门是国家发改委，地方层面的节能主管部门有的是地方发改委，有的是地方经济和信息化委员会（下文简称“经信委”）或者工业和信息化委员会/厅/局（下文简称“工信委/厅/局”）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>节能监察机构</b>——县级以上地方政府负责节能执法监察的专门机构，一般归口当地节能主管部门；由于历史原因，也有一些归口当地经信部门。国家层面未设节能监察机构，此外省市两级的节能监察机构比较健全，县级则较为薄弱。</li> </ul>                                                                                                                   |
| 政府<br>有关部门   | <p>在各自的职责范围内负责各级的节能监督管理工作，并接受本级节能主管部门的指导。在国家层面，指国家发改委以外的、承担节能相关职责的部门，具体可以分为行业主管部门和专业部门（地方层面同理）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>行业主管部门</b>——对用能单位有行业管理职责的部门（如工信部、住房和城乡建设部/住建部、交通运输部/交通部、国家机关事务管理局/国管局等），这些部门负责管理行业内用能单位的节能工作。</li> <li>● <b>专业部门</b>——不对用能单位节能工作全面管理，只履行专项职责的部门，如财政部门（仅节能财政政策与管理）、审计部门（涉及节能项目、资金、工作审计的职责）、税务部门（节能税收政策等）、统计部门（能源统计等）和市场监督部门（节能标准、计量、节能产品市场监督等）。</li> </ul> |

来源：根据《节能法》整理

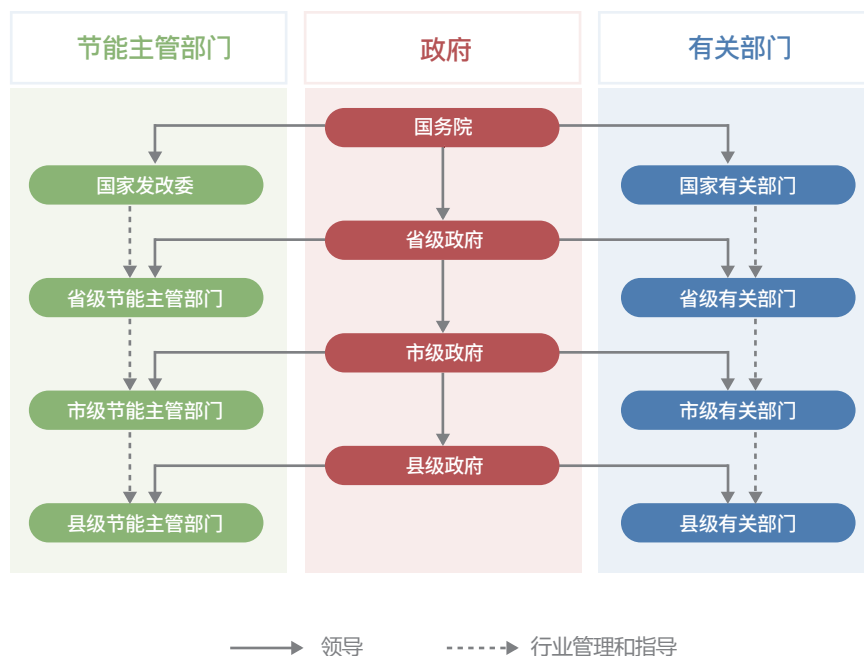


图3 中国政府节能工作监督管理体系  
来源：根据《节能法》整理

上级政府的部门与下级政府没有领导关系，例如国家发改委或者工信部等部门与省级政府没有领导关系，不能直接向省级政府部署工作。但经国务院授权和委托的例外，例如每年的节能目标责任考核，国务院授权和委托国家发改委组织考核工作，这种情况下省级政府需要向国家发改委考核组汇报工作。

## 1.2 能效政策发挥重要指导作用

在《节能法》和“节约资源”基本国策的指导下，中国政府在过去二十年出台了若干综合能效政策法规（图4），并基于完善的节能工作管理体系把它们逐一落实，成效显著。



图4 中国政府节能减排综合性政策（1997-2016）  
来源：根据政府相关文件收集整理

2006年以前，中国能效政策注重“节能”；2006年中国碳排放总量成为全球第一以来[18]，中国愈加重视“减排”和“节能”的协同效应，并将两者共同提上政策议程。2009年中国成为全球能源消费第一大国后[19]，政府对节能减排和应对气候变化的重视再上一个台阶，特别是从2010年起，能效和应对气候变化以及生态文明建设政策和规划的出台更加密集、宏观和长远。在这些政策和规划的指导下，政府还出台了针对具体部门、领域和市场的专项政策，推动全社会能效整体提升。

### 1.3 能源消费强度显著下降 总量增势放缓

随着《节能法》的实施和全国范围内一系列节能行动的开展，1998至2002年期间，中国能源消费强度持续下降，平均年降幅为2.5%，从1998年的1.05吨标准煤当量（下文写作tce）/万元GDP（2010年价格）下降至2002年的



0.95 tce/万元GDP（2010年价格）。2003年和2004年，中国经济大幅增长的同时，能源消费强度不降反增，能源消费总量增速（16.8%）甚至超过了GDP的增速（10.1%）；对此，政府迅速作出相应调整，并且出台实施了一系列节能减排、提质增效的能效政策，2005年后中国能源消费强度持续降低至今——从2005年的1.08 tce/万元GDP（2010年价格）降至2017年的0.65 tce/万元GDP（2010年价格），降幅高达39.8%，年均下降4.1%（图2）。

随着经济持续稳定增长，中国能源消费总量整体呈现增长趋势，但由于提升能效等一系列措施，能源消费强度下降，能源消费总量的增速近年来愈加平缓——“十一五”期间，能源消费总量平均增速为6.7%，而在“十二五”期间仅为3.6%（图2b）。

各部门从整体上看，建筑、交通部门服务水平与世界发达国家仍存在差距，因此这两个部门的能源消费持续上升并在可预见时间内仍将持续呈现刚性增长；工业部门能耗强度高、总量大，一直是中国节能工作的重点。经过产业结构调整、淘汰落后产能和新技术的引入等，工业能源消费强度持续下降。工业部门是中国能效提升和节能减排的最大贡献部门。

工业部门：中国经过多年高速发展，已步入向高质量发展转变的阶段。产业结构上，高耗能行业整体增速回落，工业新兴产业崛起；各行业内部淘汰落后产能，促进能效提升，能源利用效率大大提高。两者共同作用下，工业能源消费强度持续下降，降幅显著大于全球平均水平，工业能源消费总量也进入平台期。工业部门是并且仍将是提升能效、实现节能目标的最大贡献者（详情参见2.1工业能效）。

建筑部门：中国正处于快速城镇化进程中，预计到2030年左右才会进入成熟期<sup>14</sup> [24]。在此之前，中国建筑总面积、建筑能源消费总量都将持续增加；与此同时，中国建筑服务水平与发达国家还存在差距，因此单位建筑面积能耗总体上仍在增加。“既要满足建筑服务水平需求，又要避免过度能源消耗”是城镇化进程中的中国建筑面临的主要挑战（详情参见2.2建筑能效）。

交通部门：中国是全球最大的道路机动车市场，交通领域的燃油消耗量占全国总量60%以上<sup>15</sup>。2005年起，中

14. 根据Northam, R.的理论，全球的城镇化通常可以划分为三个阶段：城镇化率低于30%的初始期，城镇化率在30%-70%的中间期和城镇化率高于70%（且通常在90%以下）的成熟期。

15. 数据来源：国际清洁交通委员会（ICCT）。

国政府陆续出台和完善了一系列燃油能效标准，对新出厂的轻型车和重型商用车能效水平进行严格管理，收效明显；同时中国还是近年来全球崛起最快的新能源汽车市场。中国交通能效正在全面提升（详情参见2.3 交通能效）。

## 1.4 技术进步为能效进一步提升开拓崭新局面

提升能效对中国实现高质量的经济发展有着重要作用。但仅仅依靠对现有技术、工艺、生产过程和管理的改进去提升能效，效果有限。只有注重研发、充分利用先进的技术发掘新的能效提升机遇和空间，才能真正打开能源、气候和经济协同发展的新局面。

“十一五”十大重点节能工程和《节能减排“十二五”规划》中明确了一批重点节能改造工程的实施，使区域热电联产、余热利用、电机系统节能、能量系统优化、绿色照明等节能技术得到了充分的发展、成熟和广泛的应用[25][26]。节能服务公司作为能效市场中的主体也在大力推动这些技术在合同能源管理项目中的应用（详情参见3.2 能效市场），为中国能效提升作出了亮眼的贡献。未来中国会进一步发挥先进适用技术的优势，把它们做大做强，并且发掘不同技术集成后“1+1>2”的协同效应，为中国经济高质量、高能效发展创造更广阔的空间。

近年来政策的支持和投资的青睐使能效新兴技术欣欣向荣（详情见3.1 能效投融资），同时以物联网和人工智能为核心的新技术革命正在改变传统的生产和能源利用方式。加快新技术的开发和推广无疑是能效技术乃至整个能效领域未来的重要发展方向：近中期主要体现为智慧能源和能源互联网在各部门和领域的应用，通过能源信息化和智慧化管理，深度推进系统节能、精细节能和数字节能；远期主要体现为形成数字化、智能化和网络化的生产方式，大幅提高生产效率和产业价值，推动能源生产力成倍增长，从而直接或间接地提升能源利用效率和生产水平。

## 1.5 中国在国际能效合作中更加积极活跃

随着中国国际影响力的增强以及在全球气候变化中积极承担自己的责任，中国在全球应对能源和气候变化问

题中扮演着举足轻重的角色。国际社会赞成并且欢迎中国参与到国际交流与合作框架中，包括多边的联合国气候变化大会、清洁能源部长级会议、全球能效大会、全球气候行动峰会、金砖国家（BRICS）能源合作和双边的中美能效论坛、中德能效工作组、中日节能环保综合论坛等。世界各国在这些国际交流与合作中都非常关注中国的立场和观点。

中国在积极参与国际能效交流与合作的同时，也主动发出“中国声音”，联合各国的力量为全球能效提升和应对气候变化作出新的贡献。这包括在G20杭州峰会上由20国集团共同通过的G20框架下第一份由中国主导制定的文件《G20能效引领计划》（*G20 Energy Efficiency Leading Programme; EELP*），中国政府关于绿色“一带一路”的发展理念，以及CEM 9上中国关于电动汽车和在CEM机制下设立区域能源互联的倡议等。

国际交流与合作是全球提升能效、应对气候变化的“多赢”做法。中国积极参与能效领域的全球合作，一方面可以学习国际先进经验、取长补短，使自身全面发展，另一方面可以通过“中国经验”辐射周边国家和影响“一带一路”沿线国家齐心协力节能减排，使全球不同的国家有更多的案例可以借鉴。中国的积极和努力将使其成为全球能效的重要贡献者，并逐步成长为引领者。

## 2 主要部门能效

### 2.1 工业能效

#### 2.1.1 整体水平

中国工业正在从高速度增长向寻求高质量发展转变，占比较重的高耗能行业大幅回落，战略性新兴产业<sup>16</sup>增长强劲。2006至2017年，工业增加值增速从11.4%降到6.4%，工业增加值占GDP比重从42%降到34%<sup>17</sup>。2017年高耗能行业同比仅增长3.0%，战略性新兴产业同比增长11%<sup>18</sup>。与此同时，高耗能行业能源消费量整体增速持续下降，工业能源消费总量进入平台期。2010至2016年工业能源消费量年均增长率只有1.8%，占全国能源消费总量的比重从70%以上降到66.6%。六大高耗能行业能源消费量年均增长率由“十一五”的6.8%下降到“十二五”的1.2%（图5）。

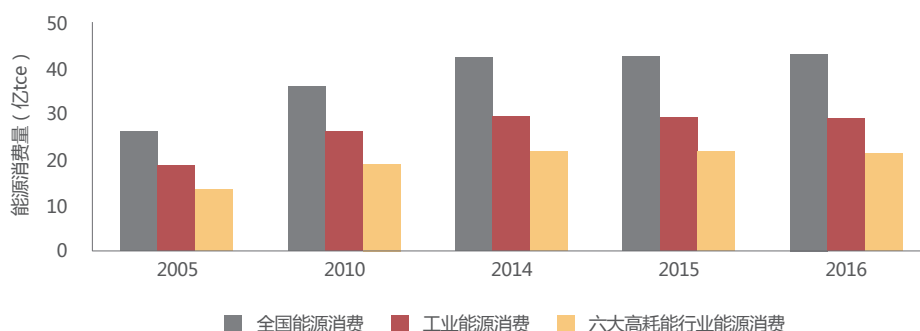


图5 全国、工业及高耗能行业能源消费量变化（2005-2016）

数据来源：中国能源统计年鉴

中国是全球工业能源消费强度<sup>19</sup>下降最快的国家。从2000年到2016年的16年里，全球工业部门单位增加值能耗下降不到20%，而中国工业部门在2006年到2016年的10年里就下降了43.0%，从2.35 tce/万元<sup>20</sup>下降到1.34 tce/万元 [14]。

16. 工业战略性新兴产业包括节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造产业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业七大产业中的工业相关行业。

17. 一直以来，中国工业以高耗能行业为主，虽然目前有寻求高质量发展的趋势，但整体来说，目前中国工业增加值增速下降和占GDP比重下降，很大程度上是高耗能行业增加值增速下降和占GDP比重下降所带来的结果。

18. 数据来源：历年国民经济与社会发展统计公报。

19. 即单位工业增加值能耗。

20. 如无特殊注明，文中的货币价值均指当年价。

节能技术在中国的应用促进了单位产品能耗大幅降低，2016年中国主要产品的单位产品能耗较之2010年均有所下降（图6）。“十一五”和“十二五”期间技术节能对中国工业节能的贡献率分别为50.6%和34.1%<sup>[27]</sup>。同时，淘汰落后产能也对中国工业节能发挥了重要作用。2006至2016年仅煤炭、钢铁、水泥、平板玻璃四个行业淘汰落后产能就实现了3.26亿tce的节能量，相当于2016年中国工业能源消费总量的11.2%。

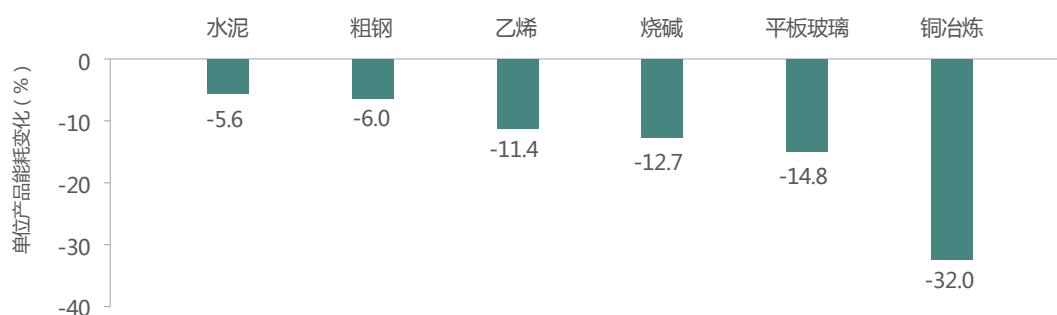


图6 中国单位产品能耗下降情况（2010-2016）  
数据来源：王庆一《2017能源数据》

工业部门一直是中国实现节能目标和能效提升的最大贡献者。2006至2010年中国能源消费强度下降19.4%，工业能源消费强度下降26%；2011至2015年能源消费强度下降18.4%，工业能源消费强度下降27%。多年来中国工业能源消费强度降幅始终高于全国能源消费强度降幅，2006至2015年10年间工业部门累计节能14.2亿tce<sup>21</sup>，为其他需要刚性增长的部门和领域提供空间。

## 2.1.2 重点趋势

### 工业节能仍是中国节能工作重中之重

从全球范围来看，虽然近年来中国的能源消费强度下降较为明显，但是工业部门特别是高耗能行业很多产品的单位产品能耗水平与国际先进水平相比，仍有10%-30%的差距（图7），如钢材、水泥、乙烯、平板玻璃、烧碱等。工业节能依然存在较大潜力，是中国节能工作的重中之重。

21. 数据来源：历年中国能源统计年鉴。

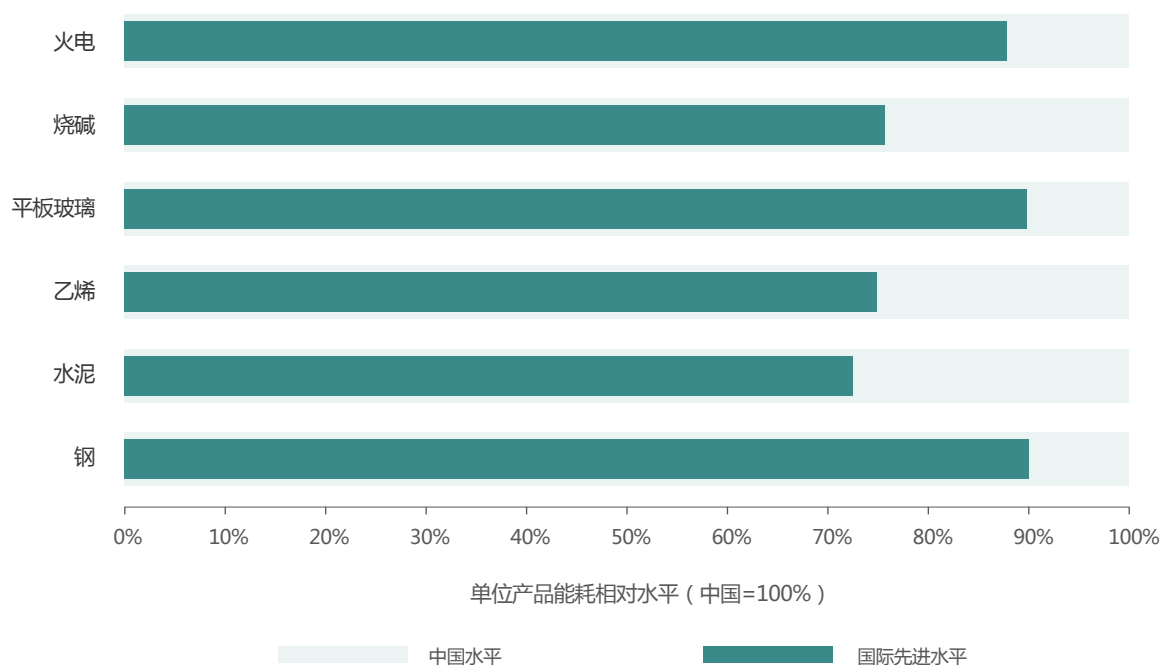


图7 代表性产品的单位产品能耗国际比较

数据来源：《2017能源数据》

从中国自身发展阶段来看，中国目前正处在城镇化加快发展阶段，建筑及交通领域发展规模持续刚性增长。《重塑能源：中国》描述了面向2050年能源消费和生产革命的路线图，是一种较为理想的发展情景。其中研究显示，参考情境下，2010至2050年中国建筑总面积预计将增加约300亿平方米（下文写作 $m^2$ ），客货运输能源需求还将增长近4倍，2050年全国一次能源消费总量预计将超过50亿tce，对抑制能耗总量提出了较大挑战。在重塑能源的理想情景下，中国与能源消费相关的碳排放总量<sup>22</sup>预计能够在2025年达峰，目前尚有刚性增长需求的建筑和交通部门预计将在2029年和2035年相继达峰，而工业部门未来则会持续下降，在建筑和交通部门达峰前为它们创造足够的上升空间（图8），中国工业部门必将在节能减排中承担重要角色[28]。

22. 根据元素守恒定律（碳元素守恒），能源相关的碳排放量能够反映能源消费量。

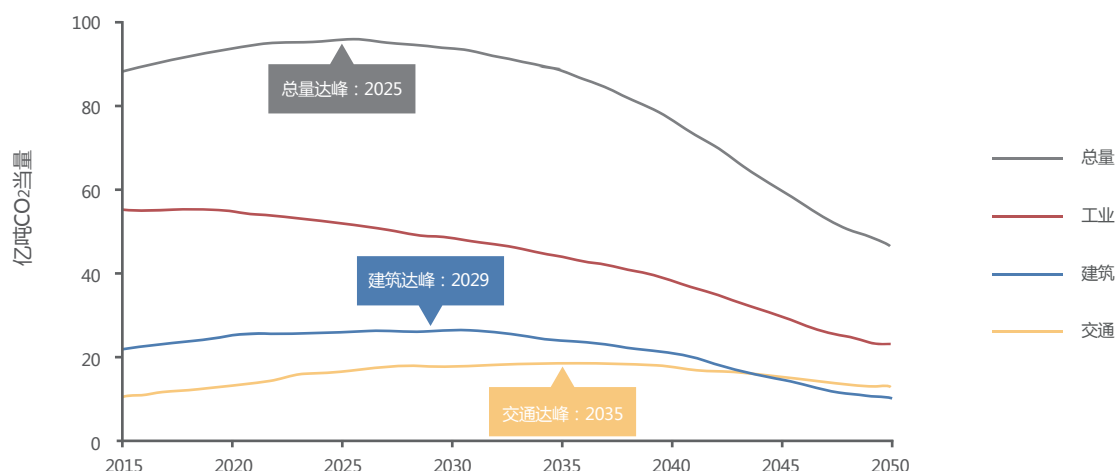


图8 重塑能源情景下能源消费相关的碳排放量趋势（2015-2050）

来源：国家发改委能源研究所、美国劳伦斯伯克利国家实验室、落基山研究所、能源基金会，2016.《重塑能源：中国——面向2050年能源消费和生产革命路线图研究 摘要报告》

### 企业能源管理体系作用逐步显现

能源管理体系本世纪初引入中国。2008年山东省发布《能源管理体系 要求》地方标准；2009年中国发布《能源管理体系 要求》国家标准，2012年修改时等同采用 ISO 50001:2011国际标准；“十二五”期间国家发改委等部门把建设能源管理体系作为“万家企业节能低碳行动”的重要内容。此后，中国政府在节能领域出台的规划、方案等文件，均将推进能源管理体系建设作为改善企业能效管理、降低能源消耗的重要举措。截至2018年6月已有近万家企业建立能源管理体系，其中2824家通过该体系的认证<sup>23</sup>。2017年6月中国首次公布了八个优秀能源管理案例，案例企业在建立能源管理体系后，能耗指标均有较大幅度下降[29]。

中国把能源管理体系的作用可总结为“四个机制”和“三个持续”，即帮助企业构建节能遵法贯标机制、能源利用全过程控制机制、节能技术进步机制和节能文化促进机制，实现节能工作持续改进、节能管理持续优化和能源绩效持续提高。中国的实践证明，能源管理体系理念先进，方法科学，效果明显，完全可以担当工业企业提升能效的总抓手。但考虑到中国巨大的工业企业数量和潜在的能效提升空间，能源管理体系在标准配套、咨询认证能力、政府激励措施、企业认识和响应程度等方面的工作力度还不足，作用尚未充分发挥，其推广工作任重道远。

23. 来源：根据政府公布数据整理计算。



### 绿色发展渐成主旋律

实施绿色发展、推动绿色增长是全球主要经济体的共同选择，也是提升国际竞争力的必然途径。中国工业总体上尚未摆脱高投入、高消耗、高排放的发展方式，资源能源消耗量大，生态环境问题比较突出，迫切需要加快推进工业绿色发展。中国工业绿色发展能够通过实施结构调整、提高能源利用效率、资源减量和循环化、燃料替代等举措推进工业绿色低碳转型和升级，进而建立绿色改造体系，实现节能降耗、降本增效，提升中国工业的国际竞争力，最终使工业与生态和谐发展。

绿色制造体系作为工业绿色发展的重要组成部分，通过实施传统制造业的能效提升技术改造，开展重大节能环保技术产业化示范，制定绿色产品<sup>24</sup>、绿色工厂<sup>25</sup>、绿色园区<sup>26</sup>和绿色供应链<sup>27</sup>标准体系，开展绿色评价等方式，可以有效促进中国制造业绿色、高效发展。中国计划到2020年，开发推广万种绿色产品，建成千家绿色示范工厂和百家绿色示范园区，部分重化工行业能源资源消费量出现拐点，重点行业主要污染物排放强度下降20%。到2025年，制造业绿色发展和主要产品的单位产品能耗达到世界先进水平，绿色制造体系基本建立[30]。

### 2.1.3 前景展望

#### 结构调整是实现工业能效大幅提升的根本

从产业结构来看，近年来，工业增加值占GDP的比重呈下降趋势，生产性服务业<sup>28</sup>正在加快发展。可以预见，在“十三五”及未来一段时间内，服务业对中国经济发展的支撑作用将越来越强，产业结构轻型化的趋势也将愈发明显。这一趋势既符合当前中国工业发展阶段的特点和内在需求，也是优化能源配置、提高能源效率的重要途径。

从工业内部结构看，与发达国家相比，中国传统高耗能行业在工业内部的比重依然偏高，一些新兴产业（如工业战略新兴产业、高技术制造业）仍处于起步阶段。未来工业增长点将由传统的高耗能产业向新兴产业转移，这将优化工业内部结构，促进工业部门的提质增效。

24. 绿色产品指全生命周期内节能、节水、低污染、低毒、可再生、可回收的产品。

25. 绿色工厂指实现用地集约化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化的工厂。

26. 绿色园区指能源、资源、基础设施、产业、生态环境、运行管理均达到绿色化指标的园区。

27. 绿色供应链指在整个供应链中综合考虑环境影响和资源效率的现代管理模式，其目的是使产品在从物料获取、加工、包装、仓储、运输、使用到报废处理的整个过程中，对环境的影响（负作用）达到最小，资源效率达到最高。

28. 生产性服务业一般指与工业直接相关的配套服务业，是从工业内部的服务部门独立发展起来的新兴产业，如金融保险业、软件和信息服务业、科研技术服务业等与商业生产密切相关的行业。

从工业产品结构来看，中国有200多种工业品的产量位居全球首位[31]，但多为能耗高、附加值低的中低端工业产品，高附加值工业品占比较少。未来中国工业企业如果能够努力改变市场定位、提升产品科技含量、降低资源能源消耗，中国的能源生产力水平将得到大幅提升。

### 协同发展是实现工业能效大幅提升的关键

目前中国工业存在区域发展水平不平衡、能源利用方式单一、资源再利用率低等问题。未来区域、产业、行业间的协同发展将是提升工业能源利用效率、优化产业结构的关键途径。

中国正在加快推进城镇化建设，这为工业区域协同发展提供了良好契机。在区域间建立循环型工业发展体系，强化生态链接、原料互供、资源共享，促进区域内企业、行业和园区间的链接共生和协同利用，形成分工合理、功能互补的区域一体化协同发展情景，将有利于大幅度提高包括能源在内的资源利用效率。这一趋势在长三角、珠三角以及京津冀地区已有所体现，并有望在更多的区域内得到实践。

区域能源系统的协同发展也是提升能效的重要工作内容。未来，应整合区域内石油、煤炭、天然气和电力等多种能源资源，建立不同范围的区域综合能源系统，实现不同能源的互补互济，在满足多元化用能需求的同时，促进能效提升和新能源消纳。

强化再生资源回收利用是工业部门内部协同发展的重要体现。在主要资源产品累计消费量和耐用消费品保有量快速增加的背景下，未来中国再生资源供应量将有较大增长潜力（图9）。加强资源循环利用能大幅度降低一次资源与能源的消耗，有效推动经济发展方式向集约型转变。

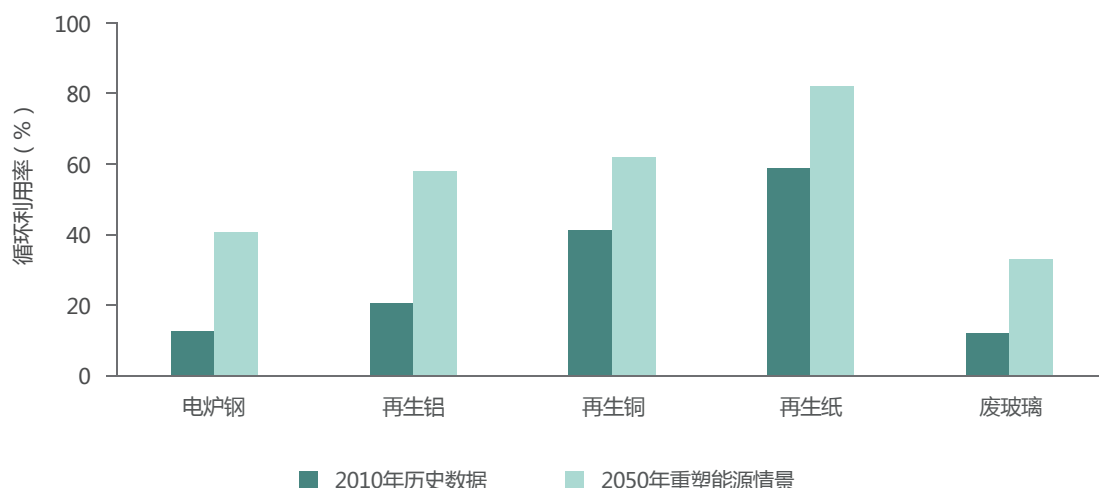


图9 重塑能源情景下部分再生资源的循环利用潜力（理想循环利用率vs.历史数据）  
数据来源：熊华文，符冠云《重塑能源：中国 工业卷》中国科学技术出版社 2017

### 激发企业内生动力是工业能效政策的发展方向

中国工业节能政策在利用市场机制调动企业节能积极性方面较为薄弱，节能政策工具不足以克服企业节能决策中的障碍，未来的节能政策应把进一步激发企业内生动力作为重要着力点。中国目前已经开展了一些尝试，如能效“领跑者”制度。

能效“领跑者”制度最早起源于日本。日本依据本国内较为领先的节能产品的能效水平，设定了相关产品能效“领跑者”的能效标准值，并通过在一定年限内不断提升能效标准，敦促企业为实现相应的能效目标而努力，推进企业节能技术大幅进步，继而引导整个行业健康发展、促进产品结构升级。

中国借鉴日本经验并将范围由产品拓宽到产品、企业和单位，于2014年12月起正式实施能效“领跑者”制度<sup>29</sup>，目前仍处于推进的初级阶段。未来需要通过进一步明确制度定位、完善激励与惩罚制度、扩大产品范围、改进财税补贴政策等调动企业创新节能技术、追赶行业先进能效标准的积极性，同时通过加大宣传力度、对消费者进行补贴等措施，加大“领跑者”的市场竞争力，使能效“领跑者”制度为提升中国能源效率发挥更大的作用。

29. 中国能效“领跑者”是指同类可比范围内能源利用效率最高的产品、企业或单位。实施能效“领跑者”制度对增强全社会节能减排动力、推动节能环保产业发展、节约能源资源、保护环境具有重要意义。

### 重大革命技术的应用是实现能效大幅提升的支撑

近年来随着信息技术特别是互联网技术的高速发展，信息技术与传统行业的跨界融合创新已成全球趋势，以智能制造为核心的新工业革命正在改变工业生产方式和能源利用效率。中国企业借助革命性技术提升能效，已取得显著成效。

如中国领先的某工程机械制造企业，借助信息化技术，导入智能制造模式，通过引入工业物联网与智能生产线，利用智能装备实现了生产过程自动化、智能化，提升了生产效率，运用机器学习、人工智能等大数据分析挖掘技术实现了生产工艺与流程优化，企业生产效率提高24%以上，生产周期缩短28%，减少生产误操作40%，不良品率下降14%，物流运作效率提高18%以上，送货速度提高12%；节省人力成本约20%，总体制造运营成本降低28%，生产节能7%[32]。

在未来的工业生产中，应利用革命性技术提升能效：近中期主要体现在智慧能源和能源互联网在工业领域的应用，通过能源信息化和智慧化管理，深度推进系统节能、精细节能和数字节能；远期主要体现在形成数字化、智能化和网络化的生产制造方式，大幅提高生产效率和产业价值，推动能源生产力成倍增长。同时，还应加强对物联网、人工智能、云技术、储能技术、3D打印等新一代革命性技术的运用，实现绿色智能制造，改变生产模式，提升设备、工艺过程、物流和人员管理等环节的效率，节约生产成本，从而直接或间接地提升能源利用效率和生产水平（材料2）。

材料2 革命性技术的应用对工业部门能效提升的积极作用示例

#### 物联网

在制造业能源管理控制领域，通过电能实时反馈系统，可降低设备电耗10%-15%。

#### 人工智能

通过在工厂数据中心使用DeepMind的机器学习能力，可使冷却系统的能源消耗量减少40%，系统整体能效提升15%。

#### 云技术

通过将云技术与智能空调相结合，1台空调平均每天可节电4.7度（下文写作kWh）。

#### 储能技术

到2020年，储能技术能够支撑中国电能替代新增用电量约4500万kWh。到2030年可再生能源比重将达到20%。

#### 3D打印

3D打印技术能够在机械制造、汽车、房屋、服装等领域通过材料替代和循环利用，节省大量耗能产品及燃料的用量。

来源：根据多个相关资料来源估算整理

## 2.2 建筑能效

### 2.2.1 整体水平

中国城镇化进程是影响中国建筑部门能效的关键因素。中国仍处于城镇化快速发展进程中，1978至2017年，中国城市人口比例年均增长1.0%，2020年中国常住人口城镇化率将达到60%[33]，预计到2030中国城镇化进入成熟期后将达到70%左右[24]。“既要满足建筑服务水平增长的需求，又要避免过度能源消耗”是目前中国建筑节能面临的主要挑战。

从建筑总量来看，2015年<sup>30</sup>中国建筑总面积达到613.4亿m<sup>2</sup>，其中公共建筑面积约113.0亿m<sup>2</sup>，占比18.4%；城镇居住建筑面积248.3亿m<sup>2</sup>，占比40.5%；农村居住建筑252.1亿m<sup>2</sup>，占比41.1%（图10）。

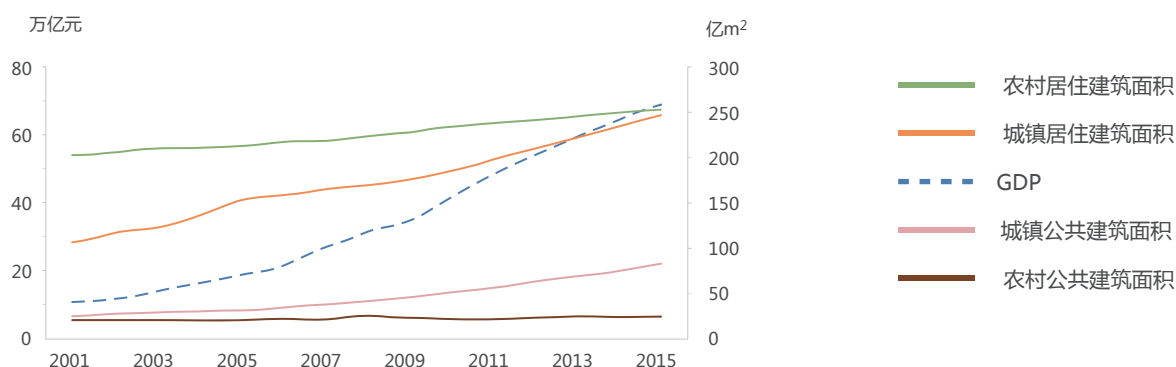


图10 中国GDP和建筑面积趋势（2001-2015）  
数据来源：根据中国统计年鉴处理得到

从建筑能源消费来看，2015年中国建筑能源消费总量为8.6亿tce，约占全国能源消费总量的19.9%（图11）。

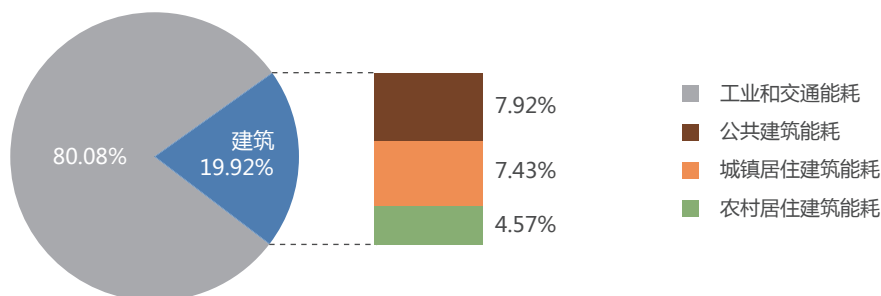


图11 中国建筑能源消费总量构成（2015）  
数据来源：根据中国能源统计年鉴处理得到

30. 截至2018年10月，中国国家层面对建筑部门大多数的官方最新统计数据只到2015年，下文不再另行说明。

2001至2015年，中国建筑总能耗中城镇居住建筑能耗占36%-39%，公共建筑能耗占37%-41%，农村居住建筑能耗则稳定在23%左右（22.6%-23.6%）（图12）。

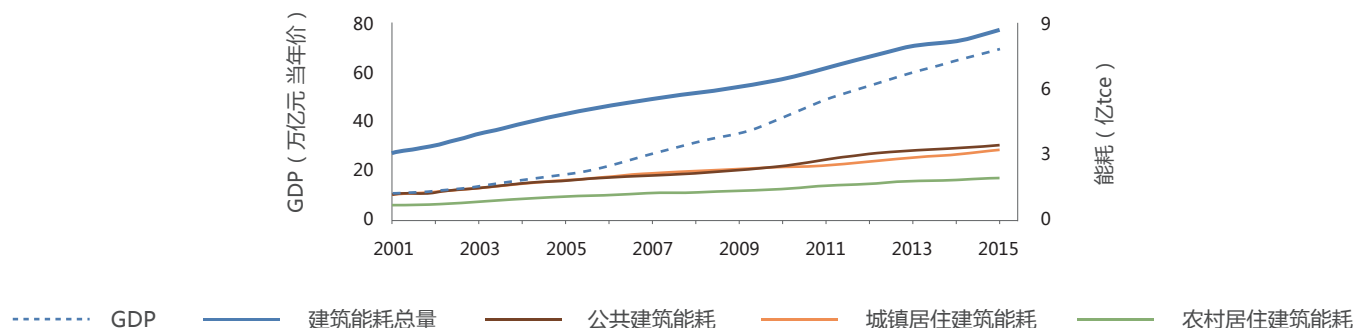


图12 中国建筑能耗趋势（2001-2015）  
数据来源：根据中国统计年鉴和能源统计年鉴处理得到

## 2.2.2 重点趋势

### 城镇化进程仍将驱动建筑能耗攀升

中国城镇化进程使建筑总量和建筑能源消费量持续快速增长。2001至2015年中国GDP增长518%，城镇居住建筑、公共建筑面积增幅分别为131%、133%；建筑能耗总量增幅177%，城镇居住建筑、农村居住建筑、公共建筑能耗增幅分别为169%、170%和191%（图10、图12）。

中国作为发展中国家，建筑服务条件与舒适水平与发达国家相比仍有较大的提升需求，人均建筑能耗远低于发达国家，建筑能源强度<sup>31</sup>仅为美国的1/3左右（图13）。随着居民对室内舒适度等建筑服务水平要求的提高、采暖线南移、建筑用能模式转型、农村用能“城市化”等，未来中国建筑能耗还将持续呈现刚性增长。

31. 即单位建筑面积能耗。

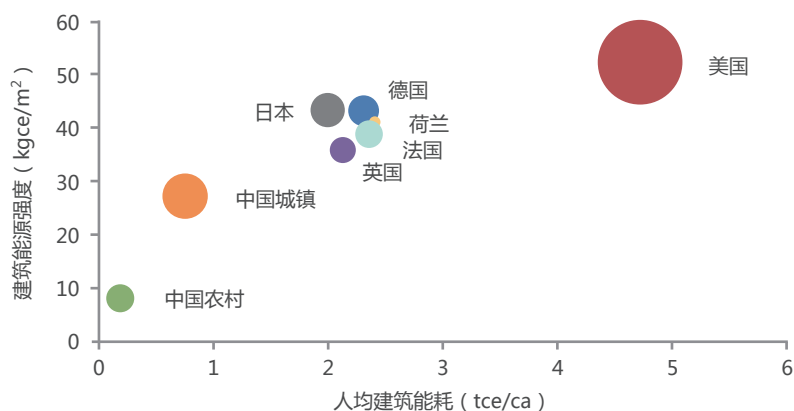


图13 中国与世界其他国家建筑能耗水平比较 (2015)

注：圆面积代表建筑能耗总量

数据来源：胡珊.中国城镇住宅建筑能耗及与发达国家的对比研究.清华大学学位论文.2013；日本：The Energy and Modeling center, the Institute of energy economics, Japan, Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan, 2011；美国：Energy Information Administration, Building Energy Databook 2010；欧洲：European Commission, Eurostat.

中国实施提升建筑能效的系列政策取得了明显效果[34]，2001至2015年中国建筑能源消费总量年均增速整体有所下降。值得注意的是，虽然最近五年（2010至2015年）年增幅均值较2001至2006年期间下降了5个百分点，但仍有6.1%的增幅（图14），可以预见中国建筑能耗总量近期内仍将保持较高增速。

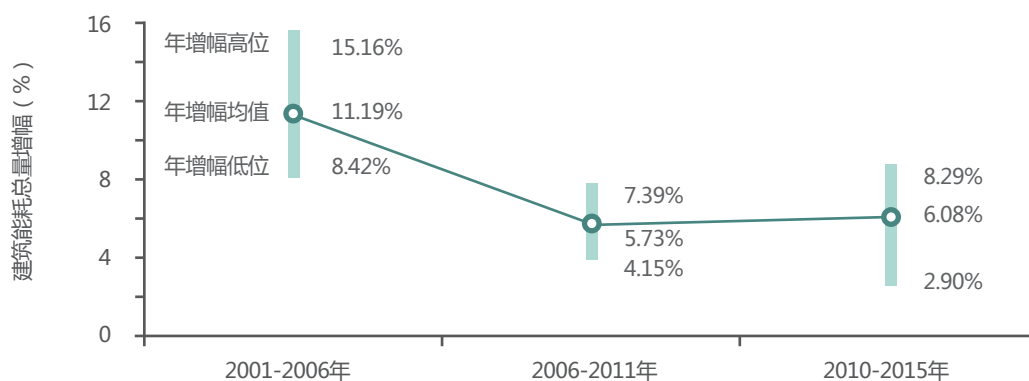


图14 中国建筑能耗年增幅趋势 (2001-2015)

来源：根据中国能源统计年鉴处理得到



### 用能需求不同导致城乡能源结构和强度差异明显

建筑能源强度方面，城镇居住建筑已趋于稳定，农村居住建筑则快速上升。2001至2015年，城镇居住建筑能源强度增幅为16.6%，农村居住建筑增幅为117.9%；其中2010至2015年城镇居住建筑能源强度年增幅均值为-0.3%，农村居住建筑则仍有4.6%(图 15)。

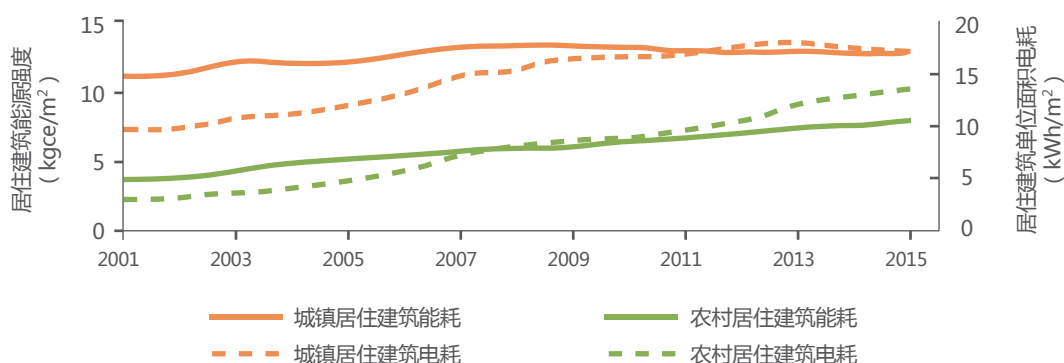


图 15 中国城镇和农村居住建筑能源强度变化 (2010-2015)

来源：根据中国统计年鉴处理得到

建筑能源消费结构方面，传统的中国农村主要使用生物质能进行炊事和取暖，因此农村居住建筑能源消费仍以生物质能（如秸秆、薪草、薪柴、畜粪）等非商品能源<sup>32</sup>为主：2013年农村地区非商品能源消费占农村地区用能总量的63%<sup>33</sup>；农村居住建筑用能构成为七项，其中生物质能、煤炭和电力占比最大，分别为61%、15%和11%（图 16）。但近期非商品能源在农村居住建筑能源消费中的占比呈下降趋势。



图 16 农村居住建筑能源消费结构 (2013)<sup>34</sup>

数据来源：《中国家庭能源消费研究报告》

32. 指农业废料和人畜粪便等就地利用、不是商品交易对象的能源。因其不是商品交易的对象，所以在能源平衡中很难计算。通常以秸秆、薪草、薪柴、畜粪等生物质能为主，此外还包括非商品的沼气等。近年来沼气在农村有逐渐转变为商品能源的趋势。

33. 数据来源：农业部调查结果。

34. 建筑用能统计建筑使用的一次能源，其中热力通常指市政集中供暖，下同。另：农村居住建筑用能结构最新统计只到2013年。

不同于农村居住建筑的用能结构，城镇居住建筑能源消费中热力占比最大，2015年热力占城镇居住建筑用能总量的58%，其次为电力，占比23%（图17）。

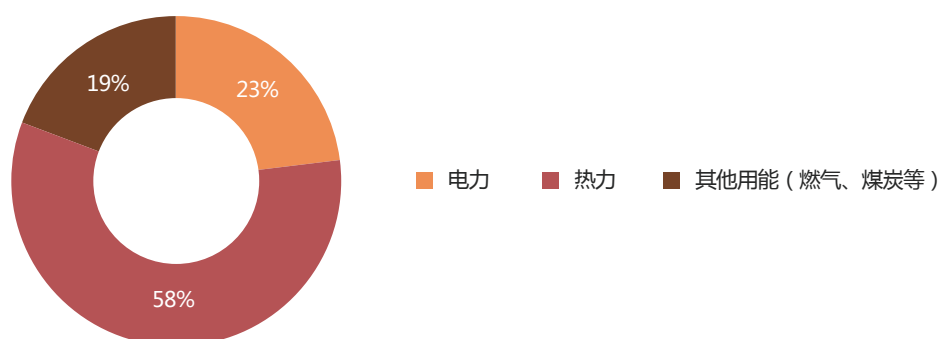


图17 城镇居住建筑能源消费结构（2015）<sup>35</sup>

数据来源：根据中国能源统计年鉴处理得到

总体来说，2001至2015年农村、城镇居住建筑用能中电力占比均显著增加，农村建筑单位面积电耗增长3.6倍，城镇增长0.8倍，农村增幅显著高于城镇（图15）。

### 提高新建建筑标准、深入既有建筑改造是提升建筑能效的抓手

新建建筑方面，中国采取完善节能设计标准和强化标准实施的监督检查两项举措促使新建建筑能效优化。

截至2017年，中国城镇新建建筑节能设计标准已全部修订完成并颁布实施，具体涵盖了严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖四个气候区的居住建筑节能设计标准和公共建筑节能设计标准等。北京、天津、河北、山东、新疆等地开始在城镇新建居住建筑中实施建筑节能75%的强制性标准<sup>36</sup>。

不仅在标准制定上，新建建筑节能设计标准的实施也经历了一个发展的过程。1996至2005年，中国北方供暖地区推行建筑节能，但仅要求新建建筑执行节能设计标准，且标准的执行情况较差。2005年以来，中国住建部和省级住建部门开展逐年的建筑节能专项监督检查，新建建筑节能设计标准执行率大幅提升，尤其是施工阶段节能设计标

35. 其他用能通常指区域/分布式能源，如小区烧煤/燃气供暖等。

36. 建筑节能75%强制性标准即“第四步”建筑节能。中国建筑节能以1996年颁布《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ26-1995为起点，规定以1980至1981年的建筑能耗为基础，按每步在上一阶段的基础上能效提高30%为一个阶段。因此通常所说的第一步建筑节能是在1980至1981年的建筑能耗基础上节约30%，简称建筑节能30%标准；第二步在第一步建筑节能的基础上再节约30%，即 $30\% + (1-30\%) \times 30\% = 51\%$ ，简称建筑节能50%标准；以此类推，第四步建筑节能简称建筑节能75%标准。在建筑节能75%标准的设计条件下，一个采暖季采暖能耗应在 $6.25\text{kgce/m}^2$ 以下。

准执行率仅用了五年时间，就从2005年的21%提高到2010年的95%以上（图18），2015年中国城镇新建建筑节能设计标准执行率更是达到100%<sup>37</sup>。2001至2015年累计增加节能建筑面积70亿m<sup>2</sup>，2015年节能建筑占城镇民用建筑面积比重超过40%<sup>38</sup>。在不断提高的标准和强有力的执行共同作用下，中国建筑能效稳步提升。

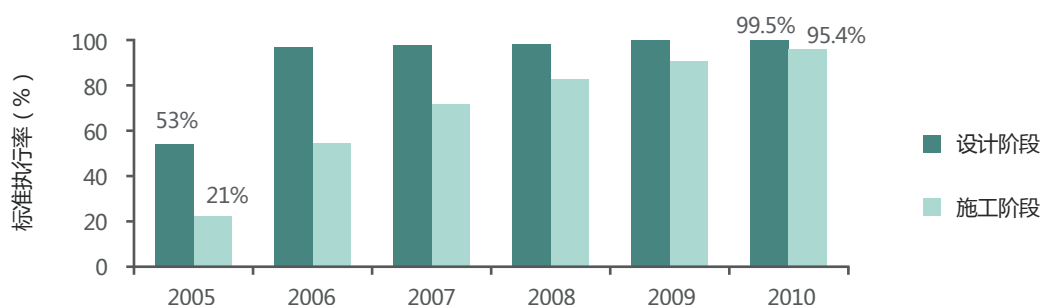


图 18 中国城镇新建建筑节能标准执行率 (2005-2010)  
来源：住建部年度工作总结

绿色建筑节能设计标准是在设计中体现可持续发展的理念，在满足建筑功能的基础上，使建筑在其全寿命期内，实现最大限度的资源节约（节能、节地、节水、节材），保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效使用空间的建筑设计标准<sup>39</sup>。中国省会以上城市保障性安居工程、政府投资公益性建筑以及大型公共建筑已开始全面执行绿色建筑标准，北京、天津、上海、重庆、江苏、浙江、山东、深圳等地也开始在城镇新建建筑中执行绿色建筑标准，推广绿色建筑面积超过10亿m<sup>2</sup>。截至2017年中国累计有7235个建筑项目获得绿色建筑评价标识，建筑面积超过8亿m<sup>2</sup>。<sup>40</sup>

既有建筑方面，中国大规模开展北方供暖区居住建筑节能改造和公共机构综合节能改造，推动既有建筑能效明显提升。

2007年中国开始针对北方供暖区使用集中供热的非节能建筑进行节能改造，截至2015年累计完成既有居住建筑供热计量及节能改造9.9亿m<sup>2</sup>，惠及超过1500万户居民，老旧住宅舒适度明显改善，年节能650万tce<sup>41</sup>。

37. 来自住建部抽查结果。

38. 来自住建部公布的统计数据。

39. 对比新建建筑节能设计标准，绿色建筑节能设计标准除包括建筑节能的设计要求外，对建筑节能、节地、节材等建筑性能的规定和要求更具体和全面。

40. 数据来源：住建部统计数据。

41. 数据来源：住建部科技司。

中国北方供暖区2001至2015年城镇建筑供热能耗强度<sup>42</sup>在整体上大幅下降，虽然建筑面积持续增长，但供热能耗强度的降低有效缓解了供热总能耗的增长趋势，使供热总能耗增速低于建筑面积增速：2002至2015年期间，供热能耗强度从39.2kgce/m<sup>2</sup>下降到17.9kgce/m<sup>2</sup>，降幅54.5%（图19）；同时期供暖面积增长了332%，但供暖能耗仅增长了97%（图20）。



图19 中国北方城镇集中供热总能耗和单位面积能耗（2001-2015）  
数据来源：根据《中国统计年鉴》处理得到

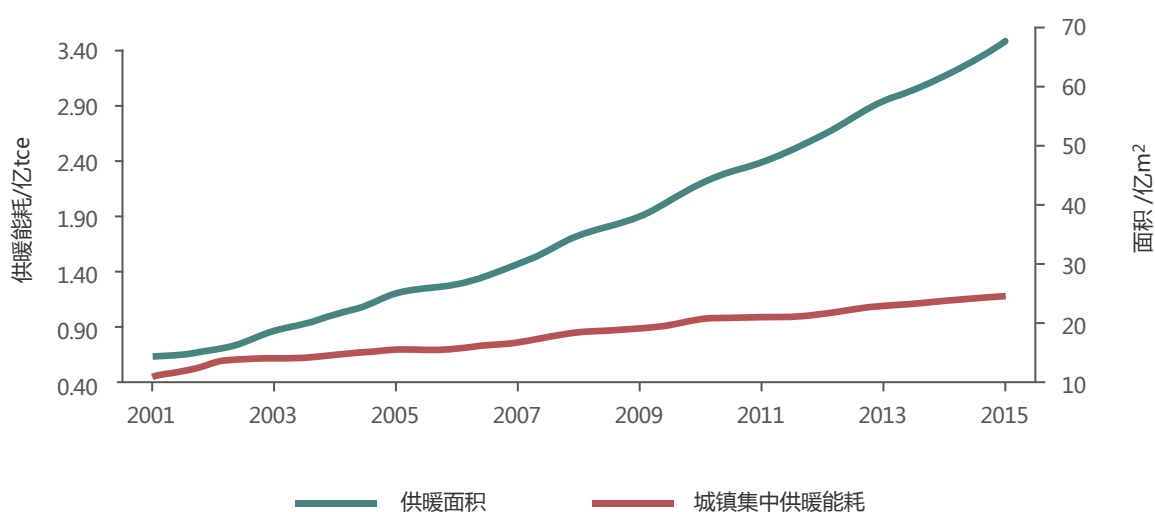


图20 城镇供暖能耗与供暖面积趋势（2001-2015）  
数据来源：根据中国统计年鉴和能源统计年鉴处理得到

42. 单位面积供热能耗。

截至2017年，中国在33个省市开展公共建筑能耗动态监测平台建设，对9000余栋建筑进行能耗动态监测；在233个高等院校、44个医院和19个科研院所开展建筑节能监管体系建设及节能改造试点。北京、天津、石家庄等29个公共建筑节能改造重点城市共实施公共建筑改造6959万m<sup>2</sup>，综合节能率15%以上，带动全国实施节能改造1.1亿m<sup>2</sup>。公共机构实施既有建筑围护结构改造2200万m<sup>2</sup>、北方采暖地区公共机构供热系统计量节能改造947万m<sup>2</sup>、空调通风系统节能改造1000余万m<sup>2</sup>。“十二五”期间，中国政府在31省市遴选了2050家集约型公共机构能效“领跑者”<sup>43</sup>示范单位。公共机构2017年能耗较之2010年同比下降12.9%，单位建筑面积能耗下降10.2%，人均水耗下降12.6%<sup>44</sup>。

### 可再生能源规模化应用

近年来，可再生能源在建筑中的应用比例增加，规模逐渐扩大，集中体现在可再生能源在清洁供暖项目中的使用。

中国2017年开始启动北方地区清洁取暖，这将成为中国未来提升北方地区建筑能效的重点领域和重要途径。为解决大气污染问题，2017年国家发改委等十部委联合发布《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》，计划北方地区清洁取暖率在2019年达到50%，2021年达到70%；“2+26”重点城市城区<sup>45</sup>清洁取暖率2019年达到90%以上，2021年达到100%。同时强势规模化应用可再生能源助力清洁采暖，推进建筑能效提升，可再生能源对清洁供暖的贡献越来越大。

太阳能光热利用是可再生能源在建筑利用中最主要的途径。截至2016年，太阳能利用量在中国建筑可再生能源供暖利用中占比76.6%，全国共有46个可再生能源建筑应用示范市、100个示范县和8个太阳能综合利用省级示范区。中国城镇太阳能光热应用面积超过30亿m<sup>2</sup>，2006至2016年集热面积量（与太阳能替代常规能源消费量正相关）年均增幅达17.8%（图21）。

43. 能效“领跑者”概念参见2.1 工业能效。公共机构能效“领跑者”是指在节约能源资源目标完成情况、能源资源利用效率、管理制度与实施、建筑及设备系统节能、节约用水、绿色消费等方面同类可比范围内经国管局、发改委等审核表现突出的公共机构。

44. 数据来源：住建部、国管局。

45. “2+26”城市是指京津冀大气污染传输通道，包括北京、天津（2），河北省石家庄、唐山、廊坊、保定、沧州、衡水、邢台、邯郸，山西省太原、阳泉、长治、晋城，山东省济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽，河南省郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳（26）。



图 21 中国太阳能光热集热面积及能源替代量 (2006-2016)

数据来源：中国统计年鉴和中国太阳能热利用产业联盟公布数据

截至2016年，地热能利用量在建筑可再生能源供暖利用中占比16.7%，包括地热水的直接供暖以及地源热泵和水源热泵，雄安新区<sup>46</sup>已成为地热供暖重要试点，浅层地热能应用面积已超过5亿m<sup>2</sup><sup>47</sup>。同时，北京周边的农村还在大量推广空气源热泵。

生物质能为中小城市提供供热解决散煤污染。2018年国家能源局启动全国“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目，选取了136个示范工程，计划2018年底前建成或完成技改，届时供暖面积将达到9000万m<sup>2</sup>。此外，风电供暖2010年在吉林开始试点，已在新疆、山西、内蒙古等地已经开展了众多风电供暖项目，建立了政府、电网企业、风电企业和供暖企业四方的风电热电交易机制。截至2016年，全国风电供热面积总计500万m<sup>2</sup><sup>48</sup>。

### 2.2.3 前景展望

#### 居民改进居住舒适性的需求驱动建筑能耗持续增加

居民人均建筑面积增加、建筑用能设备数量增加、建筑供暖需求增加等居民改善居住舒适性的需求将继续抬高建筑能耗。

46. 位于河北省保定市，于2017年4月1日成立，是中国首个由中共中央和国务院印发通知成立的国家级新区，也是中国第19个国家级新区（来源：中国国务院）。

47. 数据来源：中国统计年鉴和国家能源局新能源司。

48. 数据来源：国家能源局新能源司。

随着居民生活水平提升，中国城镇和农村人均住房面积均明显增加。从中国城镇集中供暖能耗看，随着人均住房面积的增加，城镇集中供暖能耗也呈上升趋势。2011至2015年城镇人均住房面积增加了11.8m<sup>2</sup>，增幅46.1%（图22）；城镇集中供暖能耗从0.96亿tce增加到1.2亿tce，增加了25%（图23）。

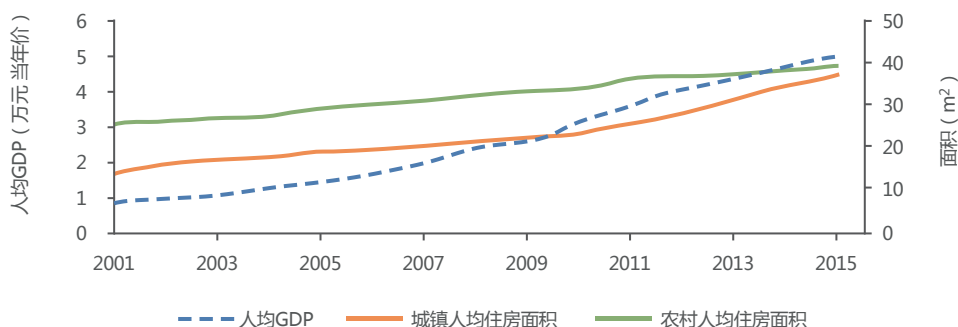


图22 中国人均住房面积与人均GDP (2001-2015)

数据来源：根据中国统计年鉴处理得到

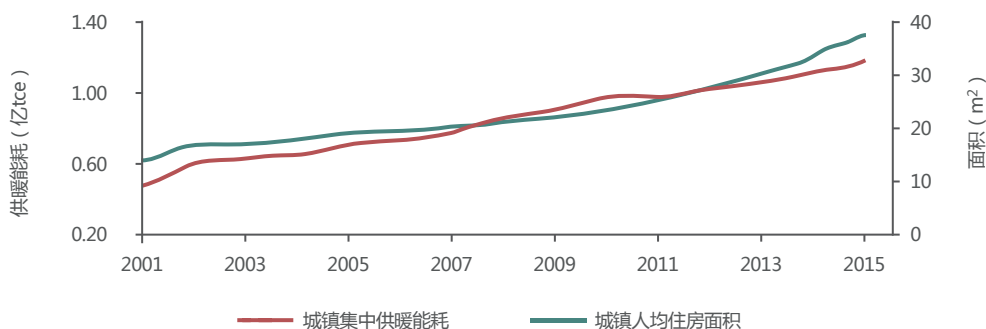


图23 中国城镇集中供暖能耗和城镇人均住房面积 (2001-2015)

数据来源：根据中国统计年鉴和能源统计年鉴处理得到

近年来极端天气增多、城市热岛效应增强，居住环境舒适度亟待改善；同时居民生活水平提升，人们对更高建筑服务水平的追求促使建筑用能设备持续增加。2001至2017年，城镇居民每百户拥有空调器的数量增长2.6倍，农村居民每百户拥有空调器的数量增长29.9倍（图24）。

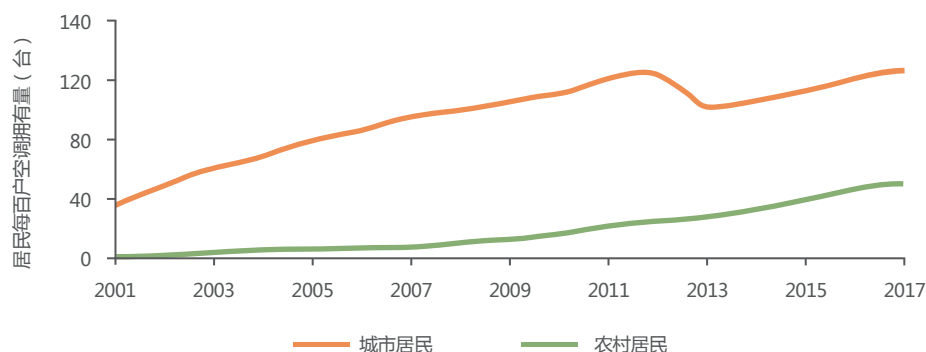


图 24 中国城镇、农村居民每百户空调拥有量趋势 (2001-2017)  
数据来源：根据中国统计年鉴处理得到

中国北方城镇供暖区居民热舒适度<sup>49</sup>远低于发达国家，2001至2015年北方城镇集中供暖能耗以年均6.9%的增速持续增长（图19）。北方农村供暖用能也有明显增长，在单个家庭用能总量中的平均占比从2001年的31%上升到2015年的60%以上<sup>50</sup>。此外，夏热冬冷地区建筑的供暖需求也日趋迫切，中国供暖能耗仍将持续上升。

### 绿色建筑及其区域化加速建筑转型

中国2015年修订实施《绿色建筑评价标准》，到2017年已有25个省（市、区）发布了地方绿色建筑评价标准，其中除新疆生产建设兵团外，各地均设立了绿色建筑评价机构，上海、天津、江苏、湖南、湖北、四川、新疆等地探索开展了绿色建筑第三方评价。全国省会以上城市保障性住房、政府投资公益性建筑以及大型公共建筑开始全面执行绿色建筑标准，北京、天津、上海、重庆、江苏、浙江、山东等地已在城镇新建建筑中执行绿色建筑标准。截至2016年底，中国共有7235个建筑项目获得绿色建筑评价标识，总面积超过8亿m<sup>2</sup>（图 25）。

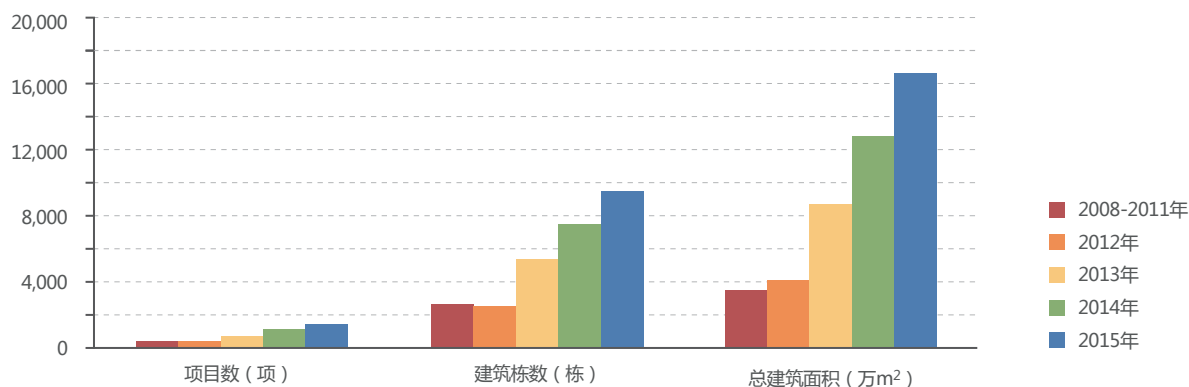


图 25 中国绿色建筑获评价标识状况 (2008-2015)  
数据来源：住建部

49. 20世纪70年代丹麦学者Fanger, P. 提出了PMV热舒适度评价指标，综合考虑了空气温度、相对湿度、平均辐射温度、空气流速等六个影响因素，是较权威的、有代表性的热舒适评价指标。

50. 数据来源：住建部。



2017年国家住建部发布《建筑业发展“十三五”规划》，要求到2020年，中国城镇新建民用建筑全部达到新建建筑节能设计标准，能效水平比2015年提升20%；城镇绿色建筑占新建建筑比重达到50%，新开工全装修成品住宅<sup>51</sup>面积达到30%，绿色建材应用比例达到40%，装配式建筑面积占新建建筑面积比例达到15%。同时中国建筑部门还在单体建筑绿色化的基础上，进行新区建设和旧城转型，推动绿色建筑区域化。12个省会城市共规划建设了55个新城新区，144个地级城市共规划建设了200个新城新区，基于区域层面实施绿色发展模式。北京、天津、深圳等地推动了以节能改造、抗震加固、更新基础设施、整治小区环境等综合改造为主体的老旧小区或原有旧城绿色更新与节能改造。

### 完善公共建筑能效市场化机制是促进能效提升的新动力

建筑能效提升，尤其是发挥公共建筑的带动作用进行能效提升具有较强的正外部性，但以政府投入为主的建筑能效提升推动方式不具可持续性，因此通过市场化机制提升建筑能效潜力巨大。

2017年之前，中国前两批公共建筑重点改造城市（11个城市，2454万m<sup>2</sup>）均获得中央财政每平米20元补贴。2017年第三批公共建筑重点改造城市（29个城市，6959万m<sup>2</sup>）在2020年之前完成改造的补贴经费资金需求约为130亿元<sup>52</sup>。如果扩展到中国所有的存量建筑，实施节能改造可预期范围内潜在的补贴经费总需求巨大，约为8700亿元。

2017年，中国已在公共建筑节能改造的建筑能效提升领域开始市场机制试点，国家政府已取消对全部29个第三批公共建筑重点改造城市进行中央直接补贴的政策，中央财政仅支持总计400万m<sup>2</sup>的示范工程。北京、杭州已开始建立建筑能效的多元化融资模式，引入了城市合作层面的中美绿色基金、银行绿色信贷；上海市、深圳市等地的建筑能效绿色信贷产品除了能效贷款、绿色融资租赁、碳金融产品和清洁发展机制应收账款保理融资外，还创新了建筑领域的节能减排收益权质押融资、排污权质押融资和合同能源管理融资、绿色债券等方式。中国政府发布的《国家新型城镇化规划(2014-2020)》和《关于加快推进生态文明建设的意见》中都明确提出采用政府和社会资本合作（PPP）模式、合同能源管理、节能量交易、碳交易等多种市场化机制，在政府持续引导的前提下让社会资本和企业充分参与到建筑能源资源节约的各个领域。在这样的情况下，市场化机制将成为建筑能效提升领域的新推动力。

51. 一种通过优化建筑装饰提高全过程整体建筑能效的预置住宅产品。

52. 以2017年公共建筑节能改造补贴经费需求测算，按照当前节能率15%-20%的改造模式，补贴经费需要130亿人民币；采用深层次节能改造，按照节能率50%预测，则需要900亿元。

## 2.3 交通能效

### 2.3.1 整体水平

交通部门对于能源消耗、气候变化和大众健康均有着显著影响。在中国，交通领域燃油消耗量占全国总量的60%以上，温室气体排放量占总排放量的12%，其中主要由乘用车和重型商用车构成的道路机动车排放量约占交通领域温室气体排放总量的75%（图 26）。

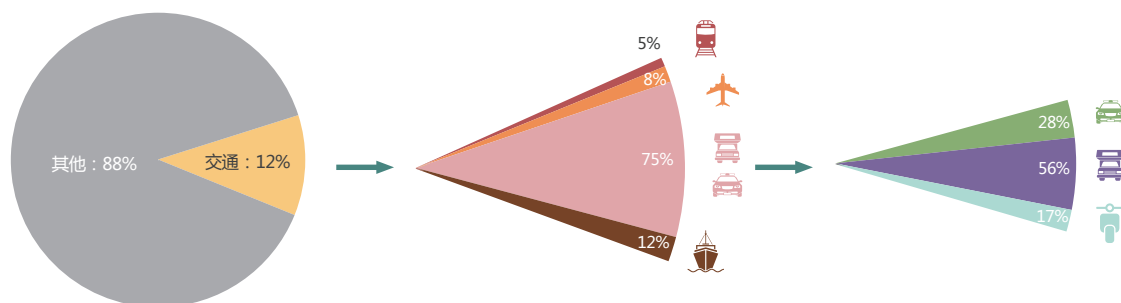


图 26 中国交通领域温室气体排放（2017）  
数据来源：国际清洁交通委员会（ICCT）路线图模型

中国是当今世界最大的道路机动车市场，在过去十年中保持着新车销售量年均增幅13.3%的记录，增幅主要来自乘用车领域（图 27）。2017年，中国机动车新车销售量约2888万辆，是十年前的三倍。在过去五年里，中国同时也是全世界新能源汽车<sup>53</sup>发展最快的国家。2017年，中国电动汽车销售量已超过77万辆，占全球销售总量的一半以上<sup>54</sup>。

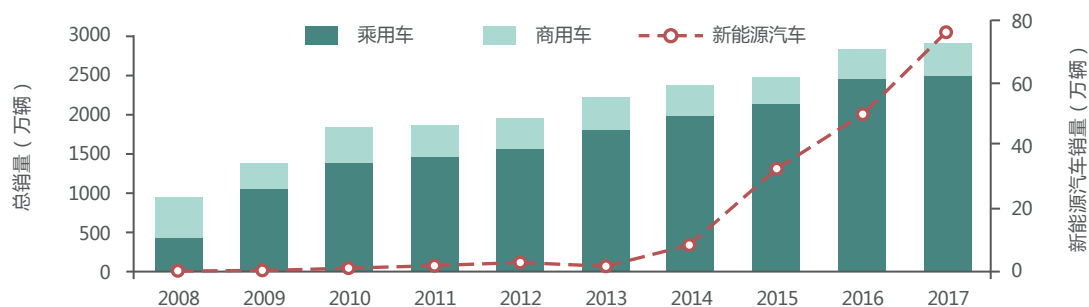


图 27 中国道路机动车及新能源汽车年销售量（2008-2017）  
数据来源：通过多项公开数据源整合而成，主要来源于中国汽车工业协会

53. 即纯电动、插电式混合动力及燃料电池车。

54. 数据来源：中汽协公告及各类报导。

由于道路机动车对能源消耗量的重大影响，中国自2004年起陆续出台了一系列燃油能效标准来管理新出厂的乘用车和重型商用车。政府主管部门于2004年出台、2005年实施了乘用车第一阶段燃料消耗量限值，此后又于2008、2012和2016年分别对限值标准进行了升级。目前最新的标准于2016年开始实施，目标是到2020年实现乘用车平均油耗5升/100公里的目标，大约相当于在2015年油耗水平上降低28%。

重型商用车方面，第一项能效标准是2011年出台、2012年实施的自愿性行业标准（第一阶段）<sup>55</sup>，2014年工信部出台了强制性国家标准（第二阶段）。2018年发布的第三阶段标准在车辆油耗水平上的要求在2015年基准上加严了15%，将于2019年开始实施。图28列出了过去十多年中国乘用车和重型商用车能效标准的各阶段实施时间（各阶段具体能效要求参见下文）。

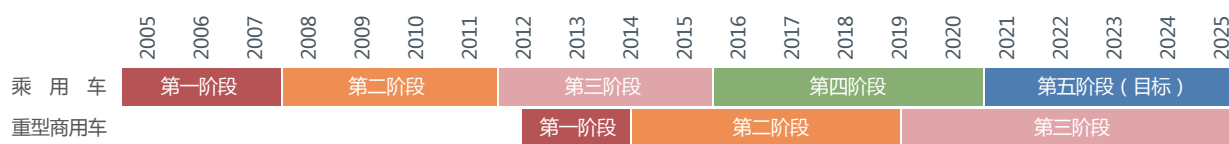


图 28 乘用车和重型商用车能效标准时间表

## 2.3.2 重点趋势

### 汽车能效政策在调整中持续发力

中国近年出台的若干与道路交通能效及排放紧密相关的政策为持续拉动车辆能效提升和排放下降提供动力。这些政策使乘用车的预期能效水平在绝对值上进入世界前列，重型商用车的能效水平与国际先进水平的差距缩小，新能源汽车产销量居世界首位（材料 3）。

材料 3 中国近年道路交通能效政策

- 2017年调整新能源汽车补贴政策。补贴将在2018至2020年期间逐步减少，至2021年完全退出。
- 2017年发布并实施《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》，规定了安全性、能效性、车辆技术等多项新能源汽车市场准入要求。
- 2017年发布《汽车产业中长期发展规划》，提出2020年所有新出厂乘用车和节能型乘用车的平均油耗分别达到5升和4.5升/100公里，2025年所有新出厂乘用车的平均油耗达到4升/100公里，同时新出厂重型商用车能效水平达到世界先进级别。

55. 尽管是推荐性标准，但被工信部强制实施，与强制性标准有同样的效果。

- 2017年出台《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》，业界又称“双积分”政策，即中国境内所有乘用车（包括新能源乘用车和传统能源乘用车）企业都会有两个年度积分：平均燃料消耗量积分（油耗积分）和新能源汽车积分，通过规定企业销往市场的新能源汽车比例来推进新能源汽车发展，并为现有的燃料消耗量管理制度提供一些灵活达标弹性。2018年4月起实施，目前仅适用于乘用车。
- 2017年发布新能源汽车免征车辆购置税政策，对2018年1月至2020年12月期间销售的新能源汽车免征车辆购置税（以国产汽车为例，免征前的车辆购置税税率约为发票价格的8.5%），但必须满足一系列技术要求。工信部会定期发布符合免税要求的车型目录。
- 2018年发布第三阶段重型商用车燃料消耗量限值，2019年7月起实施，预计到2020年重型商用车整体油耗将比2015年水平下降15%，进一步缩小中国与世界发达国家之间的差距。

### 乘用车能效标准已步入世界领先梯队

中国正在实施的第四阶段乘用车油耗标准要求2016至2020年年均能效提升幅度超过6%，到2020年新出厂乘用车平均油耗达到5升/100公里，是世界上实施乘用车能效管理的市场中要求油耗下降幅度最大的。《汽车产业中长期发展规划》中提出2025年新出厂乘用车油耗应达到4升/100公里，这一要求使中国在2025年时间尺度上的绝对目标值领先于美国、加拿大、欧盟等市场（图29）。

自2014年起，中国工信部开始发布第三和第四阶段新出厂乘用车企业平均燃料消耗量达标情况年度报告。结合其他历史数据来源，这些报告体现出自2004年至今车平均油耗不断下降的趋势，2016年，新出厂乘用车的平均燃油消耗量约为6.5升/100公里（图29）。

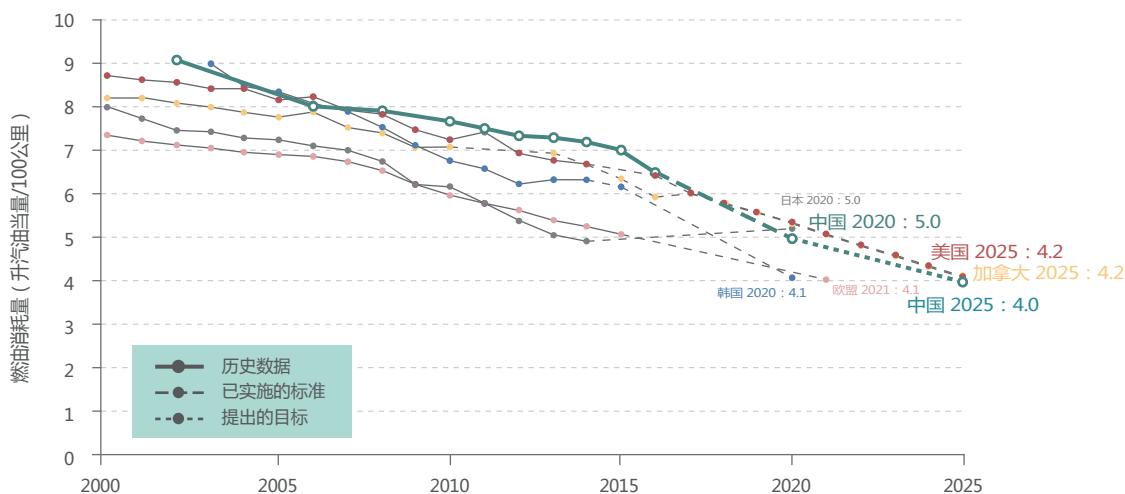


图29 不同国家新出厂乘用车历史能效情况及现行和未来标准（2000-2025）

数据来源：根据各国历史数据和能效标准整理

尽管以上数据都是基于新车认证时的测试数据，却有越来越多的证据表明新车上路后的实际行驶油耗与新车认证时的油耗之间存在较大差距[35]。这说明有必要完善测试方法，缩小测试油耗和实际油耗的差距，确保新出厂车辆在实际使用过程中仍然能够达标。

### 重型商用车能效与发达国家间的差距正在逐渐缩小

在中国，重型商用车仅占新车市场份额约10%，但由于油耗高、行驶里程较长，重型商用车消耗的燃油占中国道路燃油消耗总量近50%。

自2012年起，中国陆续实施了三个阶段的重型商用车能效标准（表1）。标准针对货车、牵引车、城市客车和长途客车等应用于不同领域的车辆设置了单位里程燃料消耗量的最高限值。对于每一类车辆，燃料消耗量限值会根据车辆最大总质量对应划分，较重的车型需要达到的标准限值较为宽松。

表 1 第一至第三阶段重型商用车能效标准对各类车辆的燃料能耗量削减要求

| 车辆类型 | 能效提升要求    |           |           |
|------|-----------|-----------|-----------|
|      | 第一阶段至第二阶段 | 第二阶段至第三阶段 | 第一阶段至第三阶段 |
| 牵引车  | 14%       | 15.3%     | 27.2%     |
| 货车   | 11.5%     | 13.8%     | 23.7%     |
| 客车   | 10.5%     | 12.5%     | 21.7%     |
| 城市客车 | N/A       | 14.1%     | 14.1%     |
| 自卸汽车 | N/A       | 15.9%     | 15.9%     |

中国是世界上为数不多的几个实施了重型商用车强制能效标准的国家之一。目前全球对重型商用车油耗（能效或CO<sub>2</sub>）进行管控的国家除中国外还有美国、加拿大、日本和印度。图30对上述国家都在广泛使用的牵引卡车的能效标准严格程度进行了比较。中国要求新出厂牵引卡车燃料消耗量在2014至2020年间下降近30%<sup>56</sup>，是所有管控国家中改进重型商用车能效力度较大的国家。

56. 图中展示的是各地区的二氧化碳排放削减要求，但根据碳元素守恒，可以推算燃料消耗量，因此等效于燃料消耗量削减要求。

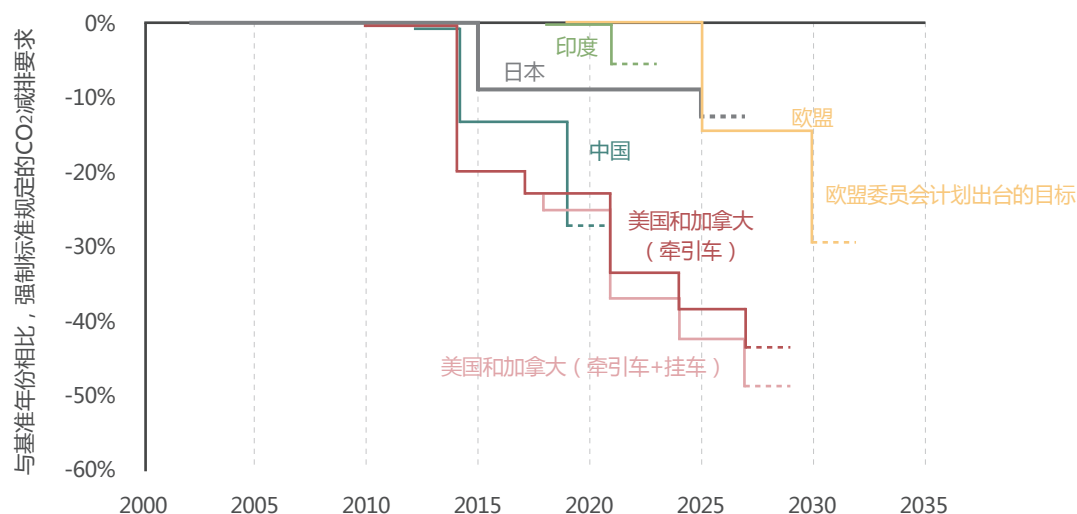


图 30 各国牵引卡车能效标准的相对严格程度（2000-2035）

来源：国际清洁交通委员会政策更新报告：欧盟计划出台的重型商用车二氧化碳标准

尽管如此，中国重型商用车目前在车辆技术和能效方面与美国、欧洲等国家和地区的差距仍然较大。例如，中国新出厂牵引卡车的平均燃料消耗量约为44升/100公里，美国为33-36升/100公里，欧洲则为31升/100公里[36]。同时，中国在涡轮增压、自动及双离合变速器、空气动力技术、低滚动阻力轮胎以及能效管理等发动机和车身能效先进技术的市场渗透率方面仍有很大提升空间。中国计划于2019年实施的重型商用车第三阶段标准预计能将中国与发达国家之间在重型商用车燃料消耗量方面的差距缩小10%-15%[37]。

### 全球崛起最快的电动汽车市场

车辆电动化是中国汽车产业升级和推进清洁能源发展战略的重要部分。在过去十年中，得益于国家政府补贴和鼓励政策，新能源汽车市场呈现显著增长。随着连续四年超过50%的惊人年增长率，中国成为新能源汽车产销量全球领先的国家，尤其体现在乘用车领域。2016年，中国共销售33.6万辆新能源乘用车，占世界总销量的45%，到了2017年则占世界总销量的一半。

中国的新能源汽车市场呈现出了一些独有的特征。首先，新能源乘用车在地方层面发展不平衡。排名前十二位的地方市场占全国新能源乘用车市场总额的80%，而销量最大的五个省市——浙江、上海、广东、山东和北京占全

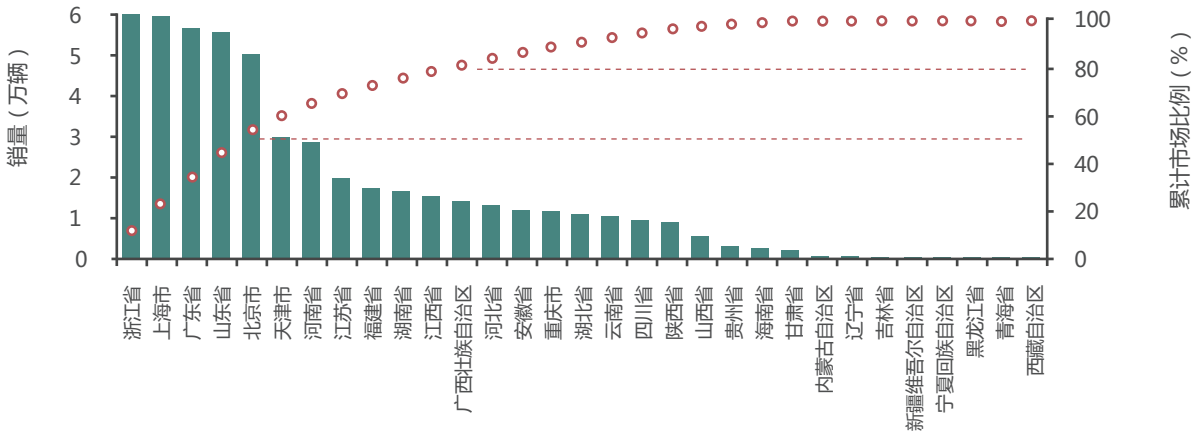


图 31 中国各省2017年电动轿车销售量和累计市场份额  
数据来源：中国汽车工业协会

## 从概念到试点：绿色货运正在兴起

57. 微型轿车通常为2-4座，轴距2-2.3米，且通常是经济型车辆，均价在3-6万元。



措施，从四个战略方向提高货运效率，降低货运排放（材料4）。在国家及行业部门的相关政策引导下，绿色货运正在兴起。广州市和广东省在2010年和2011年分别成功开展了绿色货运试点，其中包括推进车辆能效技术应用、甩挂运输、物流信息公开共享以及对卡车车主开展节能驾驶培训。

材料 4 提高货运效率、降低货运排放的政策和措施

|             |                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 提高单车能效及排放性能 | 最新的第三阶段重型卡车燃料消耗量标准将会在2014至2019年期间将卡车能效要求加严20%-30%。最近发布的重型商用车第六阶段排放标准要求自2020年起新出厂卡车的NO <sub>x</sub> 和PM排放分别减少77%和67%。交通部2017年发布的《关于全面深入推进绿色交通发展的意见》提出2020年道路货运卡车单位货运周转量能耗在2015年水平基础上降低6.8%，交通领域CO <sub>2</sub> 排放量降低7%。 |
| 降低空驶率       | 2009年交通部、中国保险监督管理委员会（保监会）等部委联合发布了《促进甩挂运输发展的通知》，指出甩挂运输是一种先进的运输模式，可以在降低物流成本、削减能耗和排放以及促进整体经济发展方面发挥重要作用。                                                                                                                   |
| 多式联运和优化运输结构 | 2016年交通运输部等十八个部门《关于进一步鼓励开展多式联运工作的通知》印发实施，使多式联运上升为国家战略，更特别提出推进铁路-道路运输相结合。2017年开始，原中国环境保护部（于2018年改组为生态环境部）会同相关部门联合发力，积极推动环渤海港口集疏港煤炭运输公转铁，成为京津冀地区大气污染防治战役的重要部分。                                                           |
| 清洁燃料和技术     | 根据交通部近期发布的《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》，城市物流领域将会快速向电动化过渡。                                                                                                                                                              |

来源：根据交通运输部和生态环境部文件整理

### 2.3.3 前景展望

#### 传统燃油车节能有望发挥巨大潜力

未来一个时期，中国在提升乘用车和货运卡车能效方面有着巨大潜力。尽管中国已经推进了若干阶段的轻、重型汽车油耗标准，但相比全球最佳实践，无论标准严格程度还是执行力保障都存在一定的差距。

中国需要尽快考虑制定更长远（如2030年及以后）的标准，为汽车企业对中长期先进技术的投资给予清晰、统一的信号。通常发展远期先进技术所需的投资规模大，如果未来政策存在不确定性，会给企业带来较大风险；而一旦有了明确的长期能效改善要求，企业就可以更合理地安排其近、中、远期技术研发和投入，有利于降低成本，



尽早获得投资回报。

未来的车辆能效标准既要严格也要秉持技术中立，以严格的标准推动传统内燃机技术发挥到极致，进而顺理成章地过渡到“零排放”技术。例如，中国目前的重型商用车第三阶段油耗标准可以促使牵引卡车在2020年以前以每年3%的幅度进行能效改善。中国目前尚未制定2020年后的重型卡车能效标准。据分析，2020年以后仅通过对已经成熟、市场化技术（如发动机的改进、低阻轮胎和空气动力附件等）的充分利用，就可以使中国的重型牵引卡车燃油消耗在2025年前再下降21%左右。如果再考虑到目前正在研发、有望于2025至2030年达到商业成熟的技术（如余热管理、整体空气动力优化设计和混合动力发动机等），则能使重型牵引卡车燃油消耗在2020年水平的基础上下降45%[40]。

政策制定者需要基于翔实的数据对轻、重型商用车的中长期节能技术路线进行深入研究，并结合近、中、远期技术的成本，作为确定未来标准严格程度的依据。除了对新出厂车辆制定严格的远期标准，确保车辆在使用期间实际道路行驶中也能达到标准规定的节能水平同样至关重要。消费者的实际油耗反馈固然是有益的信息来源，更为重要的是，监管机构应考虑获取一手的实验数据来判断车辆在用期间是否持续达标。国内外已有不少最佳实践可以用来参考。比如，中国针对新车尾气排放的《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（下文简称“国六标准”）就规定了一系列在用符合性企业自检和监管部门抽查的举措，这些测试包含实验室和实际道路行驶，能反映在用车辆的达标符合性。在美国，自2012年实行轻型车燃油经济性和温室气体标准起，联邦环保署就要求在用车辆须进行CO<sub>2</sub>测试，从而间接反映车辆油耗的在用符合性。

### 新能源汽车市场有望实现由大到强

中国于2017年发布《汽车产业中长期发展规划》，提出了到2025年新能源汽车占当年新出厂车辆20%的目标[41]。按照中国汽车市场目前的增长速度，到2025年中国新能源汽车年产量将超过700万辆，中国很可能继续保持新能源汽车全球“大”市场的地位。

然而，中国新能源汽车市场由“大”到“强”仍有待时日。此处“强”指的是在电池和整车技术上与国际先进水平比肩，并且能不依赖政府激励保持市场可持续发展。从技术上看，中国的新能源乘用车仍以微型车为主，其他

成熟的新能源汽车市场则以大型和豪华型纯电动乘用车为主。从市场可持续发展看，中国新能源汽车在过去几年里强劲的发展势头主要依靠十年间持续不断的国家补贴，市场自维持的能力有待进一步发掘。

中国已经迈出了探索的第一步。2017年，中国政府出台了强制性的《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》（“双积分”政策）。与加州的零排放汽车管理方案类似，中国要求生产企业在2019年和2020年分别根据其生产的传统燃油乘用车年产量，对应生成10%和12%比例的新能源汽车积分要求。根据汽车生产企业新车技术路径，这一政策在2020年可以使中国新能源汽车最高占到新出厂乘用车总量的12%。

可持续发展的市场从根本上取决于不断增长的需求。因此国家层面的新能源积分产业政策还需以地方层面的新能源汽车使用激励政策来配合。由于改善空气质量的压力，包括北京、上海在内的大城市已经探索出一条地方新能源汽车可持续发展的道路。通过形式丰富的激励措施，如直接补贴车辆购置、使用和停车，或给予上牌照优惠、不限行优惠及提供便利的充电基础设施等间接经济激励，拉动当地新能源车市场的迅速发展。这些措施符合国情、地情，取得了显著成效。

但是要引领新能源汽车市场走上可持续发展之路还需要激发中国更多城市的潜力。国家需要逐步加强对新能源汽车产品的安全、能效和性能技术要求，推动技术发展和创新。新能源汽车的使用需从轻型车逐步扩展到中、重型商用车，从城市逐步扩展到郊区，从短途逐步扩展到中长途，实现更深度的节能减排，改善空气质量。此外，智能网联技术和“零排放”技术的结合使未来的高效、低碳、智慧出行方案成为可能。中国工信部已经在牵头制定多个技术标准来支撑这一发展方向[42]。

### 能效、环境、温室气体控制有望实现协同发展

交通活动带来多重的能源和环境问题。相应地，清洁交通的实现也依赖于多个经济和管理部门的协同努力。比起十年前，现今与交通相关的法规、政策协调互补性越来越强，越来越体现出监管部门的合作倾向。

例如刚出台的国六标准开创了重型商用车排放和油耗联合管控的先河。仅仅按油耗法规标定的车辆到了实际道路驾驶时排放就很可能不达标，反之亦存在可能。这被称作油耗、排放“两张皮”。国六标准要求汽车企业同时公

布环境空气污染物达标测试结果和与油耗直接相关的CO<sub>2</sub>测试结果，以此防止汽车企业用两套标定分别应对“互不通气”的重型商用车油耗法规和排放法规。这一要求让油耗和排放监管第一次“通了气”，从而实现能效和环境标准的协同实施。国六标准还规定了严格的颗粒物排放限值，促进柴油颗粒物捕集器的应用，有效减少高达99%的黑碳排放，从而实现空气质量和温室气体的协同管控。

展望未来，中长期道路交通能耗、排放和温室气体的重要解决方案之一在于零排放汽车<sup>58</sup>的广泛应用，而这些目标和“零排放”的实现又依赖于上游能源链的清洁化。由此可见，能效、环境、温室气体协同控制措施会越来越常见，这也是实现清洁交通、提升交通能效的必由之路。

58. 不排除任何有害污染物的汽车，如太阳能汽车、纯电动汽车、氢气汽车等。

## 3 能效投融资和能效市场

### 3.1 能效投融资

#### 3.1.1 整体水平

2006至2016年<sup>59</sup>，中国能效领域全社会投资规模累计达到3.2万亿元[43][44]，年均复合增长率<sup>60</sup>为44.1%，年均能效投资<sup>61</sup>约为2920亿元，占同期全社会固定资产投资总额的0.9%。十余年来，在政府财政资金的带动下，社会资金大量涌入，成为加速中国绿色低碳发展不可或缺的推动力，为节能减排目标顺利完成发挥了积极和重要作用。其中，2016年能效领域全社会投资规模为3346.2亿元[45]，超过2006至2015年期间年均能效投资强度16.6%，是2006年的38.6倍，为开创新时期绿色低碳发展与生态文明建设的良好局面提供了支持。

2016年，中央和地方政府用于能效领域的财政资金为628.4亿元[46]，占全社会能效领域投资总额的18.8%。在财政资金的拉动下，2016年，能效领域社会资金投入规模达到2717.8亿元，财政资金带动社会资金的杠杆率为1:4.3。

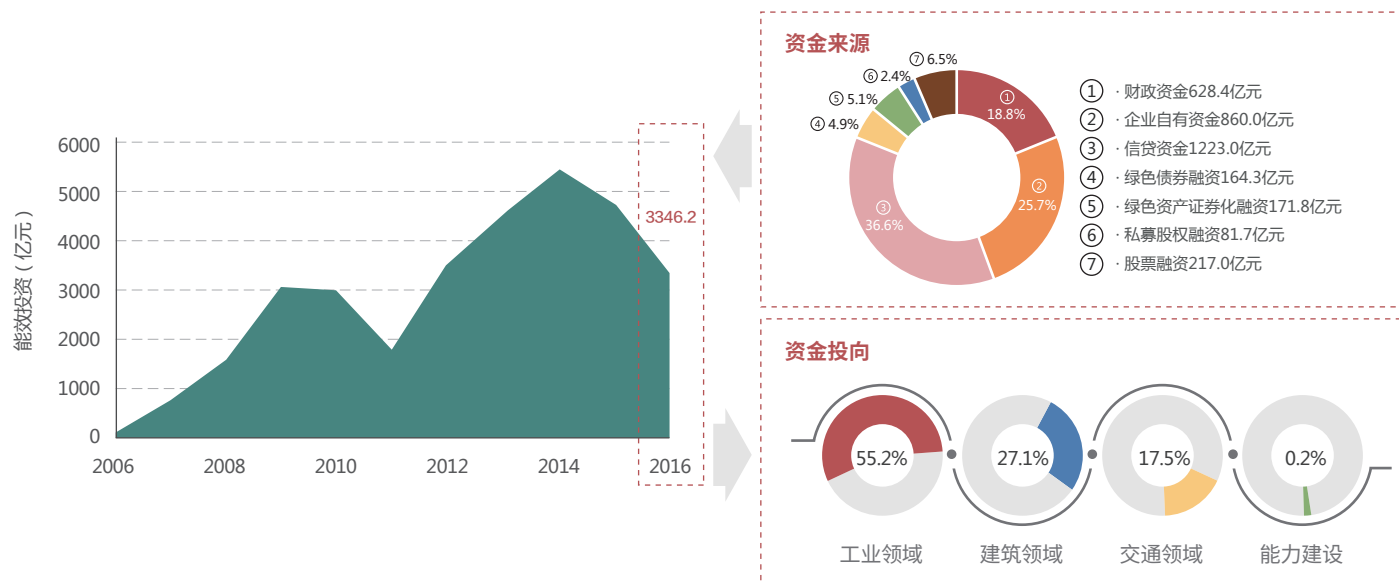
其中，企业自有资金投入为860亿元，约占能效领域全社会投资总额的25.7%，占比与2006至2015年期间基本持平。能效信贷增量规模为1223.0亿元，占能效领域全社会投资总额的36.6%；与此同时，随着融资形式和融资主体的多元化，通过绿色债券、绿色资产证券化、私募股权、绿色股票等融资工具募集的大量资金纷纷流入能效领域，资金规模分别为164.3亿元、171.8亿元、81.7亿元和217亿元，依次占能效领域全社会投资总额的4.9%、5.1%、2.4%和6.5%。

全社会能效资金投入领域主要包括直接项目投资和能力建设投资。2016年，用于工业、建筑、交通领域能效项目的直接投资规模为3339亿元，占全社会能效投资总额的99.8%。能力建设投入为7.2亿元，占全社会能效投资总额的0.2%（图 32）。

59. 能效投融资领域最新统计数据只到2016年，下文不再另行说明。

60. 年均复合增长率(CAGR)是指一项投资在特定时期内的年均增长率。 $CAGR = (\text{现有价值} / \text{基础价值})^{1/N} - 1$ ，N为时间长度（通常单位为年）。

61. 本报告所述能效投资按资金来源分为财政投入和社会投资，按资金用途分为能效项目投资和能效相关的能力建设投入。

图 32 中国能效领域全社会投资规模 (2006-2016) <sup>62</sup>

数据来源：中国能源研究会能效与投资评估专委会等，中国能效投资进展报告2015；根据2016年中央和地方财政决算报告、中国银保监会、各国际银行业金融机构、清科数据、Wind数据等资料整理。

### 3.1.2 重点趋势

#### 建筑和交通领域能效投资占比有所提升

2016年，工业领域能效投资规模占全社会能效投资总额的比重约为55.2%，虽然较2011至2015年期间平均占比下降了1.3个百分点，但工业领域仍然是能效投资的主要领域。与此同时，建筑和交通领域能效投资规模呈现明显增长势头，占全社会能效投资总额的比重比2011至2015年期间平均占比分别增加了0.2和3.0个百分点。建筑和交通领域能效投资累计形成节能能力分别为630万tce和590万tce（图33）。未来可以预见的是，随着全球新一轮科技革命和产业革命的兴起，以及城镇化进程和绿色化趋势的加速，工业领域能效投资占比将进一步减少，建筑和交通领域能效投资的占比将不断增加。

62. 图中绿色债券的统计数据不包括绿色金融债。绿色金融债是金融机构发行的、募集资金用于支持绿色产业并按约定还本付息的有价证券，是绿色债券中非常重要的一部分。但金融机构发行绿债券主要用于绿色产业贷款，所以在金融机构进行统计时，通常会将绿色金融债部分的资金包括在绿色信贷的统计中。因此为避免重复计算和误解，虽然绿色金融债在概念上是绿色债券的一部分，但在图 32 的统计中，绿色债券在数据上不包括绿色金融债的资金。

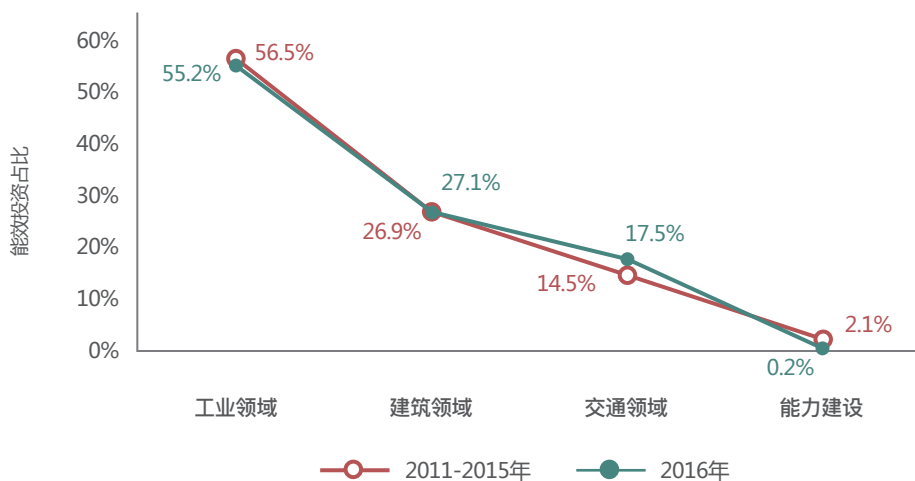


图 33 各领域能效投资占比变化（2011-2016）

数据来源：根据国家发展改革委、工信部、住建部、交通部、中国银行保险监督管理委员会、各国际银行业金融机构、清科数据、Wind数据等资料整理

### 能效政策的完善促进财政资金使用效率提高

2006至2016年，中国能效领域相关政策在内容、结构、工具和效力等方面发生了深刻的变化，形成了自上而下的“顶层设计”特征。能效政策的整合和集成，不仅有效避免了政策的交叉和盲点，向市场快速释放积极的政策信号，还有助于提高财政资金的使用效率，从而以最小的财政成本培育更强的能效市场。

2006至2016年，能效领域财政资金规模累计5246.3亿元[47]，年均增长率31.8%，有效的财政政策成为促进能效投资的有力保障（图34）。其中，2016年中国能效领域财政资金投入总额达到628.4亿元，占全社会能效投资总额的比例比2006至2015年期间平均占比增加了2.7个百分点（图35）。毋庸置疑，能效政策的完善促进了财政资金使用效率的提升，提高了能效领域财政资金投入的可持续性和良性循环。

|      |          |                 |                           |
|------|----------|-----------------|---------------------------|
| 综合领域 | 2011年06月 | 财政部、发改委         | 节能减排财政政策综合示范资金            |
|      | 2011年06月 | 财政部、住建部、发改委     | 绿色低碳重点小城镇试点示范奖励资金         |
|      | 2011年07月 | 发改委             | 资源节约和环境保护中央预算内投资补助资金      |
|      | 2015年05月 | 财政部             | 节能减排补助资金                  |
| 工业领域 | 2012年05月 | 财政部、工信部         | 信息化和工业化深度融合专项资金           |
|      | 2012年07月 | 财政部、发改委         | 电力需求侧管理城市综合试点工作中央财政奖励资金   |
|      | 2016年06月 | 财政部、工信部         | 工业转型升级(中国制造2025)资金管理办法    |
| 建筑领域 | 2007年10月 | 财政部、住建部         | 国家机关办公建筑和大型公共建筑节能专项资金     |
|      | 2011年01月 | 财政部、住建部         | 北方采暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造奖励资金 |
|      | 2012年04月 | 财政部、住建部         | 绿色建筑和绿色生态城区财政补助/奖励资金      |
| 交通领域 | 2012年08月 | 财政部、民航局         | 民航节能减排专项资金                |
|      | 2014年11月 | 财政部、交通部、商务部     | 车辆购置税收入补助地方资金             |
|      | 2015年05月 | 财政部、工信部、交通部     | 城市公交车成品油价格补助资金            |
|      | 2015年10月 | 财政部、国税局         | 减征1.6升及以下排量乘用车车辆购置税       |
|      | 2016年01月 | 财政部、科技部、工信部、发改委 | 新能源汽车充电设施建设奖励资金           |
|      | 2016年12月 | 财政部、科技部、工信部、发改委 | 新能源汽车推广补助资金               |

图 34 各领域现行能效财政政策（2007-2016期间发布）

资料来源：根据国家发展改革委、财政部、工信部、住建部、科技部、交通部等相关部委公开的财政政策整理

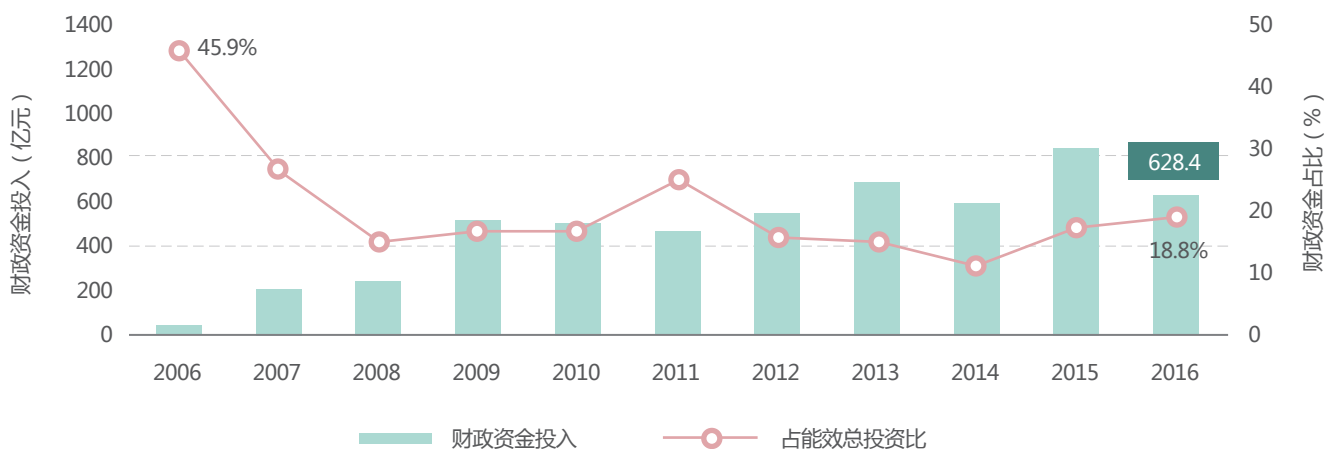


图 35 能效领域财政资金投入及占比（2006-2016）

数据来源：根据2006-2016年中央和地方财政支出决算表整理



### 信贷融资仍然是能效领域投融资的主渠道

节能和提高能效已成为中国实现绿色低碳发展的重要内容。银行作为中国经济系统的资源配置中枢，在以“金融回归本源，支持实体经济发展”为主线的金融改革进程中，不断创新能效信贷金融产品，努力探索风险控制手段，积极支持绿色低碳发展，使得能效信贷资金规模保持较高的水准。

2016年，中国21家主要银行业金融机构和国际金融机构在中国的能效信贷规模达到1223.0亿元，约为2007年能效贷款规模的两倍（图36）。十余年来，能效信贷资金平均占全社会能效投资总额的52%左右，政策性银行、商业银行等金融机构在金融资源配置中占据主体地位，国际金融机构在中国的能效领域也发挥了积极的作用。能效信贷仍是节能企业或节能项目融资的首选方式。



图 36 银行业金融机构能效信贷规模 (2007-2016)

数据来源：根据中国银行保险监督管理委员会、中国银行业协会，以及世界银行、亚洲开发银行、德国复兴信贷银行、欧洲投资银行等国际金融机构资料整理

### 绿色债券和资产证券化拓宽能效投融资渠道

随着中国绿色经济发展不断增长的融资需求，绿色债券<sup>63</sup>和绿色资产证券化<sup>64</sup>市场发展大有可为。2016年，能效领域通过绿色债券募集资金的规模为328.9亿元，共发行28支产品。其中，绿色金融债约占募资规模的50%，涉及节能改造项目的企业债、公司债、中期票据等债券发行规模总计占到41.9%（图37）。

63. 中国境内绿色债券发行市场主要涉及金融债、企业债、公司债、中期票据、国家机构债5个种类。

64. 中国资产证券化产品主要包括信贷资产支持证券（信贷ABS），企业资产支持证券（企业ABS），以及银行间市场交易商协会监管的资产支持票据（ABN）三类。



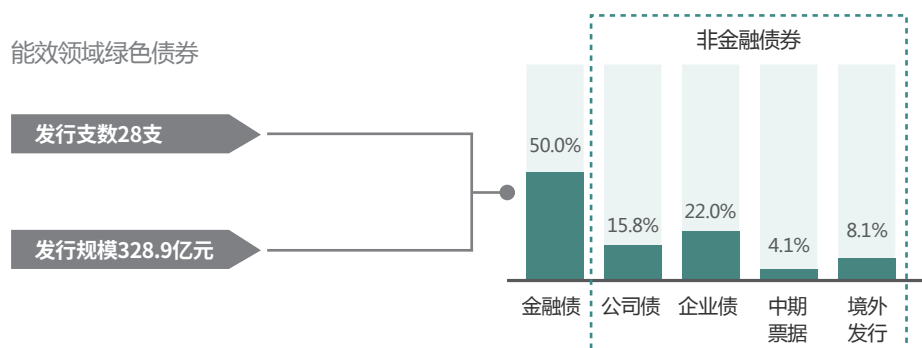


图 37 能效领域绿色债券发行规模（2016）

数据来源：根据Wind数据、中国金融信息网等资料整理

2016年，中国共发行能效领域资产证券化产品24支，全部为企业资产证券化产品，发行总规模为171.8亿元。能效资产证券化产品的基础资产类型除了企业债权资产以及应收账款类基础资产外，还有以供热收费权、上网电费收费权、新能源公交经营收费权等形式为主的收益权类基础资产（图 38）。

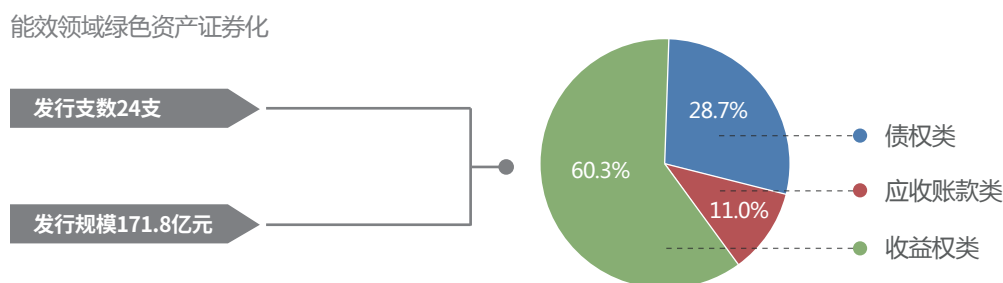


图 38 能效领域资产证券化产品发行规模（2016）

数据来源：根据Wind数据资料整理

### 能效领域受到私募股权投资青睐

能效领域已成为很多私募股权基金和创业投资基金关注的热门投资领域。受新股发行和审核提速的影响，私募股权市场进入新一轮激增，且新募基金大型化趋势较明显。2016年，中国能效领域私募股权共发生投资案例87起，披露投资金额约为81.7亿元，投资交易涉及金额约为2011至2015年期间年平均值的8倍。在披露了募资金额的案例中，目标企业大部分都属于成长型企业，投资阶段基本上集中在扩张期和成熟期（图 39）。

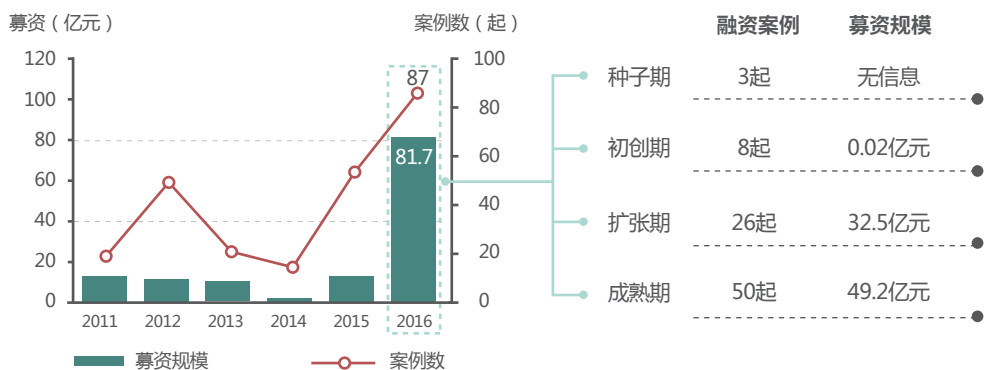


图 39 能效领域私募股权投资案例数及募资规模 (2011-2016)  
数据来源：根据清科数据资料整理

### 3.1.3 前景展望

#### 能效投资需求不减

中国目前正处在实现2020年碳排放强度目标的关键期和实现2030年左右碳排放达峰目标的发力期，各领域的节能空间正被进一步打开，节能服务边界越来越宽泛，节能的难度不断提高，边际成本不断上升，提高能效的资金需求有望加速释放。根据对2006至2015年节能工作的梳理与总结，以及对2016至2020年技术进步、淘汰落后产能、能力建设（不包括结构调整节能）等主要节能途径进行分析测算，要实现国家节能目标，2016至2020年全社会能效投资需求近2万亿元，比2006至2010年能效投资总额增长了1.3倍，与2011至2015年能效投资总额相近（图 40）。

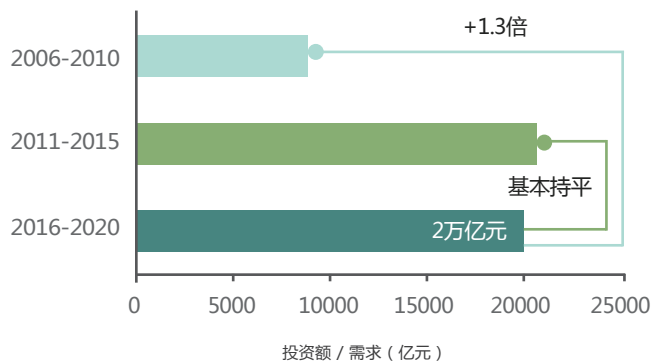


图 40 全社会能效投资需求预测 (2016-2020)

### 能效投融资发展多元化

绿色金融的蓬勃发展是近年来中国金融领域的一大亮点，绿色金融在政府和金融机构的大力推动下，正逐步由分散化、试验性的探索，向系统化、规模化推进转变，中国正在构建覆盖绿色发展、政策支持、产品创新和服务、风险控制、绿色标准认证等在内的全新绿色金融服务体系。

未来，能效领域的投融资将是在风险可控的前提下，能效项目或节能企业在积极利用商业贷款的同时，适当通过发行企业债券、中期票据、短期融资债券等方式满足能效项目不同期限的资金需求，探索投贷联动、债贷结合<sup>65</sup>等新金融产品；将是在金融资金退出渠道畅通的前提下，吸引保险公司、产业基金等长期机构投资者通过债权投资计划、股权投资计划等方式参与能效项目投资；将是在相关政策要求的前提下，探索开展能效资产证券化、节能设施融资租赁等多元化投融资方式。

### 能效投融资呈现全面跨界融合特征

随着能源生产和消费模式的转变、金融业内部和外部创新模式的不断涌现以及各环节新兴节能技术的加速创新，能效投资将打破传统发展路径和投资模式，构建全面的、一站式的、跨界融合的能效投融资体系（图 41）。事实上，不计其数的“微创新”技术，正在不断突破原有产业边界，进一步将“节能+”延伸到除工业、建筑、交通三大传统领域之外的农业、水利、仓储、环保等基础设施建设领域，加强行业间的互相渗透和边界消融；同时，通过完善金融市场、政策、产品、渠道、模式、服务体系和风险防控等重点工作，将金融活动“回归本源”的基本原则贯穿在节能产业发展的整个链条，结合能效项目的特点、融资需求，把控资金流向，建立协调统一、标准先行、风险可控、互惠共赢的新型能效与金融关系。未来，能效投资的跨界融合将降低交易成本，提高能效资金的配置效率，进一步发展壮大节能服务产业，促进社会经济的可持续发展。

65. 债贷结合是指由银行为企业制订系统性融资规划，根据项目建设融资需求，将企业债券和贷款统一纳入银行综合授信管理体系，对企业和项目债务融资实施全程管理。

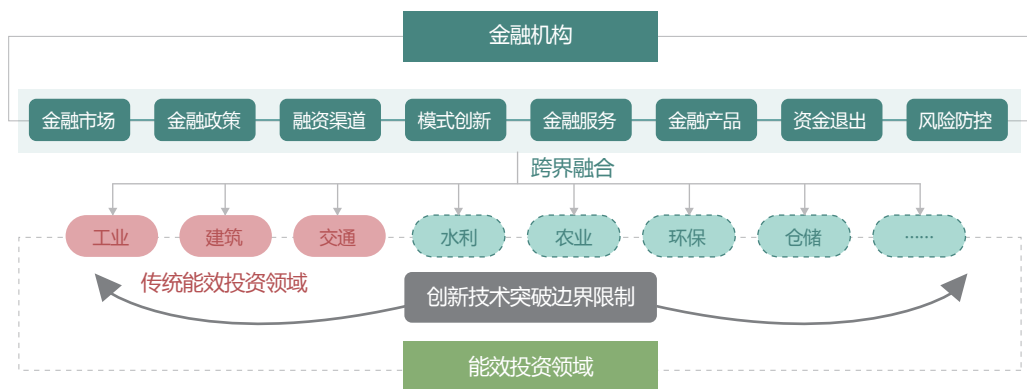


图 41 能效投融资全面跨界融合示意

## 3.2 能效市场

能效市场内涵丰富、外延广泛，其中，以合同能源管理（EPC）<sup>66</sup>为核心商业模式、提供节能与能效提升专业化服务的节能服务市场市场规模巨大，是能效市场的重要组成部分，因此本节重点讨论中国节能服务市场发展态势。

### 3.2.1 整体水平

上世纪90年代中后期，合同能源管理机制通过中国政府与全球环境基金（GEF）/世界银行（WB）合作实施的“GEF/WB中国节能促进项目”引入中国。二十年来，历经概念引进、机制示范和全面推广，节能服务公司（ESCO）<sup>67</sup>数量从少到多，市场规模从小到大，节能服务产业从无到有，快速发展。2014年以来中国节能服务市场规模始终保持全球第一。2017年，中国节能服务产业综合总产值达到4148亿元，专业化的节能服务公司逾6000家，行业从业人员近70万，合同能源管理项目投资额达到1113.4亿元，占全球同业当年总投资额的60%以上<sup>68</sup>，形成年节能能力3812万tce，CO<sub>2</sub>减排量达到1.0亿吨以上（图42）。预计到2020年，中国节能服务产业有望突破6000亿元产值，超额完成《“十三五”全民节能行动计划》提出的倍增目标。

66. 合同能源管理是节能服务公司与用能单位以契约形式约定节能项目的节能目标，节能服务公司为实现节能目标向用能单位提供必要的服务，用能单位以节能效益支付节能服务公司的投入及其合理利润的节能服务机制。

67. 节能服务公司是提供用能状况诊断、节能项目设计、融资、改造（施工、设备安装、调试）、运行管理等服务的专业化公司。

68. 数据来源：IEA Energy Efficiency 2017。

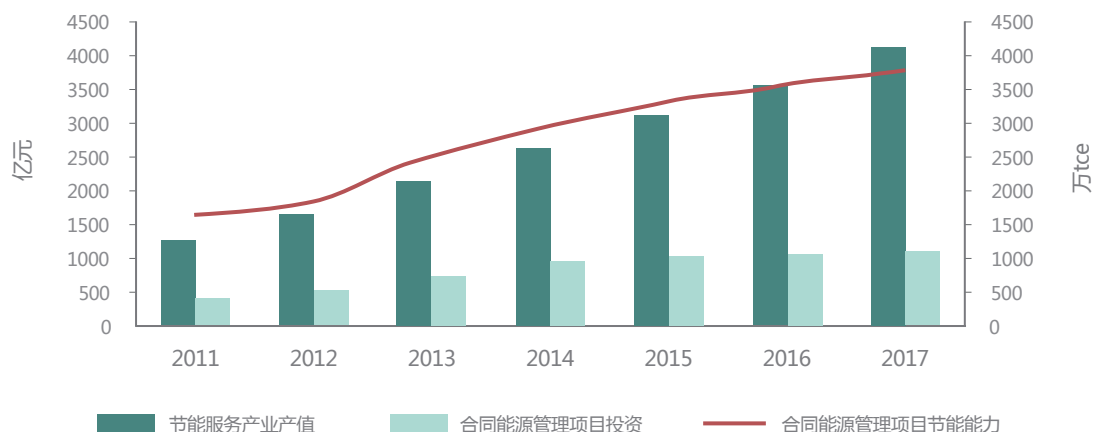


图 42 节能服务产业与合同能源管理项目变化趋势 (2011-2017)

中国节能服务产业多年来持续保持良好的发展势头，原因除了中国整体能源利用效率较世界先进水平偏低、节能潜力巨大外，还得益于中央和地方政府多年来政策支持所营造的良好发展环境。2010年，中国国务院发布《关于加快推行合同能源管理促进节能服务产业发展的意见》，确立了节能服务产业在经济转型发展和节能减排中的地位和作用；为节能服务产业提供了包括财政奖励、税收优惠、会计处理和金融支持在内的实质性支持，充分发挥了政府资金对社会资本“四两拨千斤”的撬动作用；强有力地带动了大批企业进入能效市场，产业规模迅速扩大。节能服务产业的发展不仅减少了化石能源使用、提高了能源效率，还对拉动内需、促进就业、推动地区经济发展发挥了积极的作用。

### 3.2.2 重点趋势

#### 综合能源服务或成主流模式 强力助推产业升级

综合能源服务是指以高效率、低成本、清洁化为主要特点，以能源托管的模式<sup>69</sup>为用能单位提供多内容、多环节、多形式和多模式的综合能源解决方案的一体化服务。包含能源设计规划、投资、运营等综合服务内容；通过售电业务，可联结化石能源、新能源与可再生能源多能互补的能源供应端与水电气热按需高效利用的使用端，满足用能单位差异化、绿色化、低成本化的用能需求。综合能源服务意味着能源服务行业从产业链纵向延伸走向横向互联，从以产品和技术为中心的服务模式转向以客户为中心的服务模式，在中国尚处发展初期，是有广阔前景的新业态。

69. 合同能源管理常见商业模式之一，详情参见材料 5。

近年来，随着单一、节能潜力大的工艺/设备节能改造项目逐渐实施，合同能源管理服务内容开始逐渐向系统化、运维服务长期化升级，由使用端改造向能源供应端延展、由辅助设备改造向生产工艺环节深入，已形成涵盖能源管控系统、供热系统（热水、蒸汽）节能、余热余压利用、中央空调系统节能、电机系统节能、新能源与可再生能源利用、工业锅炉窑炉节能、能量系统优化、能源站建设运营、储能技术（储电/储热）、道路/隧道绿色照明等在内的多种服务类型。加之光伏、生物质等新能源与可再生能源支持政策的出台，节能服务公司也开始在分布式光伏、生物质耦合发电等领域采用合同能源管理模式实施项目，使得合同能源管理项目类型愈加丰富。此外，中共中央国务院《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》开放电力市场，增加市场竞争。该政策发布后，中国注册成立了约12000家售电公司。以售电业务为载体，智能化的按需供能服务为节能服务公司服务升级提供广阔空间，目前已有18.7%的节能服务公司参与了售电业务，29.3%的节能服务公司拟开展售电业务。

节能服务公司具备向综合能源服务商升级的先天优势，随着综合能源服务的快速兴起，未来将有效增加服务维度、拓展服务深度，进一步挖掘能效潜力，提质增效。能源互联网技术与能源系统综合集成、智能化运行与维护对节能服务公司都提出了更高的要求，将推动行业进入优胜劣汰的过程，节能服务产业将会涌现更多具备核心竞争力和整合能力的企业，强力助推产业升级换代。在节能服务公司向综合能源服务商转变的同时，供电和电网企业也在积极朝综合能源服务商转型，这两类企业需要进一步加强对用户实际用能需求的响应和与专业服务企业的配合。节能服务公司作为专业的服务企业，未来将有机会与大中型企业合作，拓展业务范围和市场。从长远看，无论节能服务公司自身升级成综合能源服务商还是为综合能源服务商提供专业技术服务，综合能源服务都很可能成为未来节能服务的主流服务模式。

### 项目类别多元化 建筑节能服务市场快速发展

中国合同能源管理市场长期以工业项目为主。过去的几年，由于诸多高耗能工业行业面临市场疲软、产能过剩、开工不足、限产提标等境地，更多节能服务公司开始把眼光聚焦在不受经济周期影响、回款相对稳定的建筑节能和基础设施节能领域，单体项目投资额较大的项目（如清洁供暖等类型的项目）日渐增多，推动建筑领域和基础设施领域投资占比逐年提高。2015年中国国家发改委和住建部发布了《余热暖民工程实施方案》等多项政策，国家发改委提出“要坚持从实际出发，居民供暖宜电则电、宜煤则煤、宜气则气、宜油则油”[48]，为节能服务公司打破原有供暖体制、利用合同能源管理等市场化机制进入清洁供暖领域打开了空间。加之前文提到的技术综合化

发展，使项目类别从以工业为主逐渐转变为包括建筑和基础设施在内的多元发展。据中国节能协会节能服务产业委员会（EMCA）调研，有44.8%的节能服务公司实施了供热系统（热水/蒸汽）节能类项目，这类项目兼具回款较好、项目收益稳定、项目经营周期较长等特点，加之采暖线南移带来江浙沪豫皖等地区新增的供暖需求，清洁供暖将是节能服务公司未来三年最具前景的项目领域之一。

### 商业模式平衡发展 能源服务托管日趋增加

合同能源管理机制引入中国二十年来，历经示范和本土化推广、创新，商业模式已从最初以节能效益分享型为主，逐步发展成节能效益分享型、节能量保证型、能源费用托管型和融资租赁型四大模式平衡发展（材料5）。根据客户的不同需求、防控风险需要及外部融资机构要求，可组合为多种复合模式，最大限度保障项目各方利益。

材料 5 合同能源管理常见商业模式

**节能效益分享型** 在项目期内用户和节能服务公司双方分享节能效益的合同类型。

**节能量保证型** 用户投资，合同期内节能服务公司向用户提供节能服务并承诺保证项目节能效益的合同类型。

**能源费用托管型** 合同期内，用户委托节能服务公司出资进行能源系统的节能改造和运行管理，并按照双方约定将该能源系统的能源费用交节能服务公司管理，系统节约的能源费用归节能服务公司的合同类型。

**融资租赁型** 合同期内，融资公司投资购买节能服务公司的节能设备和服务，并租赁给用户使用，根据协议定期向用户收取租赁费用。

来源：参考《中美合同能源管理市场潜力分析白皮书》整理

节能效益分享型作为“十二五”期间财政奖励唯一支持的商业模式，多年来始终是主流模式，但投资占比也呈逐步下降趋势：从“十二五”期间平均占比70%下降至2017年的60%左右。相比之下，能源费用托管型项目投资增速较快，发展势头强劲。较之节能效益分享型，能源费用托管型是真正意义上具有长效机制的合同能源管理模式，有效解决了节能效益分享模式甲乙双方地位不对等、节能量监测与确认的扯皮、效益回款困难、融资难等问题，不仅可以拉长合同期、有效提升客户粘度，而且降低了回款风险、增加了节能服务公司的现金流，报表优化效果明显，突出了节能服务公司提供专业化服务的核心功能。2017年以来，在医院、酒店、高校等公共机构已实施了多个多系统托管类服务项目。



公共机构推广合同能源管理模式存在业主机构内生动力不足、会计支付制度、招投标制度等方面的问题，但《政府会计制度》的实施和国家机关事务管理局等各级主管部门相关规范和指导性文件的出台，将推动公共机构合同能源管理服务市场快速发展。预计未来三年公共机构合同能源管理项目投资规模将大幅提升，能源费用托管型有望成为公共机构开展节能与能效提升工作的最佳模式。

### 融资模式灵活创新 融资成本稳中有降

节能服务产业的发展需要大量资金投入，只有金融业的深度参与才能让这个产业可持续地发展。2010年后，在财政奖励、税收优惠等直接支持政策的强力推动下，中国节能服务产业得到了跨越式发展，资金来源也从依靠自有资金为主，逐渐发展为银行信贷、融资租赁、担保、发行债券、上市等多种渠道与模式。对此，世界银行、国际金融公司（IFC）、亚洲开发银行（ADB）以及法国开发署（AFD）等机构功不可没，这些机构通过能力建设、风险分担、绿色转贷等方式，与浦发银行、北京银行、华夏银行、兴业银行等国内金融机构开展合作。合作增加了国内金融机构的风险识别与把控能力，锻炼了团队。北京银行和浦发银行率先推出了针对合同能源管理项目未来收益权的创新金融产品，大量中小节能服务公司从中受益。材料6展示了更多灵活融资模式助力中国节能服务市场发展的例子。

材料 6 多样化融资模式助力节能服务市场发展

#### 国际机构大力支持下的中国金融机构融资创新

2017年，在世界银行支持下，华夏银行推出了“世界银行京津冀大气污染防治融资创新”项目，在钢铁和电力领域开展节能改造的多家节能服务公司获得了资金支持，贷款利率优势明显；

在亚洲开发银行的支持下，中国投融资担保股份有限公司正式启动“京津冀区域大气污染防治中投投融资促进项目”，通过金融机构转贷形式，综合利用多种金融工具，建立绿色金融平台。项目范围涵盖节能减排、清洁能源的推广利用、废弃物资源化利用、绿色交通各个领域。

#### 中国金融机构推出多样化的融资模式

**绿色债券：**浦发银行、兴业银行、北京银行2017年通过发行绿色债券获取近千亿资金投向绿色项目，合同能源管理类节能与能效提升项目是其中重要方向之一；

**绿色资产证券化：**部分银行和融资租赁公司尝试接受节能服务公司提供的特许经营权作为质押，为其绿色交通、集中供暖等类项目提供贷款并探讨设计绿色资产证券化产品；

**保险类产品：**部分保险公司和保险经纪公司也在和银行深入交流，尝试通过保险为能效项目的履约提供增信和风险分担从而协助融资。



### 中国未来的融资创新方向

在互联互通大趋势下，产业边界不断拓宽，商务模式不断创新、正处于快速成长期，将会出现更多的创新甚至变革机会，单一的融资模式已经不能满足节能服务公司在发展中对资金的需求。为从股权、债权联动、融合等角度更深入地推动产业与资本深度对接，中国首支以能效为主投向之一的“协同创新青域生态产业基金”正在发起和创立。基金将以股权投资、夹层投资等方式联合传统金融机构、撬动更多社会资本为能效产业企业量身定制从公司股权、项目债权、夹层并购基金、PPP基金等灵活的资金解决方案。

据EMCA统计，2017年合同能源管理项目融资超过700亿元。银行信贷是外部资金第一大来源，占比41.0%；融资租赁和股权融资较往年有上升趋势（图43）。特别是股权融资，2017年，部分有技术或运营服务优势的民营节能服务公司获得了上市公司或国有企业的资金注入，扩大了公司总体规模，加速了企业发展。从融资成本角度，约57.3%外来资金的年化融资成本在10%以下，较过去略有下降。这是源于节能服务公司经过多年的经营发展，构建了较为成熟的业务领域和商业模式，得到了金融机构的认可，提高了自身的信用，实现了融资成本的降低，形成了较为稳定的资金链。

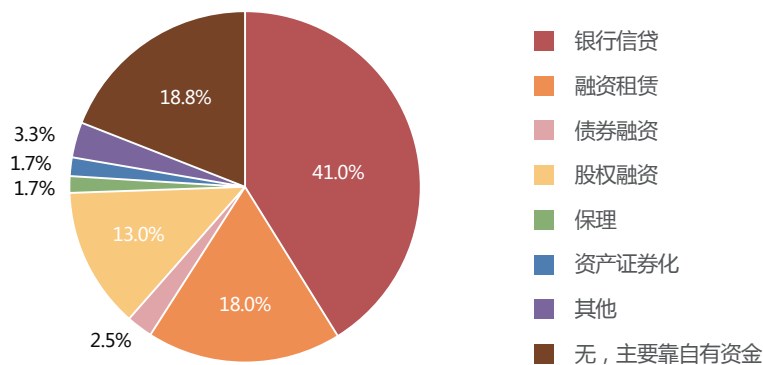


图 43 节能服务公司主要资金来源及占比（2017）

### 3.2.3 前景展望

#### 生态环境污染治理及能源消费控制政策趋紧，为产业持续发展开辟新空间

近年来，中国节能环保政策出台频率之高、污染治理和结构调整力度之大都前所未有。通过制定“十三五”

生态环境保护规划、划定生态保护红线、打赢蓝天保卫战等一系列政策与要求，实施环保督查全覆盖，中国的环保工作已从“重形式”向“看效果”转变，各地淘汰和关闭了一大批不达标的产能与企业。钢铁、化工、建材、有色等高耗能行业以及“2+26”控排城市更是压力巨大，斥资建设各类末端治理设施，尽管目前成效显著，但从“十三五”规划的目标以及更长期的环境质量提升目标来看，末端治理存在成本剧增或技术瓶颈等问题。相反，以节能与能效提升为核心的源头治理，不仅可以减少化石能源的利用，有效减少能源费用支出，更可以用较低的成本减少各种污染物的产生与排放，是既治标又治本的治理模式。2017年，北京、天津、西安等地先后出台降低氮氧化物排放浓度的严厉政策，部分节能服务公司抓住机遇，从锅炉燃烧方式切入，控制氮氧化物产生数量，减少燃料成本的同时还直接取代末端脱销设备，初始投资低、减排效果稳定，极具经济价值。

中国政府实施能源消费总量和强度“双控”行动，将能源消费总量目标分解至各地，对工业、建筑、交通各个部门都提出了要求，并积极实施燃煤锅炉节能环保综合提升、电机系统能效提升、余热暖民、绿色照明、节能技术装备产业化示范、重点用能单位综合能效提升、合同能源管理推进、城镇化节能升级改造等节能重点工程。此外，为建立碳减排的市场化机制，中国碳市场于2017年正式启动，高耗能行业将面临不断收紧的碳管控新常态的压力，碳市场建立的碳定价机制将增加企业的经营成本，不按时合规履约将增加经济和行政处罚的风险，势必要求各类控排企业优化管理体系、提升管理效率。加之进一步的结构调整和布局优化等举措，都将进一步激发用能企业降本增效的内生动力，倒逼出对专业化、综合化节能服务的常态需求，为有核心服务能力的节能服务公司创造了市场机遇，为节能服务产业的可持续发展开辟出新的市场空间。

### 节能服务产业转型升级，向大中型综合化节能服务公司集中

2017年，节能服务公司平均总资产规模已从2013年的3000万元，增加到6760万元；年节能能力在10000 tce以上的合同能源管理项目超过四分之一，产业规模较往年有所提升。但从产业构成看，6000多家企业中90%仍为中小企业，普遍存在业务领域狭窄，平均规模偏小，技术研发、系统化服务、融资、抗风险能力不足等问题。

一方面，行业资源的高度集中趋势将更残酷地挤压中小企业的生存空间。中小企业唯有加强创新，提高核心竞争力，专注细分市场，做专做精，走差异化之路，才有可能通过服务于综合化节能服务公司实现自我发展。

另一方面，面对节能与能效提升项目多系统、综合化、智能化、深入化的难度提升，单点项目向园区级、地区级甚至城市级项目的层级提升，行业竞争已由最初的粗放竞争、市场关系竞争逐渐转向以资本、技术为代表的综合实力竞争，从最初的增量竞争逐渐转变为存量竞争，对节能服务公司技术能力、融资能力、服务能力、风险把控能力、资源整合能力等方方面面提出了更高的要求。产业需要培育具备技术、资金及资源整合优势的大中型企业，引领产业的发展与转型升级。中国的节能服务产业将经过不断整合、升级，未来三至五年产业集中度将进一步提高，具有技术优势和规模效应的龙头企业将在行业竞争中脱颖而出，产业将向中大型综合化的企业群体集中。

上市公司利用自身技术、市场及资金的优势，多方发力，极大地助推了节能服务产业整体规模的提升，将是未来节能服务市场最具竞争力的参与主体之一。目前节能环保领域共有151家上市公司（含主板、中小板和创业板），其中2017年报中提及合同能源管理与节能业务的公司为60家。这60家公司2017年报总营业收入9120亿元，净利润685亿元，主营领域以清洁供暖、LED绿色道路照明改造、余热余压利用及建筑节能为主，区域能源服务和分布式能源业务增长势头明显。从项目实施主体看，上市公司开展节能服务业务，有部分以总公司为主体，还有部分专门成立了节能服务子公司，据不完全统计，上述60家上市公司中已有15家成立节能服务子公司，其中多以设备制造商和供应商居多，利用合同能源管理模式，帮助母公司从单一的设备买卖向设备+服务一体化方向开拓，为上市公司带来高额服务利润<sup>70</sup>。随着竞争的不断加剧，除成立自有节能服务公司，上市公司行业横向与纵向并购也逐渐增多，不仅可以迅速增加业绩，满足净利持续增长的基本诉求，还可以有机会借助被并购企业的独特优势，做大做强产业链，实现产业链各个环节资源的深度整合和优化，提高整体竞争力，获得更大市场机会。

70. 资料来源：银河证券系统。

## 4 主要结论和建议

1992年《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的签订开创了全球共同应对气候变化的历史，此后经历了大大小小的波折，《巴黎协定》的签订使全球应对气候变化达成了空前广泛的共识，为实现2℃温控目标采取一致行动。能效既是实现这一目标的关键手段，又是促进经济繁荣增长的重要驱动力，是备受关注的“第一能源”。在这期间，中国经济高速增长，切身体验到了粗放式经济发展带来的能源、气候变化问题，以1998年《节能法》实施为标志，中国逐步将能效提上最重要的政府议程之一。

中国建立健全了以政府及其节能主管部门和有关部门为主干的节能管理体系，各级政府及其部门合理分工、各司其职、紧密配合，为提升能效和应对气候变化相关工作做好了组织上的充分保障。《节能法》颁布以后，中国政府出台实施了一系列综合性和专项节能法规；2006年起，更是全面重视节能减排，从全局出发，纳入对于全球共同利益的考量，制定了一系列宏观、长期的节能减排综合规划和针对性的专项法规，为促进全国能效提升和具体领域节能工作的规范营造了良好的政策环境。社会资本近年来在政策利好的驱动下，也越发青睐能效领域，越来越多的资金流入大大促进了相关科研、技术、项目的发展实施。与此同时，中国积极参与应对气候变化和能源挑战的全球合作，用自身的技术、经验和对其他国家的辐射影响力为全球节能减排的努力做出不可忽视的贡献，并在电动车、区域能源互联等领域主动发声，引领全球形成应对气候变化和能源挑战的合力，受到了国际社会的支持和赞赏。

中国政府的不懈努力收效显著。1998至2017年，中国能源消费强度持续下降，总体下降幅度近40%。能效的提升有效减缓了能源需求的增长，其中2005至2017年能源消费总量增势显著放缓，增速下降10.5个百分点，2017年能源消费总量较上年仅增加3.0%<sup>71</sup>。

其中工业部门作为中国经济和能源消费共同的最主要贡献者，在经历经济转型、产业结构调整、淘汰落后产能后，工业能源消费强度持续下降，同时主要高耗能行业能源消费增速持续下降，工业部门仍将长期作为中国能

71. 数据来源：中国能源统计年鉴。

效提升的主战场；在建筑领域，中国正处于高速城镇化进程中并且预计持续到2030年，因此总建筑面积、建筑能源强度和建筑能源消费总量在中短期内仍将维持刚性增长，“既要满足人民对建筑服务水平提升的需求，又要避免过度的能源消耗”是这一时期建筑能效所面临的主要挑战，中国针对新建建筑节能、既有建筑节能改造、公共机构能效提升出台实施了一系列标准，同时可再生和清洁能源也在中国建筑中得到越来越广泛的应用；交通方面，中国是当今世界最大的道路机动车市场，预计到2050年，中国客货运输总量还将增长4-5倍[28]，长期维持刚性增长，中国政府自2005年起实施的一系列针对乘用车和重型商用车的能效标准和政策在调整中持续发力，加之中国作为全球最大的电动车市场，将确保中国交通部门的高质量、高效能发展。还值得一提的是，自上世纪90年代后期中国引入合同能源管理机制以来，节能服务产业快速发展，能效市场规模更是从2014年后始终保持全球第一，服务于工业、建筑、公共基础设施等各部门，采用合同能源管理的商业模式为先进能效技术在全社会的推广应用做出了不容小觑的贡献。

中国能效提升还有巨大的潜力，可以从以下方面着手进一步挖掘。

● **持续提高能效标准，提升最低标准、建立引导性标准。**

最低标准为市场能效表现确立“底线”，因而提升最低标准有助于提升市场整体的平均能效水平；而引导性标准通过“评优”，鼓励市场中有能力的主体不仅仅满足于达到最低标准，更不断努力争取达到更好的能效水平。两相作用下，整个社会的能效水平有望得到全方位的提升。

● **确保能效政策的实施，将能效提升落到实处。**

政策在实施的最初阶段往往与设计初衷存在一定的差距，只有将实施效果作为政策调整的依据、根据实际情况及时调整政策，才能确保政策的真正实施，达到最理想的实施效果。

● **大力推动能效技术研发、应用和推广。**

采用已有技术可以达到的节能效果毕竟是有限的，只有不断开发新技术才能为中国能效提升不断开辟新的空间，也是中国经济高效、高质量发展的立身之本。此外，在互联网和智能化时代，能效技术与信息技术的结合可以极大提升生产力，是大势所趋。

● **促进技术整合、项目协同和系统综合化发展。**

能效项目正在越来越多地向整合、协同、综合化发展，在工业、建筑部门和能效市场都有很好的体现。只

有综合性的技术和一体化的解决方案才能更好地适应项目的综合协同发展，进一步整合形成综合化系统，发挥“1+1>2”的作用。

- **提高社会资本和企业的参与度。**

依靠政府的政策或财政激励促进能效提升在初始阶段能够起到很好的作用，但长远来看，中国应该致力于打造一套合乎成本效益的自维持体系，社会资本的作用不言而喻。一方面，在能效政策已经成熟的领域，政府补贴正在或已经逐步撤出，此时应采取相应措施引入外部融资，充分发挥社会资本和市场的作用，使该领域持续、健康、稳定地发展；另一方面，企业作为能效提升的重要主体之一，只有发挥它们的主观能动性，让它们充分意识到提升能效是为了企业的长远发展，全社会的节能减排才能自动、自发、积极和可持续。

- **继续积极参与国际合作。**

技术的交流、思想的碰撞和经验的传播和借鉴，是中国能效提升和应对气候变化永不枯竭的“源头活水”。中国在能效提升方面取得的成效和对全球应对气候变化的贡献毋庸置疑，但还需要在长期持续的国际合作中进一步丰富提高。

中国将从全球能效提升和生态文明建设的参与者、贡献者逐步成长为引领者，带动更多国家一起为应对气候变化和能源挑战而不懈努力。期待中国能效在全球能效的平台上继续发光发热，作为全球应对气候变化合力的中坚力量，与各国继续精诚合作，共同为人类可持续发展而不懈奋斗。

## 参考文献

- [ 1 ] European Commission. Energy Efficiency. European Commission. Accessed on June 18, 2018.  
Available at :  
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>.
- [ 2 ] Lovins, A. Energy Strategy: The Road Not Taken? Friends of the Earth' s Not Man Apart, 6 (20): 5-15.  
Available at:  
<https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/04/Energy-Strategy-The-Road-Not-Taken-Reprint-from-Foreign-Affairs-1976.pdf>.
- [ 3 ] Yang, M.; Yu, X. Energy Efficiency: Benefits for Environment and Society. London, the United Kingdom: Springer-Verlag, 2015: 11-18.  
Retrieved from:  
<https://www.springer.com/us/book/9781447166658>.
- [ 4 ] International Energy Agency. From Hidden Fuel to World' s First Fuel? International Energy Agency, October 16, 2013. Accessed on June 18, 2018.  
Available at  
<https://www.iea.org/newsroom/news/2013/october/from-hidden-fuel-to-worlds-first-fuel.html>.
- [ 5 ] Crossley, D. 将能效作为中国电力行业的一种资源. 中国·北京: 睿博能源智库, 2014: 5-9.  
<http://www.raponline.org/wp-content/uploads/2016/05/rap-crossley-energyefficiencyasaresourceinchina-final-2014-aug-01.pdf>.
- [ 6 ] Jouzel, J.; Debroise, A. The Climate Change – Objective: 2 Degrees C. Paris, France: Editions Dunod, 2014.
- [ 7 ] United Nations. The Paris Agreement. UNFCCC. Accessed on June 19, 2018.  
Available at:  
<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.
- [ 8 ] International Energy Agency. Meeting Climate Change Goals Through Energy Efficiency: Energy Efficiency Insights Brief. International Energy Agency, 2017. Accessed on June 18, 2018.  
Available at:



- <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MeetingClimateChangeGoalsEnergyEfficiencyInsightsBrief.pdf>.
- [9] U.S. Energy Information Administration. What is the United States' share of world energy consumption? U.S. Energy Information Administration (EIA), August 2, 2018. Accessed on June 19, 2018.  
Available at:  
<https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=87&t=1>.
- [10] Union of Concerned Scientists. Each Country's Share of CO2 Emissions. Union of Concerned Scientists, November 20, 2017. Accessed on June 19, 2018.  
Available at :  
<https://www.ucsusa.org/global-warming/science-and-impacts/science/each-countrys-share-of-co2.html#.W6L57BMzAZ>.
- [11] British Broadcasting Corporation. 美国强启退出巴黎气候协定带来哪些影响. BBC News 中文, August 5, 2017. Accessed on June 19, 2018.  
Available at:  
<https://www.bbc.com/zhongwen/simp/science-40835998>.
- [12] 王晓枫. 特朗普宣布美国退出《巴黎协定》. 新京报: 2017-06-03[2018-06-19].  
<http://www.bjnews.com.cn/world/2017/06/03/445553.html>.
- [13] The European Parliament and the Council of the European Union. 2012 Energy Efficiency Directive. European Commission, October 25, 2012. Accessed on September 12, 2018.  
Available at:  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>.
- [14] International Energy Agency. Energy Efficiency 2017. France: International Energy Agency, 2017: 11-14.  
Retrieved from:  
[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf).
- [15] 新华社. (两会受权发布) 关于国务院机构改革方案的说明. 新华网, 2018-03-13[2018-06-19].  
[http://www.xinhuanet.com/politics/2018lh/2018-03/14/c\\_1122533011.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2018lh/2018-03/14/c_1122533011.htm)

- [16] Pacific Northwest National Laboratory, Lawrence Berkley National Laboratory and ESCO Committee of China Energy Conservation Association. White Paper: Unleashing Energy Efficiency Retrofits through Energy Performance Contracts in China and the United States. The United States: Pacific Northwest National Laboratory and Lawrence Berkley National Laboratory, April 2015: 1-3.  
Retrieved from:  
[http://www.globalchange.umd.edu/data/epc/EPC\\_Market\\_Opportunity\\_Paper\\_final0429.pdf](http://www.globalchange.umd.edu/data/epc/EPC_Market_Opportunity_Paper_final0429.pdf).
- [17] 全国人大常委会. 中华人民共和国节约能源法, 1997-11-1[2007-10-28].  
[http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content\\_788493.htm](http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content_788493.htm).
- [18] 中国水网. 中国碳排放量居全球首位 高于美国和欧盟综合. 中国水网: 2014-09-28[2018-06-19].  
<http://www.h2o-china.com/news/215359.html>
- [19] 新浪财经. 中国超过美国成为第一大能源消费国. 新浪财经\_新浪网: 2010-07-20[2018-06-19].  
<http://finance.sina.com.cn/g/20100720/03568324755.shtml>
- [20] 中国国家发展和改革委员会. G20能效引领计划. 中国政府网: 2017-02-14[2018-06-19].  
<http://www.gov.cn/xinwen/2017-02/14/5167959/files/c41b279551f04bd49f454b92aedc8257.pdf>.
- [21] 中国国家发展和改革委员会. 四部门联合发布《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》. 中国政府网: 2017-05-27[2018-06-19].  
[http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/27/content\\_5197523.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/27/content_5197523.htm).
- [22] 中国科学技术部. 科技部副部长李萌出席第九届清洁能源部长级会议及第三届创新使命部长级会议. 中华人民共和国科学技术部: 2018-06-05[2018-06-19].  
[http://www.most.gov.cn/kjbgz/201806/t20180605\\_139765.htm](http://www.most.gov.cn/kjbgz/201806/t20180605_139765.htm).
- [23] 江国成. 我国第一个低碳日17日来临 全国将开展多项活动. 中国政府网: 2013-06-16[2018-06-19].  
[http://www.gov.cn/govweb/jrzg/2013-06/16/content\\_2426890.htm](http://www.gov.cn/govweb/jrzg/2013-06/16/content_2426890.htm).
- [24] 楚天金报. 中国首次明确城镇化路径 目标2030年城镇化率达70%. 新浪地产: 2013-06-28[2018-10-23].  
<http://news.dichan.sina.com.cn/2013/06/28/775532.html>.
- [25] 中国国家发展和改革委员会. 关于印发“十一五”十大重点节能工程实施意见的通知. 中华人民共和国国家发展和改革委员会: 2006-07-25[2018-06-19].

- [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/200608/t20060802\\_78934.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/200608/t20060802_78934.html).
- [26] 中国国务院. 国务院关于印发节能减排“十二五”规划的通知. 中国政府网: 2012-08-06[2018-06-19].  
[http://www.gov.cn/zwgg/2012-08/21/content\\_2207867.htm](http://www.gov.cn/zwgg/2012-08/21/content_2207867.htm).
- [27] 戴彦德, 熊华文, 焦健. 2020年中国工业部门实现节能潜力的技术路线图研究. 中国·北京: 中国科学技术出版社, 2013.
- [28] 戴彦德, 田智宇, 杨宏伟等. 重塑能源: 中国 综合卷. 中国·北京: 中国科学技术出版社, 2017.
- [29] 中国发展网. 聚焦能源热点凝聚全球智慧共议节能管理与绿色消费——加强能源节约与管理助推绿色消费国际会议在京召开. 中国发展网: 2017-06-05[2018-06-22].  
<http://www.chinadevelopment.com.cn/fgw/2017/06/1146889.shtml>.
- [30] 中国国务院. 国务院关于印发《中国制造2025》的通知. 中国政府网: 2015-05-08[2018-06-22].  
[http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content\\_2873744.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2873744.htm).
- [31] 中国新闻网. 苗圩: 中国220多种工业品产量居全球第一位. 中国新闻网: 2013-03-25[2018-06-24].  
<http://www.chinanews.com/gn/2013/03-25/4672141.shtml>.
- [32] 崔玉平. 三一形成全产业链示范应用. 国家重大技术装备网: 2016-03-16[2018-06-24].  
[http://www.chinaequip.gov.cn/2016-03/16/c\\_135194191.htm](http://www.chinaequip.gov.cn/2016-03/16/c_135194191.htm).
- [33] 中国国家发改委发展规划司. 国家新型城镇化规划(2014-2020年). 中华人民共和国国家发展和改革委员会: 2016-05-05[2018-06-14].  
[http://ghs.ndrc.gov.cn/zftp/xxczhjs/ghzc/201605/t20160505\\_800839.html](http://ghs.ndrc.gov.cn/zftp/xxczhjs/ghzc/201605/t20160505_800839.html).
- [34] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2017. 中国·北京: 中国建筑工业出版社.
- [35] Yang, Z.; Yang, L. Evaluation of Real-World Fuel Consumption of Light-duty Vehicles in China. International Council on Clean Transportation, June 21, 2018. Accessed on September 3, 2018.  
Available at:  
[https://www.theicct.org/publications/real\\_world\\_fuel\\_consumption\\_ldv\\_china](https://www.theicct.org/publications/real_world_fuel_consumption_ldv_china).
- [36] Sharp, B.; Muncrief, R. Literature Review: Real-World Fuel Consumption of Heavy-Duty Vehicles in the United States, China, and European Union. International Council on Clean Transportation, February 9, 2015. Accessed on September 3, 2018.

Available at:

<https://www.theicct.org/publications/literature-review-real-world-fuel-consumption-heavy-duty-vehicles-united-states-china>.

- [37] 全国汽车标准化技术委员会. 第三阶段重型商用车燃料消耗量限值标准编制说明. 全国汽车标准化技术委员会: 2016-04-05[2018-09-03].

<http://www.cataarc.org.cn/Upload/file/bzyj/PDF/zhengqiuyijian-sc32-5-bzsm.pdf>.

- [38] Cui, H.; Jin, L.; Zhou, H. et al. 中国城市新能源乘用车激励政策评估. International Council on Clean Transportation, April 12, 2018. Accessed on September 4, 2018.

Available at:

<https://www.theicct.org/publications/evaluation-incentive-policies-China-urban-NEVs>.

- [39] 中国生态环境部. 中国机动车环境管理年报. 中国·北京: 中国中华人民共和国生态环境部, 2018.

<http://dqhj.mee.gov.cn/jdchjgl/zhgldt/201806/P020180604354753261746.pdf>.

- [40] Delgado, O.; Li, H. Market Analysis and Fuel Efficiency Technology Potential of Heavy-Duty Vehicles in China. Washington DC, the United States: International Council on Clean Transportation, 2017.

[https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/China-HDV-Market-Tech\\_ICCT-White-Paper\\_20072017\\_vF.pdf](https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/China-HDV-Market-Tech_ICCT-White-Paper_20072017_vF.pdf).

- [41] 中国工信部, 国家发改委, 中国科技部. 关于印发《汽车产业中长期发展规划》的通知. 中华人民共和国工业和信息化部: 2017-04-06[2018-09-09].

<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146562/n1146650/c5600446/content.html>.

- [42] 中国工信部. 装备工业司组织召开2018年新能源汽车和智能网联汽车标准工作计划讨论会. 中华人民共和国工业和信息化部: 2018-02-01[2018-09-09].

<http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c6044367/content.html>.

- [43] 中国能源研究会能效与投资评估专委会等. 中国能效投资进展报告2010. 中国·北京: 中国科学技术出版社, 2012.

- [44] 中国能源研究会能效与投资评估专委会等. 中国能效投资进展报告2015. 中国·北京: 中国科学技术出版社, 2017.

- [45] 中国能源研究会能效与投资评估专委会等. 中国能效投资进展报告2017 (未发布). 中国·北京, 2018.

- [46] 中国财政部. 2016年中央本级支出决算表/2016年地方一般公共预算支出决算表. 中华人民共和国财政部,

2017-06 [2018-09].

<http://yss.mof.gov.cn/2016js/index.html>.

- [47] 中国财政部. 2006-2016年中央本级支出决算表/2006-2016年地方一般公共预算支出决算表. 中华人民共和国财政部, 2017-06[2018-09].

<http://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/caizhengshuju/>.

- [48] 人民日报海外版海外网. 国家发改委:居民取暖宜煤则煤、宜气则气. 新浪军事, 2017-12-18[2018-09-15].

<http://mil.news.sina.com.cn/2017-12-18/doc-ifypffc1667562.shtml>.

附录 中国能效2017大事记

● 综合 ● 工业 ● 建筑 ● 交通 ● 投融资和市场





Tel: +8610-59800620

Fax: +8610-59800616

Email: [office@ccee.org.cn](mailto:office@ccee.org.cn)

Web: [www.ccee.org.cn](http://www.ccee.org.cn)