

武汉城市低碳发展战略与政策实践

背景报告（草稿）

编写机构：

绿色创新发展中心

支持机构：

联合国亚洲及太平洋经济社会委员会东亚和东北亚次区域办事处

2018年6月

目录

| | |
|-------------------------|----|
| 一、前言 | 3 |
| 二、城市特点与未来发展..... | 5 |
| 三、武汉城市碳排放的主要驱动因素分析..... | 9 |
| 四、低碳发展战略和政策实践..... | 13 |
| 五、结论 | 28 |
| 参考文献..... | 31 |

一、前言

在全球应对气候变化和经济区域一体化背景下，促进区域间低碳发展是东北亚地区区域合作机制之一。城市作为应对气候变化和解决环境问题的关键力量，低碳发展已经成为东北亚地区城市建设的主要内容。东北亚地区城市特点、资源禀赋、发展阶段及制度环境不同，选择的低碳发展模式和路径也各具特点。城市政府经过多年的低碳建设，在制定和实施发展战略、措施和政策手段等方面积累了丰富的经验，但同时也面临着许多问题和挑战，具有强烈的需求，与同行分享经验，借鉴学习先进实践。2014年，联合国亚太经社理事会（ESCAP）东北亚环境合作机制（NEASPEC）启动东北亚低碳城市网络平台，旨在从技术支持、能力建设、信息交流分享和研究分析四个维度支持区域内的低碳城市发展。2017年，NEASPEC第21次高管会议决定在NEA-LCCP东北亚低碳城市网络平台下开展两项研究活动——同行评议和国别比较研究，加强东北亚区域城市、专家和机构等交流合作网络平台建设。

同行评议是组织相关研究机构、专家和城市，以案例城市的低碳发展政策和实践为评议内容，基于特定指标体系和分析方法，通过技术研讨、实地考察等活动，评估其适用性、技术和实践有效性，推动同行评议专家与案例城市之间开展深入交流，分享先进的理念、高质量的信息和有效的做法。

背景报告作为同行评议的数据和信息基础，旨在呈现案例城市低碳发展的战略措施和政策实践，为同行评议专家了解城市提供事实资料。背景报告并不评估城市低碳表现，而是总结城市社会经济特征、城市发展战略和方向、低碳关键因素实际表现，以及全面阐述地方政府在全经济范围内以及重点领域内已经实施的战略和政策措施。

2010年，中国国家发展和改革委员会正式启动国家低碳试点省市工作，推动应对气候变化和低碳发展逐步成为地方政府的重要执政理念之一。截止到2017年，中国已经确定了第三批地点试点省市，涵盖了6个省区和81个城市。东北亚低碳城市网络平台选择中国武汉作为同行评议的案例城市。武汉市是位于中国中部的超大城市。作为传统的重工业型城市，武汉工业发展史是中国工业化进程的一个典型缩影。武汉是中国首批低碳试点省的省会城市和第二批低碳试点城市，自2010年开始就着手进行低碳领域的顶层设计以及制度政策建设。低碳发展已经成为武汉推动经济转型，调整产业结构，促

进工业升级改造，改善城市基础设施和公共服务质量的重要抓手。在 2015 年的中美气候峰会上，武汉市长正式承诺武汉将于 2022 年达到碳排放峰值，并将这个承诺纳入了武汉市国民经济和社会发展第十三个五年规划中。武汉市 2016 年和 2017 年分别发布了《武汉市低碳发展“十三五”规划》和《武汉市碳排放达峰行动计划（2017-2022）》。武汉经过多年的低碳实践，正从探索阶段转向质量提升阶段，在低碳战略措施、体制机制、政策手段的建立和创新方面已经取得显著进展，对中国城市低碳建设具有一定的示范和引领效应。

城市气候条件、自然地理、区域特征、地域文化、资源状况、文化观点、产业格局、行政层级、城市功能战略定位及发展重点等因素是低碳发展战略和政策实施的自然社会经济和政治土壤，也影响到低碳发展各种驱动因素的未来变化状况。城市碳减排和环境保护具有公共物品性，政府是城市低碳转型的关键推手。地方政府需要从顶层设计、管制体制机制到重点领域战略措施及政策手段等各个层面落实中央和省级政府的决策部署，并出台和实施具有地方性特色的具体措施和政策推进绿色低碳转型。

若全面系统勾勒武汉低碳发展模式，需要回答如下问题：武汉市是在哪些自然社会经济政治环境特点下进行低碳发展实践的？影响低碳发展的关键因素是如何变化的？地方政府在哪些领域采取了哪些战略措施和政策工具？为此，武汉背景报告包括以下四部分，每部分内容都是以事实阐述为主，不做过多的分析和评论。

第一部分，城市特点和未来发展。中国幅员辽阔，不同城市在地理位置、资源禀赋、产业布局、城市文化及传统习惯等方面各具特点，这些特征就如看不见的手影响着城市发展模式。这部分内容可以帮助我们了解城市低碳发展的基础条件，以及有可能面临的障碍和挑战。

第二部分，关键驱动因素历史变化。低碳发展区别于其他发展理念的核心要素是减少碳排放。降低碳排放是一个系统性问题，是由城市人口、经济发展、能源消耗、能源结构和低碳技术等多维度因素决定的。系统梳理武汉影响碳排放的各个因素的历史变化及未来趋势，可以了解城市低碳发展现状和未来面临的挑战。

第三部分，低碳发展战略和政策实践。低碳城市发展覆盖了城市多个部门和领域，包括能源、产业、交通、建筑、市政实施、土地利用和空间形态、公众消费行为等

城市建设的方方面面。这部分会对“十二五”武汉的低碳发展管理体系、战略措施、政策工具进行梳理，以及关键指标的表现情况。

第四部分，结论。这一部分总结阐述武汉低碳发展的社会经济政治环境特点、关键驱动因素变化趋势，以及低碳发展战略和政策工具实践状况。

二、城市特点与未来发展

武汉城市应水而兴，历经 3500 年历史演变，发展成为中国中部和长江中游地区唯一人口超过千万，地区生产总值超过万亿元的城市，是一座历史文化底蕴深厚的现代化城市。武汉城市发展特点，既符合城市发展过程的一般规律，也顺应其特有的地理位置、气候生态环境以及历史沉淀下来的社会、经济、文化基础。气候条件、自然地理、区域特征、地域文化、资源状况、产业格局、政府行政层级等方面特征构成了武汉低碳发展战略和政策实践的社会文化经济土壤。

1、武汉是中部地区经济中心城市，以及其独特的地理和气候条件，决定其能源消费需求较高。同时，武汉能源资源又非常匮乏，资源环境约束日益严峻。低碳转型成为城市发展的必然选择

武汉气候条件具有显著的夏季炎热，降雨充沛特征。武汉市是亚热带湿润季风气候，四季分明，夏热冬冷。雨量充沛，市区年均降水量约为 1200 毫米。夏天非常闷热，是中国城市中“三大火炉”之一。

武汉自然地理特征决定城市空间发展具有多中心特征。武汉市全域 8569 平方公里，其中现行都市发展区 3261 平方公里和中心城区 678 平方公里。“两江交汇、湖泊密布、山水相间”概括了武汉市的自然地理特征。这样的自然地理特征造就城市空间拓展重点和方向呈现顺江发展、离岸推进的特点，城市发展空间具有不平衡性，很难集中布局、均衡发展。

武汉地处中国经济地理中心，位于中原腹地，具有四通八达的区位优势。作为中部地区的中心城市，武汉承东启西、衔接南北，素有“九省通衢”之称，集铁路、公路、水运、航空于一体，是内陆最大的水陆空交通枢纽。

武汉能源资源贫乏，能源供应依赖周边地区，但非金属矿产资源丰富，工业

制造业比较发达。武汉市资源禀赋具有“无煤、无油、无气”特点。能源供应主要依靠周边地区的能源基地，包括葛洲坝、丹江口、隔河岩及三峡水电等四大水电站和平顶山煤矿等。武汉非金属矿产资源丰富，用途广泛，为武汉冶金、建材、化工和化肥工业提供了良好的资源条件。武汉发达的工业制造业对能源需求较高。

武汉经济长期高速增长导致环境承载力、生态修复和治污减排面临较大压力。“十一五”和“十二五”期间，武汉国民生产总值年均增长率保持在10%以上，武汉市第二产业特别是电力、钢铁、建材、化工等高污染高耗能企业比重较大。随着人民生活水平提高，城市交通的快速发展，工业、交通和生活环境污染交织，导致城市环境问题日趋复杂，传统煤烟型污染与臭氧、细颗粒物、挥发性有机物污染并存，水环境质量和垃圾处理问题仍旧突出。

2、武汉历史文化悠久，科技创新资源丰富，具有开放、灵活、包容和多元性，为吸收、打造和践行低碳城市建设理念提供了深厚的思想意识土壤

武汉的地域文化呈现出自由格局和礼制观念互融的多元化和包容性气质。地域文化从观点、思维和行为上影响城市发展的决策、战略形成和实施。武汉是长江文化带系中的荆楚文化（通江达海的江河文化）的重要繁衍地域。由于地处南北东西交通要地，荆楚文化受中原文化和南方、长江中上游和下游文化交流的影响，具有“敢为人先、追求卓越”的城市精神特质。

武汉是科技、智力资源高度聚集的城市。武汉市拥有200多个专业性科研院所，80多个高等院校，是全国重要的科技教育中心，其综合实力仅次于北京、上海位居第三，拥有雄厚的创新资源。

3、作为重工业城市，产业结构调整和产业升级是武汉目前以及未来一段时间内城市工作的重中之重

武汉是传统重工业城市，正处于老工业基地向先进制造业基地转换过程。发展制造业一直是武汉城市建设的中心。从历史上可以追溯到100多年前的晚清时期，当时汉阳铁厂、湖北布局、纺纱局、制麻局和汉阳兵工厂的规模居全国前列，奠定了武汉工业中心的传统地位。新中国成立之后，武汉凭借其工业基础、地理位置和战略地位，成为中国重工业的重点布局发展城市，形成了以冶金工业、机械制造和纺织工业为主的

门类齐全的工业体系。改革开放以后，武汉进一步发展家电、塑料制品、毛纺织、民用电子等消费品工业。到 20 世纪 90 年代末，武汉从纺织、冶金、化工、家电为主导转变为以汽车、钢铁、光电子、医药为主导的产业结构。在西部大开发、中部崛起、武汉城市圈建设、武汉老工业基地改造、重振武汉制造等一系列国家和城市战略背景下，武汉基本形成了以钢铁、汽车及机械装备、电子信息、石油化工为支柱产业，环保、烟草及食品、家电、纺织服装、医药、造纸及包装印刷等为优势产业的产业格局。“十二五”期间，武汉进一步深入实施工业强市战略和工业计划，加快建立全国重要的先进制造中心，推动电子信息、汽车、装备制造、钢铁、石油化工、食品等产业跨上千亿元台阶。未来，武汉钢铁、纺织等传统优势产业会逐步减弱，将全力发展信息技术、生物医药、智能制造等为代表的先进制造业。

4、武汉作为副省级城市和湖北省会城市及多个国家试点城市，拥有更多行政资源推动低碳转型

对比一般城市，武汉拥有更多的行政资源配置能力。一个城市行政级别体现出地方政府的行政资源配置能力。行政资源配置能力是公共政策的核心，直接影响到城市内部治理结构，与中央政府、上级政府、区域内其他地方政府的互动模式，以及城市战略的形成和转换成效。1984 年，武汉市被批准为经济体制改革试点城市，实行全部计划单列，拥有省一级的经济社会管理权限。1994 年，武汉升级为副省级城市，政府官员的行政级别较一般城市更高，可以享有更多更强的行政政策优势和公共资源配置的话语权。此外，武汉是多个国家级试点城市，可以享受到更多的资金投入、政策创新和能力建设等方面的中央政府支持。“十二五”期间，武汉市不仅是低碳城市试点，也是新型城镇化综合试点、国家智慧城市试点、国家低碳工业园区试点、国家可再生能源建筑应用示范城市、新能源汽车推广应用城市、低碳交通运输体系建设试点城市和创建公交都市建设示范城市等。

5、武汉正处于工业化和城镇化的“换挡期”，“工业强市”和“城建攻坚”是推动武汉国家中心城市长期愿景实现的关键发展战略。低碳城市发展为推动武汉成功实现经济转型升级、城市功能品质提升提供强大支撑

城市战略定位和发展重点不是城市的现实地位，而是城市必须要达到的目标和实现的任务。武汉战略定位和发展重点会影响驱动因素的未来走势。

武汉市远期战略定位是国家中心城市。武汉自 2011 年开始创建国家中心城市，2016 年国家发改委发布《关于支持武汉建设国家中心城市的指导意见》，以全国经济中心、高水平科技创新中心、商贸物流中心和国际交往中心作为武汉四大城市功能。2016 年 9 月国务院印发的《长江经济带发展规划纲要》将武汉定位为超大城市。超大城市的战略定位意味着武汉未来会更注重城市功能、产业聚集和人才聚集。

“十二五”期间，武汉已经陆续出台了“工业倍增计划”、“服务业升级计划”、“城建攻坚计划”、“自主创新能力提升计划”等，推动武汉城市功能的实现。

提高城市自主创新能力。2013 年武汉出台《武汉市自主创新能力提升计划》提出将武汉建立成为“高新技术创新中心、新兴产业生成中心、科技改革示范中心、高端人才聚集中心、创新文化培育中心”为主要特征的国家创新中心。2017 年初开始实施的“百万大学生留汉创业就业计划”和“百万校友资智回汉工程”，提高武汉人才资源利用率和吸引大学生和高新产业人才在汉创业和就业。

“工业强市”战略，实施工业倍增计划。工业是武汉赶超发展的主攻方向。《武汉制造 2025 行动纲要》提出，力争到 2025 年将武汉全面建成国家先进制造业中心。未来，武汉将加快汽车、装备制造、钢铁、石化、食品烟草、日用化工等传统优势产业的转型升级；围绕信息技术、生命健康、智能制造等重点领域，实施战略性新兴产业倍增计划，构建“现有支柱产业-战略性新兴产业-未来产业”有机更新的“迭代产业体系”。

推进城市建设，实施城市攻坚计划。2012 年武汉出台《武汉市城建攻坚五年（2012-2016）》，加大地方财政在城市基础设施建设的投入，陆续实施 24 项工程，提升城市空间结构、综合交通枢纽功能、城市交通基础设施功能、城市生态环境品质、城市园林绿化品质以及工程设计和建筑品质。2017 年武汉公布的《武汉市土地利用和空间规划“十三五”规划》将建设长江主轴、长江新城正式纳入武汉市“十三五”规划。

发展现代服务业，实施服务业升级计划。武汉市 2013 年启动服务业升级计划，出台配套鼓励措施，发展现代物流、商贸、金融、房地产、会展旅游等十大产业。

“十三五”期间，武汉发展战略部署包括三个维度：全力打造经济升级版（发展动力升级和产业结构升级）、全力打造城市升级版（城市功能升级和城市品质升级）、全力打造民生升级版（民生保障升级和社会治理升级）。

三、武汉城市碳排放的主要驱动因素分析

卡亚恒等式将城市碳排放的直接影响因素分为人口、人均 GDP、单位 GDP 能耗和单位能源消耗的碳排放四个因素。本部分将系统梳理武汉“十二五”期间这些关键驱动因素的变化趋势。

（一）人口

武汉人口稳步增加，城镇化率逐步提高，就业人口集中于制造业，老龄化城市特征明显

常住人口总量稳步增加。1995 年到 2015 年，武汉市常住人口数量从 710 万上升到 2015 年的 1060.77 万，增长近 50%。城市常住人口首次跨入“千万”级别，且年均增速达到 1.4%，处于全国领先水平，在重点城市中仅次于北京和天津。此外还有近 300 万流动人口，持续增加的人口红利又进一步支持了城市建设和经济发展，并为房地产市场提供了强大的需求支撑。未来，武汉人口仍会持续增长。《武汉市人口专题研究》提出，到 2030 年，武汉市域总人口最多可达 1700 万人，保守估计将达到 1500 万人；而到 2050 年，武汉市域总人口最多可达 2250 万人，保守估计则为 1700 万人左右。

人口老龄化明显。武汉 1993 年跨入人口老龄化城市行列，当年全市 60 岁及以上老年人口为 71 万人，占到全市户籍总人口比例的 10%。2010 年，全市 60 周岁以上的老年人口 121.9 万人，占全市总人口的 14.58%，老龄化城市特征明显。截止 2015 年底，全市 60 周岁以上的人口已达 163.76 万人，占户籍总人口 829.27 万的 19.74%。

城市化稳步推进。2015 年，武汉市城镇化率为 79.41%，比 2010 年提高 2.34 个百分点。五年新增城镇人口 88.22 万人，年均增长 17.64 万人。武汉家庭总户数从 2010 年的 274.58 万户增加到 2015 年的 297.10 万户。其中，城镇常住居民平均每户家庭人口从 2010 年的 2.90 人降低为 2015 年的 2.66 人，城市居民人均住宅建筑面积从 2010 年的 31.85 平方米上升到 37.25 平方米。城镇常住居民人均可支配收入从 2011 年的 20806 元提高到 2015 年的 36436 元。

表 1：武汉城市化率变化（2011-2015）

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 城镇化率 | 78.71% | 79.26% | 78.26% | 76.36% | 79.41% |

就业人口分布情况。2011-2015 年城镇就业人员从 341.25 万人增加到 460.81 万人，年均增长 23.9 万人；城镇就业人员占全市就业总量的比重从 2010 年的 70.7% 上升到 2015 年的 84.6%。武汉人口就业以制造业为主，第三产业就业需求逐渐提高。武汉三次产业从业人员占比结构，由 2010 年的 13.2：36.9：49.9 转变为 2015 年的 9.1：38.4：52.5，第一产业占比下降明显，第二、三产业从业人员尤其是第三产业从业人员占比显著上升。“工业倍增计划”实施，武汉 2015 年末第二产业中制造业就业人口 109.67 万人，占总就业人口的 20.1%，居主导地位。就业人数比重最高的三个行业分别是制造业、建筑业、批发和零售业，第三产业是吸纳农村剩余劳动力、大学生就业、下岗工人再就业的主要领域，特别是批发和零售业、交通运输仓储和邮政业、住宿和餐饮业三个行业。

（二）经济增长

经济增长迅速，产业结构第二、三产业交叉融合，均衡发展

武汉 GDP 总量已经步入“万亿俱乐部”，与广州、深圳、成都、杭州等 15 个城市组成第一方阵。“十二五”期间，武汉 GDP 年均增长 10.4（%）。在 15 城市中居第 5 位。GDP 总量由 2010 年的 5565.93 亿元增加到 2015 年的 10905.60 亿元，增长了约 0.96 倍，扩张速度居 15 城市第一位。

表 2：武汉市 GDP 总量、GDP 增长率、人均 GDP 变化情况（2011-2015）

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| GDP 总量（亿元） | 6762.20 | 8003.82 | 9051.27 | 10069.48 | 10905.60 |
| 人均 GDP（元） | 68315 | 79482 | 89000 | 98000 | 104132 |
| GDP 增长率（%） | 12.5% | 11.4% | 10.0% | 9.7% | 8.8% |
| 全国平均增长率（%） | 9.5% | 7.7% | 7.7% | 7.3% | 6.8% |

武汉是中部地区经济实力最强的城市。从 GDP 规模来看，武汉市是唯一进入“万亿俱乐部”的中部城市，人均 GDP 为 104132 元居中部城市之首；地方一般财政预算收入、全社会固定资产投资额也明显靠前。武汉市是中国传统六大工业城市之一，具有功能齐全、结构完备的工业体系，其钢铁、汽车及机械制造、电子信息和石油化工在全国占有举足轻重的地位。电子信息、光电子一体化等新科技产业已经成为武汉的支柱产业。武汉市第三产业增加值也远远领先于中部其他城市。

武汉处于工业化中后期的产业发展阶段，二、三产比重相当，工业结构以高加工度化的产业为特征，服务业发展开始加速。“十二五”期间，武汉市先后提出“工业倍增”和“服务业升级”计划。从二、三产的产业结构特征看，武汉产业结构进入二、三产交织期，这一时期二、三产发展势头相对均衡。2015年武汉的产业结构为3.3:45.7:51.0。武汉服务业发展较早，1998-2015年期间，除了2012-2014年，第二产业比重一度超过第三产业外，服务业一直是武汉市第一大产业。

表 3：武汉三次产业结构（2011-2015）

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|
| 第一产业 | 3.0 | 3.8 | 3.7 | 3.5 | 3.3 |
| 第二产业 | 38.1 | 48.3 | 48.6 | 47.5 | 45.7 |
| 第三产业 | 48.9 | 47.9 | 47.7 | 49.0 | 51 |

武汉市通过“工业倍增”建立新型工业化体系，推动工业创新发展和节能降耗绿色发展，工业转型升级步伐加快。“十二五”期间，武汉工业增加值年均增长11.8%（不变价），绝对额从2010年的2079.82亿元增加到2015年的4081亿元，增长了0.96倍，基本达到增加值“五年倍增”。轻、重工业产值比重由2010年的1:3.30调整为2015年的1:3.05；2015年高新技术工业产值增长10.7%，占规模以上工业总产值的52.7%。单位工业增加值能耗五年累计下降30.67%。从支柱行业来看，2015年千亿产业从1个上升到5个（见表4）。新的经济动力正在孕育。随着互联网经济的快速发展，新业态、新模式、新产品不断涌现，信息消费、电子商务、物流快递等新经济蓬勃发展。

表 4：2015年武汉5大支柱性行业

| 千亿产业 | 工业总产值（亿元） | 占全市规上工业总产值的比例 |
|-----------|-----------|---------------|
| 汽车及零部件制造业 | 2614.46 | 21.1% |
| 电子信息制造业 | 1780.21 | 14.4% |
| 装备制造业 | 1584.78 | 12.8% |
| 食品烟草制造业 | 1528.61 | 12.4% |
| 能源及环保制造业 | 1032.52 | 8.3% |

（三）能源消费

武汉能源供应对外依存度高，能源消费持续增加，能源消费结构以煤炭为主；能源结构不断优化，能源消费强度持续下降，但在新能源利用水平、清洁能源普及程度等方面，仍处于起步阶段。

武汉属偏重型经济结构，能源需求持续增加。“十二五”期间，武汉市能源消费总量从 2010 年的 3611.44 万吨标准煤上升到 2015 年的 4858.34 万吨标准煤，年均增幅 6.1%，增幅低于 GDP 的增幅 10.4%，实现了能源利用效率的不断提高。2011-2015 年，武汉节能降耗成效显著，单位 GDP 能耗累计下降 19.9%。2013-2014 年的降幅较小的原因在于新投产中韩（武汉）石油化工有限公司（80 万吨乙烯项目）能耗过大，项目 2013 年净增能耗 123.20 万吨标准煤，2014 年净增能耗 288.09 万吨标准煤。

表 5：2011-2015 武汉单位 GDP 能耗降低率

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 单位 GDP 能耗下降率 | 4.3% | 4.47% | 3.51% | 2.88% | 5.95% |

能源结构不断优化，能源消费仍以煤炭为主，低碳能源和非化石能源比重不断增加。“十二五”期间能源消费结构有一定程度改善，同 2010 年相比，武汉市 2015 年煤炭的消费比重从占比 53.81% 下降到 50.03%，原油从 20.59% 增加到 23.55%，天然气从 2.69% 增加到 4.77%，非化石能源从 8.71% 增加到 11.50%。电力消费从 2010 年的 353.60 亿千瓦时增加到 2015 年的 464 亿千瓦时，占全社会能源消费总量的比例从 12.04% 到 11.75%，占比基本持平。

表 6：武汉能源消费结构对比（2010 年和 2015 年）

| | 2010 | 2015 |
|---------|--------|--------|
| 煤炭占比 | 53.81% | 50.3% |
| 原油占比 | 20.59% | 23.55% |
| 天然气占比 | 2.69% | 4.77% |
| 非化石能源占比 | 8.75% | 11.50% |
| 电力消耗占比 | 12.04% | 11.75% |

能源消费仍以第二产业为主，但第三产业的能耗占比逐渐增加，带动全行业能耗强度下降。2015 年，武汉市第一、二、三产业的能耗分别占全市能源消费总量的 0.5%、63.1%、26.3%，同 2010 年相比，第二产业能耗减少 2.2%，第三产提高 2.5%。

表 6：2010-2015 武汉三产能耗结构变化

| | 2010 | 2015 |
|------|-------|-------|
| 第一产业 | 0.5% | 0.5% |
| 第二产业 | 65.3% | 63.1% |
| 第三产业 | 23.8% | 26.3% |

“十三五”期间，能源消费总量仍会增加。到 2020 年，全市能源消费总量控制在 5643 万吨标准煤，年均增长 3.04%，非化石能源占一次能源消费比重达到 15%以上。全市煤炭消费总量控制在 2888 万吨（实物量，折合标准煤 2063 万吨）以内。

（四）碳排放

“十二五”期间，武汉二氧化碳排放总量增长，但单位 GDP 碳排放强度下降，碳排放与经济增长呈脱钩趋势

武汉 2015 年二氧化碳排放总量为 1.32 亿吨，与 2010 年相比，二氧化碳排放累计增加 23.7%，同北京、上海、广州、深圳相比，增幅偏低。

武汉二氧化碳排放强度从 2010 年的 2.09 吨二氧化碳/万元降低至 2015 年的 1.21 吨二氧化碳/万元，相对于经济增速呈脱钩趋势。

2015 年全市人均二氧化碳排放量为 13.58 吨，年增速 2.68%。

四、低碳发展战略和政策实践

“十二五”期间，武汉市从低碳发展的顶层设计、管制体制机制到重点领域战略措施及政策手段等方面落实中央和省级政府的决策部署，也出台具有地方特色的具体措施和政策推进绿色低碳转型。

武汉市低碳发展既是城市经济发展的内在需求，也是实施中央和省级政府的**战略部署**。低碳发展的内在的驱动力体现在城市将低碳发展作为寻找地方新增长点，创造更多就业机会，推动城市可持续发展的主要途径。外在驱动力来自于上级政府的要求。城市作为国家减排目标的基本实施主体，必须要完成上级政府通过行政命令逐渐下放的强制性节能减排目标，落实具体行动计划。

武汉逐渐完善低碳发展的顶层设计，加强对低碳发展工作的指导。城市低碳

发展涉及到城市生产生活的方方面面，具有全局和系统性，需要顶层设计来明确。2011年《武汉市国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出城市建设需要树立绿色、低碳发展理念。2011年和2013年，武汉市分别出台《武汉市“十二五”时期节能降耗与应对气候变化综合性工作方案》和《武汉市低碳城市试点工作实施方案》，确定低碳城市建设的指导思想、原则和目标，主要目标、任务、行动和责任部门分工等。武汉市承诺将于2022年左右达到二氧化碳排放峰值，并将峰值目标明确纳入了武汉市国民经济和社会发展“十三五”规划。武汉市2016年和2017年分别发布了《武汉市低碳发展“十三五”规划》和《武汉市碳排放达峰行动计划（2017-2022）》。

武汉市是全国第一批低碳试点省的省会城市和第二批低碳试点城市，已经初步形成了统一领导、部门联动、条块结合的行政管理体系。由市长任组长的市低碳城市试点工作领导小组组织开展武汉市低碳发展工作，市级行业主管部门和区县府按照职责分工和重点任务，出台相关规划战略措施和政策，完成各自负责领域的碳减排工作（见表7）。

表7：低碳发展涉及到主要行政部门及其主要负责领域

| 机构 | 主要负责领域 |
|-------------|-------------------------------------|
| 市低碳试点工作领导小组 | 协调、统筹、监督和评估全市低碳工作 |
| 市发展改革委 | 低碳发展管理体制机制 节能减碳数据监测和考核 低碳国际合作 |
| 市统计局 | 节能减碳统计体系 |
| 市能源局 | 低碳能源 |
| 市城建委 | 低碳建筑 |
| 市经信委 | 低碳产业 |
| 市交运委 | 低碳交通 |
| 市环保局 | 废弃物排放控制 |

武汉根据当地的资源禀赋、经济条件和水平，从可再生能源开发利用、低碳产业、低碳建筑、低碳交通、低碳城市规划和空间利用、低碳基础设施和消费模式等领域探索低碳发展模式，初步形成低碳城市管理体系，开始从高碳依赖向低碳支撑转型。为了更系统总结武汉城市低碳发展的具体路径和特点，报告将分领域分析和总结武汉“十二五”期间低碳发展战略和政策实践。

（一）低碳管理制度体系

编制城市温室气体排放清单和碳排放达峰路线图。2013年，武汉启动温室气体

排放清单编制工作，目前已经完成 2005 年、2010 年和 2012 年温室气体排放清单，推动市级温室气体排放清单编制常态化工作。武汉开展碳排放峰值研究，以历史碳排放数据为基础，设定不同的情景模式，采用情景分析模型工具，对武汉中长期的碳排放趋势、排放峰值和排放年进行研究，提出碳减排路线图，为明确低碳发展规划的具体工作任务和目标，制定相关政策措施提供科学性研究基础。

逐步提高城市低碳发展管理能力。武汉初步建立温室气体排放数据统计、目标考核和报告制度。武汉统计局初步完成温室气体排放统计核算报表及核算方法；武汉市建立低碳政绩考核制度和温室气体排放目标责任考核制度，把低碳发展指标纳入市、区政府目标考核体系之中，将国家下达的碳减排任务分解落实到有关重点排放企业，按年度进行考核。武汉对固定资产投资实施能评和碳评制度，在固定资产投资项目节能评估和审查中增加碳排放指标以及非化石能源消费量指标。武汉市在市级财政预算中设立低碳发展专项资金，主要用于课题研究、能力建设和宣传等方面。武汉推进合同能源管理机制，出台一系列鼓励配套措施，对合同能源管理项目提供资金支持。建立低碳发展的三大管理平台，分别是实施掌握全市及各区、重点行业、重点企业的能耗和碳排放数据的“武汉市低碳节能智慧管理系统”；实施掌握新建项目的碳排放情况的“武汉市节能评估与审查信息管理系统”；通过市场作用推行低碳绿色生产生活方式的“武汉低碳生活家平台”。

（二）重点领域低碳发展战略及政策实践

武汉不断完善低碳领域的顶层设计和行政管理体制的同时，各个部门相继提出了绿色低碳发展战略和政策。报告主要对工业、建筑和交通三个重点领域的低碳发展目标、战略措施和政策工具进行梳理，其中政策工具包括了控制命令性政策、市场激励性政策、自愿型政策和信息类政策。每个领域内容包括三大部分：1) “十二五”低碳指标完成情况；2) 未来发展目标；3) 战略措施和政策工具。

1、能源系统

现状

武汉能源资源禀赋较低，受“缺煤、少油、乏气”的天然制约，各类能源对外依存度极高。武汉市电力供应中火电占绝对优势，新能源发电开始起步，未来开

发展空间巨大。煤炭的对外依存度达到100%，电力为48%，成品油为100%，天然气为100%，其他能源高达80%。武汉市发电市场的主要影响因素包括当年发电计划，水电发电优先供应情况、气温变化情况、企业生产经营状况等多种不确定因素的影响。2015年武汉全市电力发电217.55亿千瓦时，其中，火力发电量210.81亿千瓦时，占全市发电量的96.9%，垃圾发电量6.74亿千瓦时，占全市发电量的3.1%。目前已建成投产的洪山创意天地天然气分布式能源项目为国家发改委评定的四个示范项目之一，全市已有规模近60兆瓦光伏发电项目建成开始发挥示范效应。生物质年发电量8.5亿千瓦时，占全市能源消费总量的0.59%。

表 8：2011-2015 武汉发电量情况

| | 全市发电量 | 增速 (%) |
|------|--------|--------|
| 2011 | 210.58 | 13.4% |
| 2012 | 213.01 | 1.2% |
| 2013 | 243.24 | 14.2% |
| 2014 | 213.32 | -12.3% |
| 2015 | 217.55 | 2.0% |

低碳指标表现

表征能源结构优化程度包括四个主要指标：人均能源消费总量、单位 GDP 能源消费强度、非化石能源占一次能源消费比例以及煤炭占能源消费总量的比重。武汉四个指标表现如表所示：

表 9：能源低碳发展指标变化情况（2010 和 2015）

| 指标 | 2010 年 | 2015 年 |
|--------------------------|--------|--------|
| 单位生产总值能源消费量（吨标煤/万元(当年价)） | 2.09 | 1.21 |
| 年人均能源消费量（吨标煤/人） | 3.69 | 4.58 |
| 非化石能源占一次能源消费比例（%） | 8.71% | 11.5% |
| 煤炭占能源消费总量比重 | 53.81% | 50.03% |

战略措施和政策工具

武汉能源系统领域低碳发展的重点领域集中在大力发展新能源和可再生能源（包括风电、光伏发电、地源热泵、江水源热泵、生物质等），推动现有电厂的节能改造提高火力供电锅炉燃煤效率、实施热电联产战略。

表 10：武汉“十二五”期间能源碳减排的主要领域、重点任务和政策措施

| 领域 | 提高碳排放效率 | 提高能源技术效率 |
|------|--------------------------------------|----------|
| 主要任务 | 优先发展非化石能源； 提升天然气利用比例； 严格控制煤炭消费 | 推广热电联产 |

| | |
|------|--|
| 政策措施 | 行政控制类： <ul style="list-style-type: none"> ● 燃煤发电机组平均供电煤耗低于 310 克标准煤/千瓦时； ● 行业准入 ● 高污染燃料禁燃区建设 ● 淘汰小锅炉 ● 禁止劣质煤炭市场销售 经济激励类： <ul style="list-style-type: none"> ● 税收优惠政策 ● 碳排放权交易 ● 研发投入 自愿类： <ul style="list-style-type: none"> ● 示范试点项目 |
|------|--|

典型案例：煤炭总量控制

为改善大气环境质量，优化能源消费结构，推动碳排放尽快实现达峰，武汉市相继出台《武汉市“十三五”能源发展规划》、《武汉市“十三五”拥抱蓝天专项规划》、《武汉市碳排放达峰行动计划（2017-2022 年）》等，明确要求“十三五”期间全市削减煤炭消费总量 500 万吨，并提出严控新增燃煤项目建设，以热电联产、集中供热、天然气、电力等替代小型燃煤锅炉和工业窑炉，禁燃区内禁止销售、燃用民用煤制品等措施。2016 年-2017 年间，全市共关停、改燃小型燃煤锅炉和窑炉逾 200 台，取缔散煤销售点 115 家。

2、工业领域

现状

武汉市工业结构中传统产业比重较高，钢铁、石化、烟草、汽车等传统产业比重约占工业总量的半壁江山。2015 年，武汉工业碳排放占全市碳排放的 59.1%（包括电力排放）。

武汉市直接节能和结构节能效果显著，工业能效持续提高。2011-2015 年，五年全市规模以上工业单位增加值能耗降低率为 30.67%。

表 11： 2011-2015 武汉规模以上工业单位增加值能源降低率

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 规模以上工业单位增加值能耗降低率 | 5.84% | 14.42% | 2.06% | 2.50% | 9.91% |

主要耗能工业企业单位产品能耗明显下降。“十二五”期间,吨钢综合能耗下降 4.4%,吨水泥综合能耗下降 58.3%,原油加工单位综合能耗下降 8.6%,电厂火力发电标准煤耗下降 3.9%。

表 12: 8 种主要产品综合能耗变化 (2010-2015))

| | 2010 年 | 2015 年 |
|------------------------|--------|--------|
| 每吨纱(线)混合数总和能耗(千克标准煤/吨) | 871.03 | 613.91 |
| 机制纸及纸板总和能耗(千克标准煤/吨) | 600.99 | 279.20 |
| 炼焦工序单位能耗(千克标准煤/吨) | 96.06 | 89.41 |
| 原油加工单位综合能耗 | 71.23 | 65.61 |
| 吨水泥综合能耗(千克标准煤/吨) | 36.46 | 19.78 |
| 每重量箱平板玻璃综合能耗(千克标准煤/吨) | 14.35 | 13.15 |
| 吨钢综合能耗(千克标准煤/吨) | 637.92 | 609.60 |
| 电厂火力发电综合能耗(千克标准煤/吨) | 306.40 | 295.82 |

从武汉高耗能行业内部结构来看,黑色金属冶炼及压延加工业、化学原料及化学制品业、电力生产与供应业三大行业所占比重最高。2015 年,规模以上工业中,造纸及纸制品业、石油加工炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制造业、黑色金属冶炼及压延加工业,电力生产与供应业等六大高耗能行业能源消费量占全市能耗总量的 45.1%,比 2010 年(46.5%)降低 1.4 个百分点。六大高耗能行业发展速度明显减缓。六大高耗能行业占规上工业总产值比重 22.55%,比 2010 年(30.6%)下降 8.1 个百分点。

表 13: 六大高耗能行业能耗占全部六大高耗能行业的比重变化(2010 年和 2015 年)

| 高耗能行业 | 2010 | 2015 |
|---------------|-------|-------|
| 黑色金属冶炼及压延加工业 | 69.4% | 50.5% |
| 化学原料及化学制品制造业 | 2.1% | 19.7% |
| 电力生产与供应业 | 17.5% | 20.5% |
| 石油加工炼焦及核燃料加工业 | 3.5% | 4.1% |
| 非金属矿物制造业 | 5.9% | 5.1% |
| 造纸及纸制品业 | 1.7% | 0.7% |

低碳指标表现

表征工业领域低碳发展指标包括重工业产值占规模以上工业增加值的比重,万元工业总产值能耗和高新技术制造业增加值占工业增加值比重。武汉 2015 年工业低碳发展指标表现如表所示。

表 14: 工业低碳发展指标变化情况 (2010 和 2015)

| 指标 | 2010 | 2015 年 |
|------------------------|--------|--------|
| 重工业产值占规模以上工业总产值的比重 (%) | 76.76% | 73.81% |
| 万元工业总产值综合能源消费量(吨标煤/万元) | 0.29 | 0.19 |

| | | |
|--------------------|-------|-------|
| 高新技术制造业增加值占工业增加值比重 | 45.5% | 54.8% |
|--------------------|-------|-------|

战略措施和政策工具

“十二五”期间，武汉市通过执行严格的产业政策、行业准入制度、环保和安全标准，控制现有电力、钢铁、石化、建材、平板玻璃、造纸等高耗能行业产能，逐步淘汰高能耗、低附加值的产能。对重点用能单位实施节能监管，严格执行高耗能产品能耗限额标准。加快燃煤锅炉更新改造，加快钢铁高能耗产业链腾退置换。设立工业投资和技术改造专项资金，对符合产业转型升级方向且固定资产投资额在 5000 万元以上的工业投资和技术改造项目，按照购置、改造重大先进装备支出额的 8% 实行贴息或者补助¹，推动传统改造升级，提高技术装备水平，优化产品结构，提高产品质量。

工业低碳发展战略措施最主要集中在四个方面：

第一，提高碳排放效率。工业企业通过优化能源结构，推动低碳能源利用，从源头控制温室气体排放，减少工业过程温室气体排放；

第二，提高原料生产的能源利用效率。提高生产装备水平，推动高效节能技术的推广应用；提高余能、余热的回收利用率，以及热电联产和工业副产煤气回收利用等；

第三，提高资源产出率。通过固废综合利用，延伸高耗能企业产业链，提高资源产出率；

第四，优化产品结构。通过提高产品质量，延长使用寿命，提高低碳产品比重，促进下游行业的节能减排。

武汉工业低碳发展的具体领域和措施包括（见表 15）

¹ 见武汉市推进供给侧结构性改革实施意见：对符合产业转型升级方向且固定资产投资额在 5000 万元以上的工业投资和技术改造项目，按照购置、改造重大先进装备支出额的 8% 实行贴息或者补助，单个项目补贴总额原则上控制在 800 万元以内

表 15：武汉“十二五”期间工业减排主要领域、重点任务和政策措施

| 领域 | 提高碳排放效率 | 提高原料生产能源效率 | 提高资源产品产出率 | 提高产品质量 |
|------|--|----------------------------|-----------|-----------------|
| 主要任务 | 积极开发低碳能源，推动燃煤设施清洁能源改造； | 提高技术装备水平； 提高余热余压回收利用效率； | 资源综合利用水平 | 传统产业改造升级，优化产品结构 |
| 政策措施 | <p>行政控制类：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 对高耗能企业执行严格的节能减排准入制度 <ul style="list-style-type: none"> ■ 固定资产投资项目能评和碳评制度； ■ 武汉市工业倍增产业导向目录 ● 万家企业节能目标评价考核 ● 大气污染物特别排放限制 ● 高耗能产品（产值）能耗限额标准（达到国内先进水平） ● 企业能源管理 ● 清洁生产审核 <p>经济类：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 对钢铁和水泥行业未达到能耗限额的企业实施差别电价； ● 工业投资和技术改造专项资金 ● 碳排放权交易（一年综合能耗 6 万吨标煤及以上工业企业强制纳入碳排放权交易企业） ● 政府采购 <p>自愿性政策：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 企业能效对标达标（国际先进水平企业为标杆） <p>信息类：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工业企业能源计量、统计和监测 <p>能力建设类：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工业企业固定资产项目节能评估、合同能源管理、碳资产管理等方面培训 ● 节能新技术、新产品融资、最佳案例等方面的研讨和培训活动 | | | |

典型案例：工业领域能效提升

武汉市积极推进工业领域的节能技术改造，以提升行业能效，相继出台《武汉市工业节能专项资金管理暂行办法》、《武汉市提升电机能效项目支持办法》、《武汉市注塑机行业千台电机改造专项行动实施方案》、《市人民政府办公厅关于加快推行合同能源管理的意见》、《武汉市合同能源管理项目支持办法》、《武汉市节能服务公司合同能源管理项目企业所得税优惠认定管理办法》、《武汉市合同能源管理项目未来收益权质押贷款操作指引》等，对工业企业实施节能技术改造项目、合同能源管理项目、提升电机能效项目等进行财政支持、减免税负、优化贷款程序等。通过这些措施，武汉市 2014~2017 年单位工业增加值能耗累计下降 19.9%，单位工业增加值二氧化碳排放量累计下降 22.5%。2016 年成为首批“中国制造 2025”试点示范城市。

3、建筑领域

现状

建筑领域是武汉碳排放的主要领域。2015 年，武汉市建筑领域碳排放约占全社会碳排放总量的 30.3%。随着城市化进程加快和人民生活水平的日益提高，建筑领域将是武汉未来碳排放的主要增长领域。

低碳指标表现

表征武汉建筑低碳发展状况的指标主要是新增绿色建筑占当年新建建筑比重，以及全市建筑节能标准执行率，指标表现如表所示：

表 16：低碳发展指标变化情况（2010 和 2015）

| 指标 | 2010 | 2015 年 |
|--------------------|------|--------|
| 新增绿色建筑占当年新建建筑比重（%） | -- | 22.4% |
| 全市建筑节能标准执行率（%） | -- | 100% |

战略措施和政策工具

“十二五”期间，武汉在低碳建筑发展的重点领域是建筑节能改造、绿色建筑、可再生能源建筑应用、节能电器推广、推广绿色建材应用等，主要采取的政策手段包括强制性建筑节能标准制度、绿色建筑和节能建筑标识、财政激励政策、示范工程、建筑节能技术咨询、教育和培训等。但是，由于城市既有建筑存量很大，并且绝大部分都是非节能建筑，节能改造成本较高，城市仍需要进一步完善和提高建筑节能标准、研发、节能产品质量、建筑耐久性等。同时，也要更加重视应用智能计量、智能信息和通讯技术、高峰负荷管理提高供暖、制冷、照明以及家电设备的能源系统效率。

建筑低碳发展的重点战略措施包括：

第一，提高碳排放效率，包括可再生能源建筑一体化的规模应用（如光伏建筑一体化等），地源、水源和空气源等热泵系统在新建民用建筑中的推广力度；

第二，提高能源技术效率，包括绿色建材技术和产品推广（墙体、屋面和门窗）；电器、照明、空调、通风和制冷系统等设备效率提升，智能化技术和产品推广利用；

第三，提高系统运行效率，包括低能耗建筑，集中供热/供冷，绿色建筑、既有建筑节能改造和装配式建筑；

第四，减少能源服务需求，包括低碳消费行为和生活方式倡导、智能电表等。

表 17：武汉建筑减排“十二五”期间主要领域、重点任务和政策措施

| 领域 | 提高碳排放效率 | 提高能源技术效率 | 提高系统运行效率（全生命周期） | 减少能源服务需求 |
|------|--|---|--------------------------------|----------|
| 具体任务 | 可再生能源建筑一体化的规模应用，地源、水源和空气源等热泵系统在新建民用建筑中推广力度 | 绿色建材技术和产品推广利用；暖通空调制冷系统、绿色照明及智能化技术和产品推广利用； | 提高绿色建筑占新建建筑比例；既有建筑节能改造；发展装配式建筑 | 推广智能电表 |
| 主要政策 | 行政控制类： <ul style="list-style-type: none"> ● 严格执行建筑节能标准：65%的湖北省《低能耗居住建筑设计标准》DB/T559-2013和《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 经济类： <ul style="list-style-type: none"> ● 建筑节能专项资金； ● 政策采购； ● 合同能源管理。 信息类： <ul style="list-style-type: none"> ● 绿色建筑信息平台； ● 能效评测和标识； ● 房屋建筑绿色标识制度； ● 绿色建筑集中示范区和高星级绿色建筑示范； ● 建筑节能监测平台； ● 技术咨询、教育和培训。 | | | |

典型案例：建筑产业现代化

为提高建筑部品预制装配化率，加快推进建筑产业现代化发展，武汉市出台《关于加快推进建筑产业现代化发展的意见》，提出 2015 年至 2017 年为建筑产业现代化试点示范期，以保障性住房和政府投资项目为主，鼓励房地产开发企业按照建筑产业现代化要求设计和建造试点示范项目，期间，累计完成新开工面积不少于 200 万平方米，其中 2015 年、2016 年、2017 年分别不少于 50 万、60 万、90 万平方米，项目预制装配化率不低于 20%；2018 年起为建筑产业现代化全面推广应用期，建筑产业现代化建造项目占当年开工面积的比例不低于 20%，每年增长 5%，项目预制装配化率达到 30%以上。

4、交通领域

现状

武汉交通领域碳排放同工业和建筑相比，虽然排放总量小，但呈快速增长态势。2015年，武汉交通领域碳排放占全市碳排放总量的10.7%。“十二五”期间，城市客运量达到24.11亿人次，比2010年增长24%；货运周转量为2952亿吨公里，比2010年增长30%。同时，武汉市机动车拥有量爆发式增长。2015年机动车拥有量达213万辆，比2010年增长一半，年均增长约13%。私人客车达到165.2万辆，相比2014年，年增长率为29.2%。2015年千人机动车拥有量达到155.7辆。

优先发展公共交通和推广新能源汽车是推动市内交通系统低碳发展的主要举措。武汉市为全国首批综合运输服务城市、“公交都市”建设示范工程创建城市、低碳交通运输体系建设试点城市。2015年，武汉常规公交运营车辆为8310辆，比2010年增加1300辆。公交线网长度从2010年的1172公里增至1750公里。公交专用道达39条，线路总里程为155公里。武汉大力推进快速路网和轨道交通建设，“十二五”期间，轨道交通线网建成4条线共126公里。2015年，全市公共交通分担率为46.2%，轨道交通客运量占公共交出行比例达到24%。

武汉市是国家新能源汽车示范城市。“十二五”期间，武汉90%以上的出租车使用天然气等清洁能源；新增混合动力车700辆，新增纯电动公交车1000辆，新能源汽车推广量达到10539辆。

低碳指标表现

表征武汉交通低碳发展状况的指标包括公共交通占机动化出行比例，全市公共交通分担率，万人公共交通车辆保有量，轨道交通客运量占公共交通出行比重，新能源汽车推广量，指标表现如表所示：

表 18：交通低碳发展指标变化情况（2010 和 2015）

| 指标 | 2010 | 2015 年 |
|--------------|------|---------------------|
| 公共交通占机动化出行比例 | | 58.90% ² |

| | | |
|-------------------------------|------|-------|
| 全市公共交通分担率 (%) | -- | 46.2% |
| 万人公共交通车辆保有量 ³ (标台) | 15.5 | 13.8 |
| 轨道交通客运量占公共交通出行比重 (%) | -- | 24% |
| 新能源汽车推广量 | -- | 10539 |

战略措施和政策工具

“十二五”期间，武汉交通低碳发展的重点领域是推广新能源汽车和优化交通基础设施，主要政策手段是税收补贴、政府采购、基础设施投资等等。未来，提升城市交通领域减排的整体水平，除了加强现有领域和政策的执行力度之外，也要将减少机动车出行需求作为主要政策着力点，如发展慢行交通体系，紧凑型城市形态和混合的土地利用模式，拥堵费等。武汉减少交通领域碳排放从五个方面采取措施：

第一， 改善燃料碳排放强度，新能源汽车推广应用。

第二， 改善能源利用效率，鼓励节能汽车。

第三， 优化交通基础设施结构，完善公交基础设施网络布局和城市慢行交通系统，推动公交出行、自行车和步行出行。

第四， 减少交通服务需求，结合更加综合、紧凑和混合的城市空间发展模式，通过区域限行、价格政策（停车费）以及宣传教育等减少私家车出行次数和时间。

表 19：武汉交通减排“十二五”期间主要领域、重点任务和政策措施

| 领域 | 降低燃料碳排放强度 | 改善能源利用效率 | 优化交通基础设施结构 | 减少交通服务需求 |
|------|---|----------|---------------------------|------------|
| 主要任务 | 发展天然气客运出租车、混合动力车和纯电动公交车 | 节能汽车推广利用 | 加强公共交通基础设施建设，提高市民公共交通出行比例 | 倡导绿色出行功能区划 |
| 政策措施 | 行政控制类： <ul style="list-style-type: none"> ● 执行乘用车、轻型商用车燃料消耗量限制标准 ● 武汉机动车尾号限行措施（针对武汉长江大桥和江汉一桥） ● 快速公交（BRT） 经济类： <ul style="list-style-type: none"> ● 交通基础设施建设投资 ● 政府采购，鼓励公务用车及公交、通勤、出租、环卫、绿化、物流等公共服务部门优先使用新能源汽车 | | | |

³ 按城区人口计算

- 新能源汽车购买和充电基础设施补贴
- 旧车车辆置换新车补贴政策
- 黄标车更新淘汰财政补贴
- 常规公交换乘优惠
- 免费租赁公共自行车
- 中心城区高额停车费

自愿性：

公交出行和绿色出行宣传日/周

典型案例：轨道交通建设和新能源汽车推广

（一）截至 2017 年底，武汉轨道交通运营线路共有 7 条，包括 1 号线、2 号线、3 号线、4 号线、6 号线、8 号线、阳逻线，共 167 座车站，线路总长 237km，线路长度居中国大陆第 7 位；在建线路共有 16 条（段），在建里程 360 公里。预计到 2020 年，武汉轨道交通将形成 11 条线路，总长达 400 公里的轨道交通线网，基本形成“主城联网、新城通线”的轨道交通网络系统，市区公共交通占机动化出行量比例达到 62.5%，轨道交通占公共交通的比例达到 53%。

（二）为切实做好新能源推广应用工作，武汉市相继出台《武汉市 2016 年新能源汽车推广应用实施方案》、《武汉市新能源汽车推广应用和产业化工作实施方案（2017—2020 年）》、《关于加快新能源汽车推广应用若干政策的通知》等，提出 2017-2020 年全市新能源汽车推广应用数量分别不低于 3000 辆、4000 辆、5000 辆、6000 辆，建成并投入使用的交（直）流充电桩数量分别不低于 3000 个、3500 个、4000 个、4500 个；对我市推广应用的新能源汽车给予地方财政配套补贴，实行差别化的交通管理措施，给予便利通行；在税费、电价、公共充电基础设施建设等方面给予优惠政策；将新能源汽车纳入政府采购范围，鼓励公务用车及公交、通勤、出租、环卫、绿化、物流等公共服务部门优先使用新能源汽车。

5、城市环境和土地利用

战略措施

城市形态和土地利用格局对城市生产和消费行为模式产生重要的影响。武汉城市空间规划从顶层设计层面决定了能源、工业、交通、建筑等领域的低碳发展战略措施和具体政策工具实施的有效性，也从绿化环境、环境市政设施等方面决定城市碳排放的水平。

改善武汉空气环境质量是“十二五”期间武汉工作重点。针对煤炭利用、各类扬尘、机动车排放、挥发性有机物等污染治理重点领域，与能源、交通和建筑等相关主管部门合作，共同推进节能减排的战略措施和具体施工工具，如采取煤发电机组超低排放改造、划定高污染燃料禁燃区、高污染行业大气污染排放监察、专项执法整治、在线监测系统等各类大气污染防治强化措施。

低碳指标表现

表 20：城市环境和土地利用低碳发展指标变化情况（2010 和 2015）

| 指标 | 2010 | 2015 年 |
|---------------------------------|--------|--------|
| 人均公园面积（平方米） | 9.24 | 11.12 |
| 建成区绿地覆盖率（%） | 37.48% | 39.65% |
| 森林覆盖率（%） | 26.63% | 28% |
| 城市居民生活用水量（升/人天） | 179.1 | 174 |
| 人均垃圾产生量（吨） | 0.26 | 0.31 |
| 中心城区污水处理率（%） | - | 93.8% |
| 中心城区生活垃圾无害化处理率（%） | 90% | 100% |
| PM10 年平均浓度（ug/m ³ ） | - | 104 |
| PM2.5 年平均浓度（ug/m ³ ） | - | 70 |
| 空气质量优良天数比例（%） | - | 52.6% |

典型案例 1：海绵城市建设

2015 年 4 月，武汉市获批国家第一批海绵试点城市。为落实海绵试点城市建设目标要求，转变城市建设理念，武汉市编制完成《武汉市海绵城市专项规划（2016-2030 年）》；相继出台《武汉市海绵城市建设试点工作实施方案》、《武汉市海绵城市建设管理办法》、《市人民政府关于加快推进海绵城市建设的通知》等；制定《武汉市海绵城市建设技术指南（试行）》等 7 部海绵城市建设地方技术标准；搭建海绵监测与评估平台；试点区 38.5 平方公里雨水径流量控制率、面源污染削减率等海绵指标达标；试点建设项目累计完成投资额 95.48 亿元，其中戴家湖公园园林绿化与生态修复项目荣获“中国人居环境范例奖”，临江港湾社区海绵改造工程被国家住建部编入全国第一批海绵城市建设试点项目经典案例。目前，海绵城市试点建设任务已经完成，全市海绵城市建设工作也已正式启动。

典型案例 2：花山生态新城、中法生态城建设

在《湖北省“十三五”节能减排综合工作方案》、《湖北省“十三五”控制温室气体排放工作实施方案》、《湖北省应对气候变化和节能“十三五”规划》、《武汉市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《武汉市资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验工作要点》、《武汉市低碳发展“十三五”规划》等文件中，分别提出了“以中法武汉生态示范城、花山生态新城、四新生态新城等为载体，开展国家近零排放区示范工程”、“武汉花山生态新城探索碳排放总量控制制度、近零碳排放区示范工程建设”、“中法武汉生态示范城是中法两国“元首项目”，合作建设生态新城，为城市可持续发展提供范例”规划和要求。

（一）花山生态新城

花山生态新城规划总用地面积约 66.4 平方公里，建设用地 18 平方公里，人口规模达 20 万，是国家发展改革委在《关于加快推进国家低碳城（镇）试点工作的通知》中全国八个首批国家低碳城（镇）试点之一。在新城建设中一直秉承低碳发展的理念，对标国内领先生态新城。公共交通方面构建以城铁、地铁为骨架、快速公交为主体、常规公交为网络、出租车为补充、慢行交通为延伸的一体化公共交通体系；智慧城市方面运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，已引入楚天云大数据产业园项目；新能源方面提高区域内公交车辆使用清洁能源车的比例，2016 年投运电动公交大巴 30 余台，推广太阳能光伏光热系统的利用，2016 年亿达云山湖 21 万平方的住宅项目太阳能光热系统覆盖率达到 100%；垃圾分类方面以学校为试点，逐步向居民社区和产业园区推广；生态工程方面依托严西湖和花山河的生态优势，打造生态示范湿地公园，目前占地 27 公顷的河口湿地公园已启动建设。

（二）中法生态武汉示范城

是中法两国“元首项目”，武汉市相继出台《关于加快推进中法武汉生态示范城建设的意见》、《中法武汉生态示范城关于支持法资企业发展的政策措施（试行）》、《中法武汉生态示范城关于支持现代服务业发展的实施意见（试行）》等，并由中法专家耗时 2 年编制《中法武汉生态示范城总体规划（2016—2030 年）》。明确生态城选址武汉市蔡甸区，用低碳生态和产城融合发展理念，建造城市可持续发展典范。规划核心面积约为

39 平方公里，拓展面积 62 平方公里，辐射区 120 平方公里。融合中法两国在城市规划设计、建造和管理领域的可持续发展技术和经验，按照“全域规划、产城融合、生态新城、城城对接”的理念，注重可再生能源、低碳交通体系和绿色建筑等生态环境技术应用，打造成为工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展的“中法合作之城、低碳示范之城、产业创新之城、生态宜居之城”。目前项目进展顺利，已建或拟建的重大项目包括百年工程“综合管廊”、中法双街、东风雷诺汽车生产基地等。当今世界最大电力生产厂家之一的法国电力公司已计划初期投资 10 亿元以上，在中法生态新城开展地热、天然气联合循环、废水处理厂余热回收等业务，项目投资会根据推进实际情况增加。

五、结论

武汉市低碳发展模式根植于城市典型特点和未来功能定位。

- 武汉市是中部地区中心城市，以及其独特的地理和气候条件，决定其能源消费需求较高。但是，武汉是能源资源匮乏的超大城市，资源环境约束日益严峻，低碳转型是城市发展的必然选择。
- 武汉历史文化悠久，科技创新资源丰富，具有开发、灵活、包容和多元性，为吸收、打造和践行低碳城市建设理念提供了深厚的思想文化土壤。
- 武汉正处于工业化和城镇化的“换挡期”，“工业强市”和“城建攻坚”是推动武汉国家中心城市长期愿景实现的关键发展战略。低碳城市发展为推动武汉成功实现经济转型升级、城市功能品质提升提供强大支撑。
- 作为重工业城市，产业结构优化和工业升级是武汉目前以及未来一段时间内城市工作的重中之重。
- 武汉作为副省级城市和湖北省会城市及多个国家试点城市，拥有更多行政资源。
- 武汉正处于工业化和城镇化的“换挡期”，“工业强市”和“城建攻坚”是推动武汉国家中心城市长期愿景实现的关键发展战略。

“十二五”期间，武汉在持续推进城镇化、工业化进程的同时，不断优化产业结构、

能源结构，提高能源和碳利用率，推动城市低碳发展，主要表现在（见表 21）：

- 武汉市人口持续增加，人口老龄化趋势明显，人口就业以制造业为主，第三产业就业需求逐步提高；
- 武汉正处于快速城镇化向稳定城镇化换挡的过渡时期，城镇化率接近国际发达城市水平（80%-90%）；
- 武汉市地区生产总值稳步增加，2015 年突破万亿元，位居中国副省级城市前列。人均地区生产总值为 104132 元（16705 美元）⁴，超过了世行定义的高收入水平标准（12475 美元）；
- 武汉处于工业化中后期的产业发展阶段，第二、三产业齐头并进。工业结构持续优化，工业增加值能耗下降；
- 能源消耗总量增加，但能源结构不断优化，煤炭占比大幅下降，非化石能源发展迅速；
- 城市正处于经济增长与 CO₂ 排放相对脱钩的阶段，单位 CO₂ 排放的 GDP 产出水平持续提高。人均碳排放缓慢增加，从 2010 年的 11.9 吨/人，增长为 2015 年的 13.58 吨。

表 21：武汉市关键碳排放驱动因素变化（2010 年和 2015 年）

| 指标因素 | 2010 | 2015 |
|------------------------|---------------|---------------|
| 人口 (百万人) | 9.78 | 10.61 |
| 老龄化 (%) | 14.58% | 19.74% |
| 城市化率 (%) | 70.5% | 79.77% |
| GDP (亿元) | 5565.9 | 10905 |
| 人均 GDP (元) | 58000 | 104132 |
| 三产结构 | 3.1:45.5:51.4 | 3.3:45.7:51.0 |
| 能源消耗总量 (标准煤) | 3615 | 4858 |
| 煤炭占能源消费比重 (%) | 53.81% | 50.03% |
| 非化石能源占一次能源消费比重 (%) | 8.71% | 11.5% |
| 单位 GDP 碳排放 (吨/万元) (现价) | 2.09 | 1.21 |
| 人均碳排放(吨) | 11.9 | 12.4 |

“十二五”时期，武汉在探索低碳发展的体制机制、战略措施及政策工具等方面初

⁴ 按照 2015 年平均汇率（1 美元=6.23 人民币）

步积累了一些经验和做法，基本形成了较为清晰、可行的低碳发展战略和政策体系：

- 武汉建立市长为组长的低碳发展领导小组，编制低碳发展规划和实施方案，明确低碳发展目标和行动，采用科学方法测算了城市碳排放峰值年份，并合理确定了实现峰值的路径，将目标和重点任务分解到职能部门及区（县），推动能源、工业、建筑、交通等重点领域的低碳发展战略措施和政策工具的形成和落实，将低碳发展融入城市生产生活的各个方面和全过程。
- 武汉在低碳管理制度和机制进行了多项创新。将万元 GDP 碳排放作为约束性指标，建立支撑低碳管理的温室气体排放统计核算体系，建立温室气体排放目标责任制和考核机制、固定资产投资项目碳排放评价制度等。武汉利用碳排放权交易体系、低碳发展专项资金以及绿色信贷和合同能源管理等投融资等市场手段，优化低碳资源的市场配置。
- 武汉市现阶段碳排放的关键领域是工业，随着经济社会的发展和居民生活水平的提高，建筑和交通领域的碳排放不断增加。武汉建立低碳顶层设计基础上，在能源结构转型，以及减少工业、交通、建筑等核心领域的碳排放方面出台和落实了各类针对性战略措施和政策工具，基本覆盖到减少能源消费需求、提高系统和技术能源效率，以及减少能源碳排放强度等关键碳减排路径，及控制命令型、市场激励型、自愿和信息型等多个政策工具类型。
- 尽管武汉基本建立了全面、系统低碳发展战略和政策体系框架，但是如何让政策有效落地，仍面临这一些挑战。在政策实践过程中仍缺乏针对低碳城市发展的法律法规支持，以及缺乏对政策执行过程和实施效果的有效监控、追踪和评估。

参考文献

1. 武汉 2030. 武汉市中心体系结构专题研究.<http://www.wpl.gov.cn/zl/zg2030/show.asp?Id=100671&cid=2229>
2. 武汉市人民政府.武汉制造 2025 行动纲要.http://www.wh.gov.cn/hbgovinfo_47/szfggxml/zcfg/szfwj/201611/P020161110363021655659.pdf
3. 武汉市人民政府.《武汉市城建攻坚五年（2012-2016）》.http://zwgk.whjs.gov.cn/content/2014-07/01/content_328573.htm
4. 武汉统计局.走进辉煌“十二五”时期武汉经济社会发展成就统计报告.北京:中国统计出版社, 2016
5. 武汉国土规划局.《武汉市土地利用和空间规划“十三五”规划》(公示稿).<http://www.wpl.gov.cn/UploadFileNew/20170315050405473.pdf>
6. 武汉交通发展战略研究院.2016 武汉市交通发展年度报告 <http://www.whtpi.com/Results/9/1258.html>
7. 武汉市发改委.武汉市低碳城市试点建设回顾.http://cjrb.cjn.cn/images/2016-06/30/12/2016063012_pdf.pdf. 长江日报.2016-06-30/2017-10-30
8. 武汉市发改委.武汉市低碳发展“十三五”规划(公示稿).<http://www.whdrc.gov.cn/html/xwzx/tzgg/20160711/18131.html>
9. 武汉市人民政府.武汉市能源发展“十三五”规划(武政【2017】15号). http://www.wh.gov.cn/hbgovinfo_47/szfggxml/zcfg/szfwj/201707/t20170704_130276.html
10. 武汉市统计局. 武汉 2016 年统计年鉴. <http://www.stats-hb.gov.cn/CMSwww/201704/201704170359049.pdf>
11. 武汉市城建委. 武汉市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划(武城建【2017】124号). <http://www.whjzjnb.com/files/site2/20170801/124.pdf>
12. 武汉市人民政府. 武汉市环境保护“十三五”规划(武政【2017】5号).http://www.wh.gov.cn/hbgovinfo_47/szfggxml/zcfg/szfwj/201705/t20170512_108154.html
13. 交通部网站. 武汉市公交都市创建成效明显.http://www.mot.gov.cn/difangxinwen/xxlb_fabu/fbpd_hubei/201709/t20170907_2913138.html