

武汉历年碳排放情况及变化趋势预测

何舒卉，赵春晖

(武汉科技大学城市学院，湖北武汉 430083)

【摘要】本文通过历年来的数据对武汉的碳排放量做了初步的统计分析，了解近年来武汉的碳排放状况，分析其增长变化趋势，并设定了基准和低碳两种情景，预测了2014—2030 年武汉市的碳排放量。同时，也将武汉市与100 强城市、287 个地级以上城市及全国平均水平的单位GDP 碳排放量对比。最后，基于预测的结果与其它省市减排路径及成果分析，进一步对武汉市的低碳发展道路提出建议。

【关键词】武汉；碳排放量；碳减排；情景预测

基金项目：武汉科技大学城市学院校级科研课题，碳交易定价机制的国内外比较研究，编号：2015CYYBKY006。

武汉是位于我国中部的核心城市，近30 年来武汉市遵照的是高消耗、高污染、高排放的发展模式。如果武汉市的经济增长一直遵循这种发展趋势的话，那么其发展远景不得不令人担忧。所以走低碳城市的道路将是武汉市进行经济与环境可持续发展的必经之路。

武汉市作为九省通衢的湖北省省会城市，近几年来不断地进行了一系列的建设。2009 年至2013 年能源消费折标煤的数据分别为：5026.57、5250.90、5431.10、6196.54、6741.39 万吨，能源消费逐年攀升，年均增长约7.69%。从能源消费的结构来看，能源消耗的品种依然以煤、电、油、气，这些高碳能源为主。通过分析可以知道，传统能源煤、电、油、气与经济的增长息息相关，其中煤炭和电力对武汉经济限制作用的增大，武汉对传统能源更加依赖，因此武汉的碳排放依然是很大的问题。

一、武汉2004—2013 年的碳排放量介绍

根据《武汉统计年鉴》可以得到2004—2013 年的GDP，同样按照二氧化碳与折标煤的换算系数0.98，计算后可以得到各年的碳排放数据。

根据表1 中的数据，将2004—2013 年的碳排放量绘制成折线图，初步得到直观的趋势，见图1。

表 1 武汉市 2004—2013 年二氧化碳排放总量

年份	GDP 折能耗(折标煤) (10^4)	二氧化碳与折标 煤的换算	二氧化碳排放 (10^4)
2004	3274.48	0.98	3208.99
2005	3255.39	0.98	3190.29
2006	3828.17	0.98	3751.61
2007	3884.03	0.98	3806.35
2008	3914.27	0.98	3835.98
2009	5129.15	0.98	5026.57
2010	5899.89	0.98	5250.90
2011	5545.00	0.98	5431.10
2012	6323.00	0.98	6196.54
2013	6878.97	0.98	6741.39

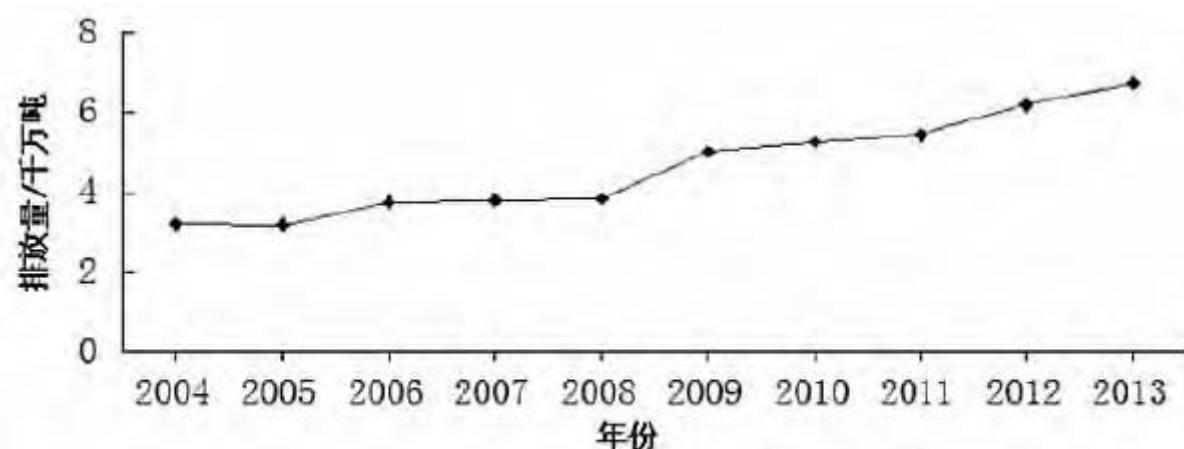


图 1 武汉 2004—2013 年碳排放量变化图

图中显示武汉近年来的碳排放量一直呈现增长趋势，没有下滑。按照2009—2013 年的数据趋势粗略计算下，碳排放量平均每年增长7.69%。当然这个计算结果只是单纯的平均增长百分比数据，很多影响因素都没有考虑进去。

二、武汉2014—2030 年碳排放量预测及分析

对武汉2014—2030 年碳排放量的预测采用情景分析法。分别设定基准和低碳两种情景来预测武汉2014—2030 年的碳排放量。

表 2 武汉碳排放基准和低碳情景设定

情景	假设
基准情景	计划生育政策稍有放开 基本不采取或采取较少节能减排措施, 节能率较低 能源消耗仍然不能得到有效控制; 节能技术有所进步, 但仍不能满足节能减排需求 按照2009—2013 年的发展情况继续, 碳排放量基本上按照线性趋势继续增长。
低碳情景	严格执行人口政策, 人口得到严格控制, 武汉城乡协调发展 城市交通将公交、地铁和自行车作为主导 低能耗的产业位于主导地位, 可再生能源得到极大应用, 对煤炭的依赖性大大降低 清洁能源发电技术得到极大发展 出台严格的节能政策措施, 节能率控制在 6% 以上。

1、基准情景下，武汉2014—2030 年的碳排放量预测及分析

根据《中国统计年鉴》、《武汉统计年鉴》的数据以及上文中提到的计算方法, 按照2004—2013 年的发展趋势, 以2013 年为基础数据, 计算得出表3。

表3 武汉2014—2020年碳排放量粗略估算表

年份	GDP折能耗(折标煤) (10 ⁴)	二氧化碳与折标 煤的换算	二氧化碳排放量 (10 ⁴)
2014	7407.96	0.98	7259.80
2015	7977.63	0.98	7818.08
2016	8591.11	0.98	8419.28
2017	9251.77	0.98	9066.73
2018	9963.23	0.98	9763.96
2019	10729.40	0.98	10514.81
2020	11554.49	0.98	11323.40

上表因为是按照2009—2013年的碳排放量平均增长百分比7.69%来计算，数据只能说明一个大概的平均数值，并不准确。为了更加直观地看到趋势的变化，再进一步绘制2009—2013年的碳排放量折线图，并以此为基础，直接在软件中显示出以这5年数据为基础的变化趋势线，得到其公式为： $y=87.591x^2-88.021x+5029.9$ ，见图2。

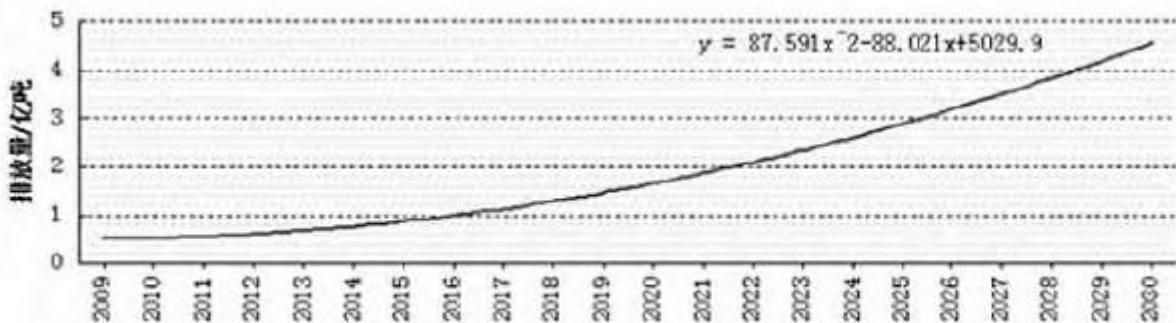


图2 武汉2009—2030年的碳排放量趋势预测变化图

2、低碳情景下，武汉2014—2030年的碳排放量预测及分析

如果武汉按照低碳情景下的情况来执行碳排放量控制，将会是另一种结果。按照国内100强城市低碳方案下的参数设定，到2030年GDP增速为10%，减排率为8.5%，那么以2013年的数据为基数计算可得出表4。

表 4 低碳情景下的武汉 2014—2030 年碳排放量预测表

年份	GDP(亿元)	单位 GDP 能耗(吨标准煤 / 万元)	GDP 折能耗(折标煤 10 ⁴)	二氧化碳与折标煤的换算	二氧化碳排放量(10 ⁴)
2014	9956.40	0.70	6969.48	0.98	6830.09
2015	10952.04	0.64	7009.31	0.98	6869.12
2016	12047.24	0.58	6987.40	0.98	6847.65
2017	13251.96	0.53	7023.54	0.98	6883.07
2018	14577.16	0.49	7142.81	0.98	6999.95
2019	16034.88	0.45	7215.70	0.98	7071.38
2020	17638.36	0.41	7231.73	0.98	7078.10
2021	19402.20	0.38	7372.84	0.98	7225.38
2022	21342.42	0.35	7469.85	0.98	7320.45
2023	23476.66	0.32	7512.53	0.98	7362.28
2024	25824.33	0.29	7489.06	0.98	7339.28
2025	28406.76	0.26	7385.76	0.98	7238.04
2026	31247.44	0.24	7499.39	0.98	7349.40
2027	34372.18	0.22	7561.88	0.98	7410.64
2028	37809.40	0.20	7561.88	0.98	7410.64
2029	41590.34	0.18	7486.26	0.98	7336.53
2030	45749.37	0.16	7319.90	0.98	7173.50

这是武汉按照全国 100 强城市低碳方案下的碳排放量，这种低碳情景下武汉的碳排放量能够得到有效地控制并且大致稳定下来。

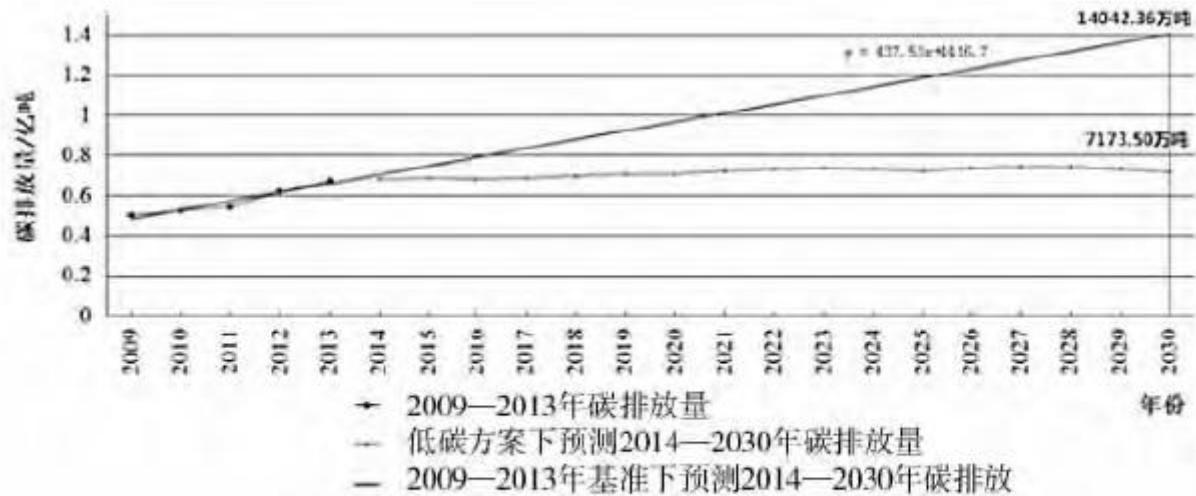


图3 基准情景和低碳情景下的武汉2014—2030年碳排放量变化趋势预测对比图

3、比较基准情景和低碳情景下武汉2014—2030年碳排放量的预测

由于图2中的短期预测趋势不适用于中期和长期，2014—2030年的趋势则按照线性趋势来看，那么现将武汉市按2009—2013年的碳排放现状与低碳方案下的变化趋势预测作出比较。

显然，低碳方案下对碳排放量的控制效果非常明显，比基准情景下少了6868.86万吨排放量，即使武汉不按照全国100强城市的低碳方案执行，适当地降低标准，相信碳排放量的减少也应该是十分明显的。

此外，据官方报道，2013年武汉市宣布低碳目标为：到2020年，能源利用二氧化碳排放总量控制目标为1.6亿吨，达到峰值。根据基准情景下的预测，到2020年，武汉碳排放量大概为16586.75万吨。这与武汉市宣布的2020年的碳排放量控制目标1.6亿吨相吻合。这充分说明武汉市政府目前是按照2009—2013年的基准来预测碳排放控制目标的，并未采取更加严格的节能减排措施，采用低碳情景方案来控制未来的碳排放量。

三、武汉与100强城市、287个地级以上城市及全国平均水平的单位GDP碳排放量对比

相对于国内的其它城市，武汉的碳排放情况并不乐观。本文主要就单位GDP碳排放量进行了统计比较。低碳方案下，全国平均水平的减排率为6.5%，287个地级市的减排率为8.0%，100强城市的减排率为8.5%。武汉市作为我国中部重要的工业城市，列为100强城市，减排率设定为8.5%。从比较后的数据看出，武汉的单位GDP碳排放量低于全国的平均水平，同时也低于287个地级市的平均水平。但是这里却出现了一个尴尬的现象，将武汉列为100强城市，但其单位GDP碳排放量却远远高于100强城市的平均水平，结果见表5。

表 5 武汉与 100 强城市、287 个地级以上城市及全国平均水平的单位 GDP 碳排放量对比 (单位 吨 / 万元)

年份	全国平均水平	287 个地级市	100 强城市	武汉
2014	1.48	1.13	0.10	0.69
2015	1.39	1.04	0.09	0.63
2016	1.30	0.96	0.08	0.57
2017	1.21	0.88	0.08	0.52
2018	1.13	0.81	0.07	0.48
2019	1.06	0.75	0.06	0.44
2020	0.99	0.69	0.06	0.40
2021	0.93	0.63	0.05	0.37
2022	0.87	0.58	0.05	0.34
2023	0.81	0.53	0.04	0.31
2024	0.76	0.49	0.04	0.28
2025	0.71	0.45	0.04	0.25
2026	0.66	0.42	0.03	0.24
2027	0.62	0.38	0.03	0.22
2028	0.58	0.35	0.03	0.20
2029	0.54	0.32	0.03	0.18
2030	0.50	0.30	0.02	0.16

从表5 的数据来看，100 强的单位GDP 碳排放量是非常低的，但是需要考虑到100 强城市的GDP 水平远高于全国和287 个地级市的平均水平，进行单位GDP 碳排放量对比的目的在于凸显出城市对于碳排放的控制力度、技术和成效。从图4 中可以直观地看到不同水平城市的单位GDP 排放量的差异。

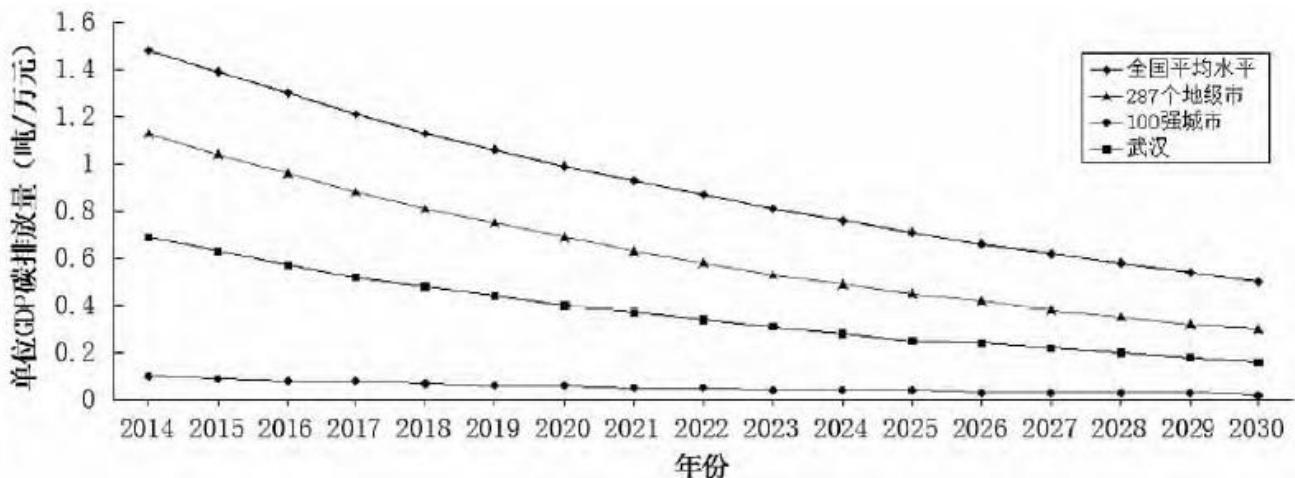


图 4 武汉与 100 强城市、287 个地级以上城市及全国平均水平的单位 GDP 碳排放量对比

武汉作为湖北的省会，我国中部重要的工业城市，列属于全国100 强城市，但单位GDP 碳排放量却远达不到100 强城市的平均水平，这说明武汉的节能减排工作远远没有达到要求，需要加大力度降低碳排放。

四、减排路径借鉴及实际情况分析应用

1、其它省市减排路径及成果分析

将武汉市与上海、重庆等城市进行碳排放量的比较分析。

表 6 武汉与上海、重庆碳排放量表

城市	GDP 折能耗 (折标煤) (10 ⁴ t)	二氧化碳与折 标煤的换算	二氧化碳排放 (10 ⁴ t)
武汉	6878.97	0.98	6741.39
上海	11703.67	0.98	11469.60
重庆	8919.74	0.98	8741.35

上海对能源的需求量巨大，其中工业消耗达到6322.02 万吨，占总能源消耗的54%左右，煤炭的消费量达到了5685.19 万吨。经济的飞速发展也拉动了能源的巨量需求，虽然单位GDP 能耗仅为0.545 吨标准煤/ 万元，低于武汉，但排放总量的增长速度却是经济发展速度跟不上的。

对于重庆，第二产业的消耗量更甚于上海，占到总能源消费的60%以上。这说明第二产业是能源需求量的主要部分，并且对煤炭的需求量更为明显。

在《深圳统计年鉴》中没有找到相关的详细数据，表中并没有列出深圳的排放情况，但是从深圳的产值结构看，第三产业占到了总产值的56.6%，由此可以估计深圳的第二产业不占主导地位，因为对于煤炭的需求量较少，所造成的碳排放自然不会太高。深圳工业较发达，以高新技术行业、轻工制造业等低能耗产业为主体，能源消耗量大的产业却很少，而在其它的城市，都是以高能耗的工业作为主体。而武汉作为一个重工业城市，更需要汲取经验，积极进行经济转型，发展能耗低的高新技术产业，并向能耗低、产值高的第三产业发展。

与此同时，武汉需要从实际出发，结合自身的实际情况，挖掘自身的减碳潜力，制定相应的方案，从各个方面考虑，全方位地进行节能减碳，并在实施过程中随时关注其进程和效果，不断进行改进。

2、武汉减排路径的借鉴和实施

(1) 加速产业结构的调整改善进程，建立低碳型现代化产业体系。快速建立低碳产业体系，加快先进制造业步伐，实现低碳化发展。进行一批工业重点节能技术改造工程，加强控制高耗能产业，淘汰行业中落后于生产力的企业。促进发展高新技术产业，抓住低碳发展机遇，重点开展低碳交易、低碳金融等新兴低碳服务业，建立低碳型产业体系。

(2) 促进节能减排，能源消费和碳排放的综合控制。树立并完善节能减排的长久发展目标，逐渐建立与城市经济发展程度相符合的绿色发展模式，设立新建项目碳核准机制。对高能耗、高碳排、高污染的新建项目，执行更加严格的标准。建立落后产能退出机制，重点落实专项治理项目，从根本上控制能源消耗和环境污染。设立节能减排市场机制，指引社会、企业减少能源消耗。设定节能减排的监督管理机制，引导和规范企业进行节能减排工作。严格监督执法，加大对重要能耗单位和高碳排放企业的监督。改进废弃物处理方法，有效控制由于废弃物处理所产生的碳排放，引导企业循环利用再生资源。

(3) 大力发展新能源产业，持续优化能源结构。重点在于控制对煤炭消耗的过度需求，减少过量的能耗需求，并且积极推广太阳能、生物能源等非化石能源逐步替代传统化石能源。促进光伏发电照明系统的使用，积极推进太阳能热水器的应用。根据本地情况利用生物能源，推广发展生物能源发电。积极开发秸秆资源，充分利用农村秸秆焚烧发电项目，提高农民生活条件、改善农村环境。

(4) 提倡推广绿色交通，建立低碳智能交通系统。武汉是全国低碳交通运输体系试点城市和全国首批“智慧城市”的示范城市，大力发展以高效能、低能耗、低污染、低碳排放为目的的现代交通运输发展模式。优先发展绿色公共交通，加快交通运输结构的调整。努力建设“公交都市”，积极发展轨道交通，改善公共交通换乘系统，倡导绿色出行，减少人们对汽车的使用和依赖。改进城市慢行交通体系，改良自行车和步行的交通环境。加速低碳排放运输设备的发展，尽可能地使用低能耗、低碳排放的交通工具。

(5) 推广绿色建筑，减少建筑方面的温室气体排放，制定低碳建筑的政策、标准和管理制度。加强实行建筑节能标准，实行绿色建筑评价标志制度。大力推进可再生能源建筑的应用，改进建筑耗能结构，逐步推动已有建筑的节能改造，推行应用高效节能的设备和绿色照明技术。

(6) 坚持改进低碳发展模式，研究建立不同层次、各有特色的低碳发展模式。建立低碳经济发展的鼓励和限制机制。提倡企业进行节能降耗，全面推广清洁生产。促进工业园区的低碳化，加强工业园区温室气体的管理，持续减少园区的碳排放。积极地对低碳企业进行扶持与鼓励，努力探索和改进低碳技术。

(7) 充分发挥固碳潜力，对武汉现有的山林、湖泊等自然生态环境加强建设和保护，增强碳汇能力。改善城市园林绿地系统，城市现有绿地逐步向市民开放。推动湿地保护与自然保护区建设工程的进行。增加森林的固碳能力，加大对天然林木的保护，提倡退耕还林和植树造林，限制山区开发，推进以农田为主的平原绿化工作，加强对道路、河堤、湖泊的生态优化。

(8) 提倡低碳生活方式和消费模式，建立提倡绿色消费的全民参与机制。倡导消费者选择购买低碳产品，推行能效标准和标志，规范节能产品市场，发挥消费对生产的引导作用。通过绿色消费牵动绿色产品和服务的生产，指导企业通过生产技术和工艺的改进，不断降低绿色产品的成本，产生绿色生产与绿色消费之间的良性循环。

3、政府措施评价及改进建议

由于这些年来武汉市政府对企业生产过程中能耗排放的重视以及一些有关措施的实行，工业生产所产生的能耗正在逐年降低。2009年，武汉市单位GDP能耗为1.11吨标准煤，比前一年减少6.04%；规模以上工业企业综合能源消费量达到1713.8万吨标准煤，万元工业产值能耗减低率同比减少12.0%，万元工业增加值能耗降低率同比减少18.6%。轻工业综合能耗同比减少4.1%，重工业综合能耗同比减少3.5%。能耗的降低，提高了经济效益，更重要的是减少了二氧化碳的排放，随着温室气体排放的减少，武汉的空气质量必将得到改善。

按照数据来看，近几年来武汉的空气质量持续改善，绿地面积持续增加。在空气质量改善的同时，武汉绿地面积从2000年的人均绿化面积7.7平方米增长到2009年的20.9平方米，总计增加的绿地面积达到475.6万平方米；在2011年还投入28.77亿资金专门用于绿化建设，预计新建绿地面积725万平方米，武汉将加快绿化进程。

武汉对于低碳政策和措施的覆盖面其实已经很广泛了，也是非常具体的，但关键在于这些政策的实施。“低碳”并不仅仅是一个口号，低碳城市建设是一个宏观发展方向，需要各个方面的配套改革和政策实行。具体来说，一方面政府需要制定政策并付诸执行，并且引导企业进行低碳生产；另一方面也需要市民能积极响应政府号召，主动参与到低碳活动中来，在工作和家庭生活的各个方面注意节能减碳，市民的参与其中将会是一股更大的力量。

政府需要改变观念，丢掉以往高能耗的经济发展模式，开辟新的绿色经济发展之路。因为武汉属于中部地区由传统产业来支撑的大城市，经济转型道路比较艰难。但是未来城市发展的趋势决定了经济增长方式必须发生转变，武汉必须牢牢把握建设低碳社会的这个机遇，大力发展战略、循环经济模式，逐渐让高能耗、高污染的传统产业退出，发展高效益、低排放的新型产业。政府应该认识到，低碳发展是一个长远的发展道路，短期内低碳经济会低于预期目标，甚至增加成本，但是从长远利益的角度来看，这是有必要的。

政府还需要重视民众的力量，采取积极措施鼓励市民参与到低碳城市的建设中来。建议以社区为基本单位来深化市民对低碳理念的理解，让低碳生活成为潮流。社区是居民生活的重要单位，应该积极做好节能减排的宣传推广，引导进行各式各样的低碳环保主题活动，让市民深入地了解低碳生活的好处和意义。

五、结论

碳排放作为一个公众性的问题，城市将来发展的趋势决定了经济增长方式的转变，武汉必须牢牢把握建设低碳社会的这个机遇，走低碳城市的道路。实现城市生活低碳化，进行低碳城市建设是一个宏观发展方向，需要各个领域的配套设施改革和政策实行，政府需要制定政策并付诸执行。由于武汉对传统能源的依赖，导致二氧化碳的排放依旧难以得到控制。对于一个城市来说，影响城市低碳发展的是城市生产、交通、家庭生活的碳排放情况和增长态势。针对武汉碳排放的问题，应该按照全国100强城市低碳方案发展，由政府牵头，引导企业积极进行转型，发展低碳产业；采取积极措施促使市民参与到低碳行动中来，让低碳理念深入人心！

参考文献

- [1] 武汉市统计局：武汉统计年鉴[Z]. 中国统计出版社，2010—2014.

-
- [2] 中华人民共和国国家统计局：中国统计年鉴[Z]. 中国统计出版社，2014.
- [3] 王海鲲、张荣荣、毕军：中国城市碳排放核算研究——以无锡市为例[J]. 中国环境科学，2011（6）.
- [4] 魏一鸣：中国能源报告2008：碳排放研究[M]. 北京：科学出版社，2008.
- [5] 联合国开发计划署：中国人类发展报告——迈向低碳经济和社会的可持续未来[R]. 2009.
- [6] 齐晔：中国低碳发展报告[M]. 北京：社会科学文献出版社，2013.
- [7] 张泉、叶兴平、陈国伟：低碳城市规划——一个新的视野[J]. 城市规划，2010（2）.
- [8] 查建平、郑浩生、唐方方：中国区域工业碳排放绩效及其影响因素实证研究[J]. 软科学，2012（4）.
- [9] 魏楚、杜立民、沈满洪：中国能否实现节能减排目标：基于DEA方法的评价与模拟[J]. 世界经济，2010（3）.
- [10] 李国志、李宗植：中国二氧化碳排放的区域差异和影响因素研究分析[J]. 中国人口资源与环境，2010（5）.
- [11] 杨子阵：经济增长、能源消费与二氧化碳排放的动态关系研究[J]. 世界经济，2011（6）.
- [12] 巴曙松、吴大义：能源消费、二氧化碳排放与经济增长——基于二氧化碳减排成本视角的实证分析[J]. 经济与管理研究，2010（6）.
- [13] 徐国泉、刘则渊、姜照华：中国碳排放的因素分解模型及实证分析：1995—2004[J]. 中国人口资源与环境，2006（6）.
- [14] 蒋金荷：中国碳排放量测算及影响因素分析[J]. 资源科学，2011（4）.
- [15] 林伯强、刘希颖：中国城市化阶段的碳排放：影响因素和减排策略[J]. 经济研究，2010（8）.
- [16] 姜克隽、胡秀莲、庄幸等：中国2050 年的能源需求与CO₂排放情景[J]. 气候变化研究进展，2008（9）.
- [17] 2050 中国能源和碳排放报告研究课题组：2050 中国能源和碳排放报告[M]. 北京：科学出版社，2009.
- [18] 刘传江、冯碧梅：低碳经济对武汉城市圈建设“两型社会”的启示[J]. 中国人口资源与环境，2009，19（5）.
- [19] 庄贵阳：低碳经济引领世界经济发展方向[J]. 世界环境，2008（2）.
- [20] 陈飞、诸大建：低碳城市研究的理论方法[J]. 城市发展研究，2009（10）.
- [21] 胡鞍钢：中国如何应对全球气候变暖的挑战[Z]. 国情报告，2007（29）.
- [22] 邱鹏：探索低碳城市建设新路径——瑞典经验借鉴及启示[J]. 西南民族大学学报（人文社会科学版），2010（10）.

[23] 中国发展低碳经济途径研究报告课题组：中国发展低碳经济途径研究[R]. 中国环境与发展国际合作委员会2009 年年会，2009.