



中国城市**达峰**指数

公众环境研究中心IPE

公众环境研究中心(Institute of Public and Environmental Affairs, IPE) 是一家在北京注册的公益环境研究机构。自2006年6月成立以来, IPE致力于收集、整理和分析政府和企业公开的环境信息, 搭建环境信息数据库和污染地图网站、蔚蓝地图APP两个应用平台, 整合环境数据服务于绿色采购、绿色金融和政府环境决策, 通过企业、政府、公益组织、研究机构等多方合力, 撬动大批企业实现环保转型, 促进环境信息公开和环境治理机制的完善。

编写组成员

马军、马莹莹

致谢

感谢技术合作方中国城市温室气体工作组的支持。

感谢北京市企业家环保基金会、阿里巴巴公益基金会、万科公益基金会提供支持。

本文内容及意见仅代表作者的个人观点, 与以上合作方、基金会的立场或政策无关。



报告免责声明

本研究报告由公众环境研究中心撰写, 研究报告中所提供的信息仅供参考。本报告根据公开、合法渠道获得相关数据和信息, 并尽可能保证可靠、准确和完整。本报告不能作为公众环境研究中心承担任何法律的依据或者凭证。公众环境研究中心将根据相关法律要求及实际情况随时补充、更正和修订有关信息, 并尽可能及时发布。对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的后果不承担任何责任。如引用发布本报告, 需注明出处为公众环境研究中心, 且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。本报告之声明及其修改权、更新权及最终解释权均归公众环境研究中心所有。

摘要

2020年9月，习近平主席代表中国在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣布，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年**前**达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”这一表述，与此前在巴黎气候变化大会上提出的2030年**左右**二氧化碳排放达到峰值对比，一字之差，意味着应对气候变化的力度大幅加强。

实现碳达峰成为中国未来十年非常重要的环境目标，也是2060年实现碳中和的关键一步。要实现整体达峰，需要每个地区的共同努力。新近出台的“十四五”规划和2035年远景目标的建议中明确提出“**支持有条件的地方率先达到碳排放峰值**”。中央经济工作会议上进一步明确将此作为2021年的重点任务之一：“要抓紧制定2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。”

为此，主管应对气候变化工作的生态环境部近期表示，“十四五”、“十五五”期间，中国将开展二氧化碳排放达峰行动，明确地方、行业的达峰目标和行动方案，鼓励相关部门制定达峰专项行动方案。

生态环境部表示达峰行动有关工作将纳入**中央生态环境保护督察**，并对各地方达峰行动的进展情况开展考核评估，表明了政府运用最有效的政策工具来推动气候变化工作的决心，各地应高度重视。

城市贡献了总能源消费量的67%~76%和能源相关二氧化碳排放的71%~76%。城市是中国碳排放控制的核心，城市碳达峰对于2030年前全国实现碳达峰具有重要影响。

为协助社会各界认知和配合达峰行动，在与专业机构合作的基础上，公众环境研究中心开发“**中国城市达峰地图**”与“**中国城市达峰指数**”。达峰地图显示已有80个省市设定了达峰目标。达峰指数设定先锋、领跑、平缓、迟缓、紧迫、滞后等六个级别，从达峰趋势判断、达峰目标年设定以及城市碳强度三个维度进行评价。

首期评价覆盖的58个城市占全国二氧化碳排放总量的44%，占全国国内生产总值的47%，占全国总人口的32%。评价结果显示，深圳、昆明、武汉被评为先锋城市，北京、上海、广州、厦门、南京、青岛、长沙、邯郸、淄博被评为领跑城市，部分城市达峰之路有较大挑战，节能减碳工作亟待加强。

据此报告提出了建议全国各城市尽快设定并公布碳排放达峰目标，开展达峰行动，每年评估发布达峰进展，建议领先城市设定并发布达峰后减排路径，建立强制与自愿相结合的企业碳披露制度，以及鼓励企业制定减排、达峰及碳中和目标等建议。

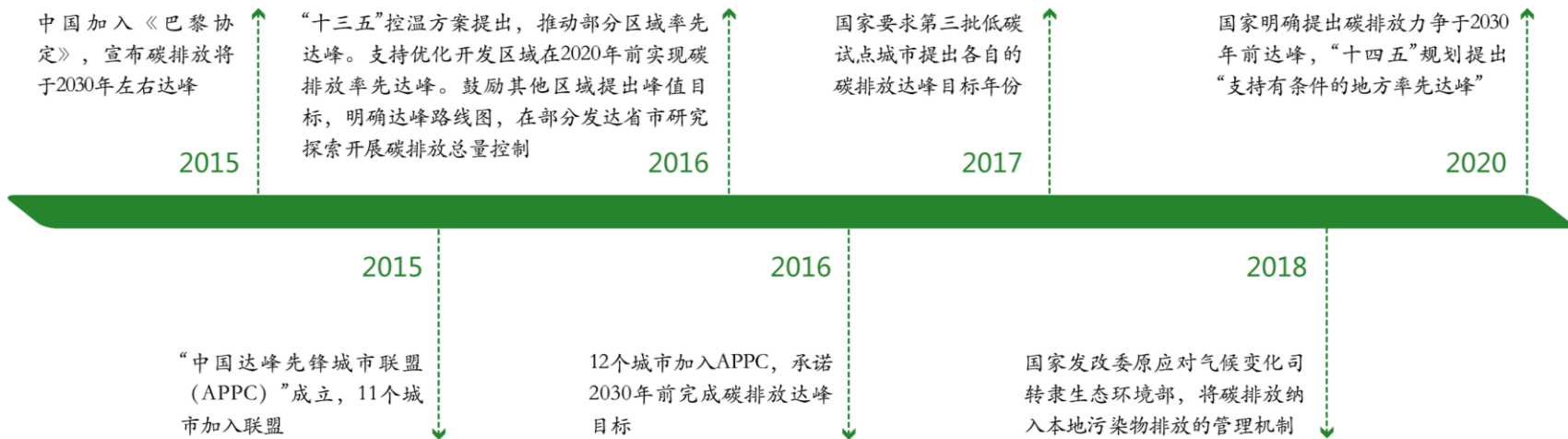


图1 国家层面碳达峰政策进程

城市碳达峰

城市碳达峰是指城市的二氧化碳排放（以年为单位）在一段时间内达到最高峰值，之后进入平台期并可能在一定范围内波动，然后进入平稳下降阶段（见图2）。由于经济因素、极端气象自然因素等，视情况可以适度允许城市在平台期内出现碳排放上升的情况，但不能超过峰值碳排放量。

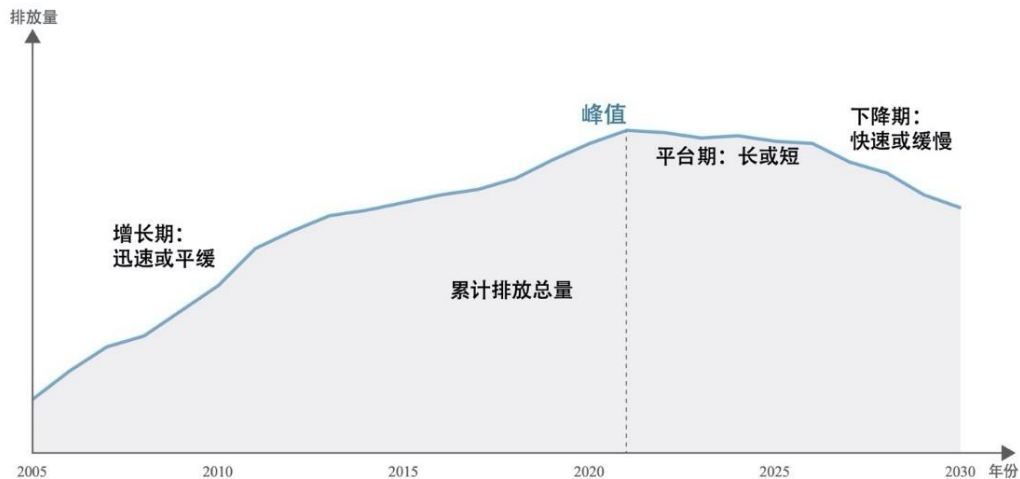


图2 城市碳排放达峰示意图

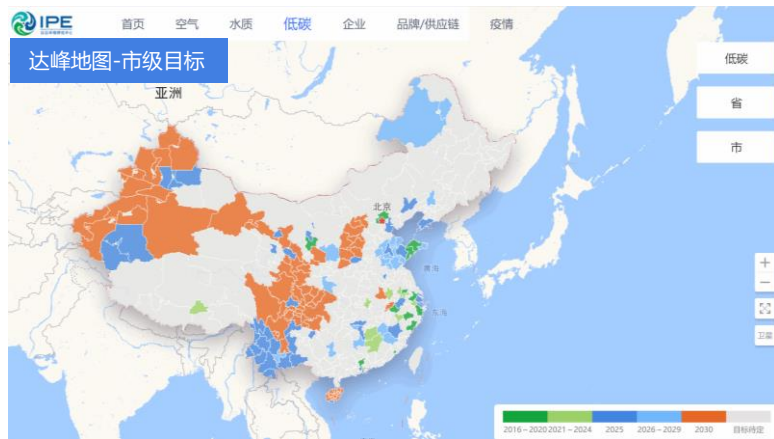
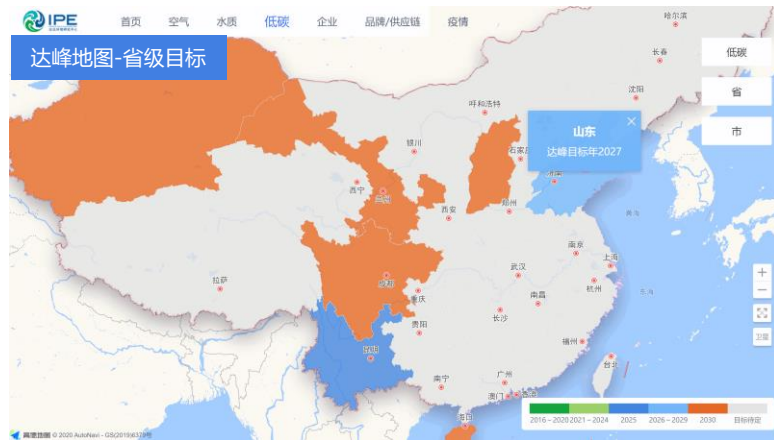
达峰目标年分析

2015年第一届中美气候智慧型/低碳城市峰会上，中国达峰先锋城市联盟（APCC）成立，包括北京、深圳、广州等在内的11个省市提出了各自的碳排放达峰目标年，之后又有12个省市加入，除四川外均是低碳试点。2017年，国家发展改革委公布的第三批共计45个国家低碳试点，也都提出了相应的达峰目标年。

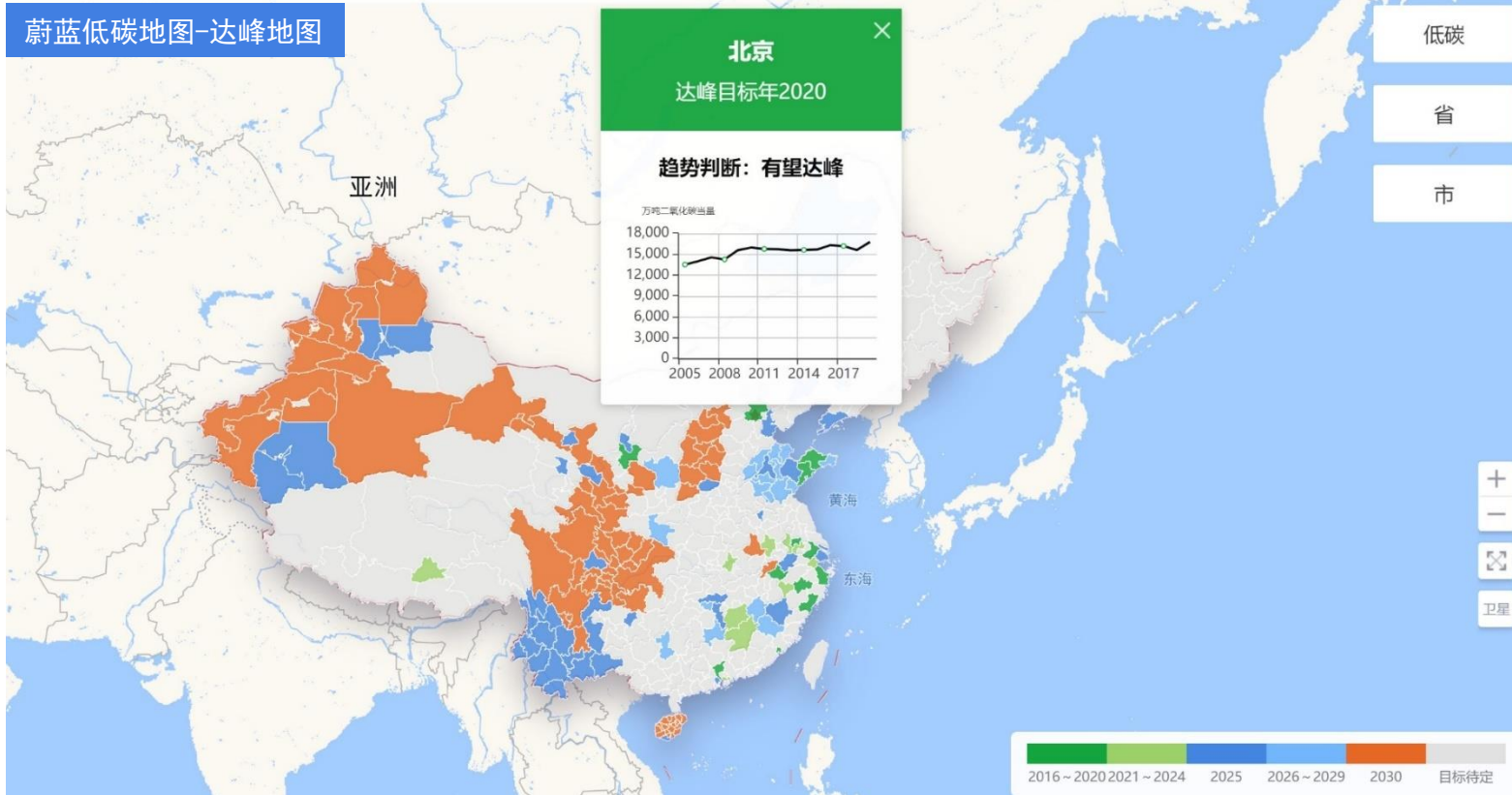
87个低碳试点省市中有75个提出了碳排放达峰目标年，加上四川、甘肃、山东、山西、新疆等省在“十三五”控温方案文件中提出达峰目标年，共计80个省市设定了达峰目标年。



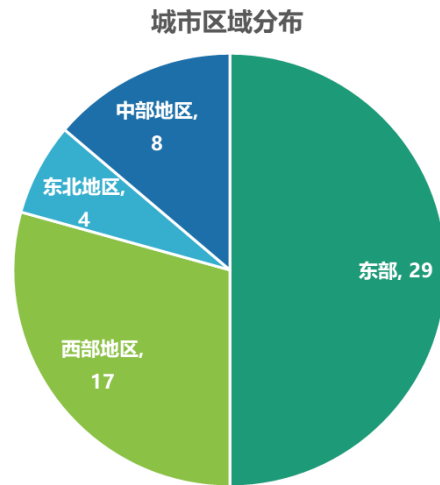
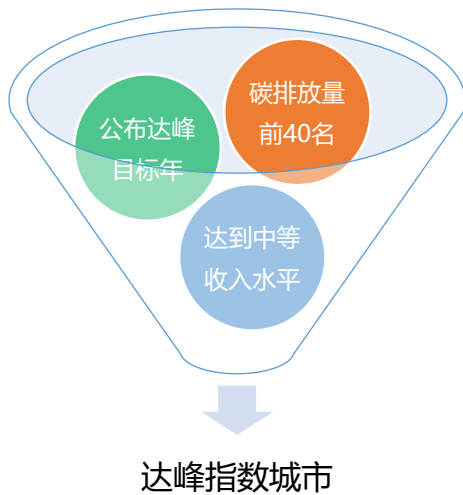
达峰目标年设定在“十三五”期间的有13个，“十四五”期间的有43个，“十五五”期间的有24个。



蔚蓝低碳地图-达峰地图



达峰指数城市选取标准与地区分布



另外，58个城市中21个是直辖市、省会或自治区首府。

城市达峰指数的意义

协助社会各界认知和配合达峰行动

部分发达、高排放地区率先达峰是确保实现全国2030年之前达峰的基础和前提。城市达峰指数所覆盖的城市占全国二氧化碳排放总量的44%，占全国国内生产总值的47%，占全国总人口的32%（见图3）。通过碳达峰指数评价，可以协助政府、企业和社会认知各地气候行动的进展和挑战，推动覆盖的城市尽早实现达峰，确保全国2030年之前达峰，并为实现最终的碳中和目标创造有利条件。

达峰目标的设定有助于城市长期低碳发展

地区控温方案基本是按照国家五年规划设定的5年的强度减排目标，而达峰目标的设定会更长远，对于城市长期低碳发展具有前瞻意义。

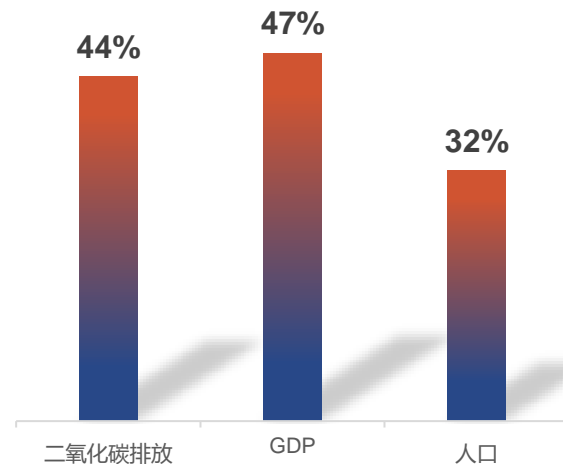


图3 达峰指数城市二氧化碳排放、GDP与人口占全国比重（2019年）

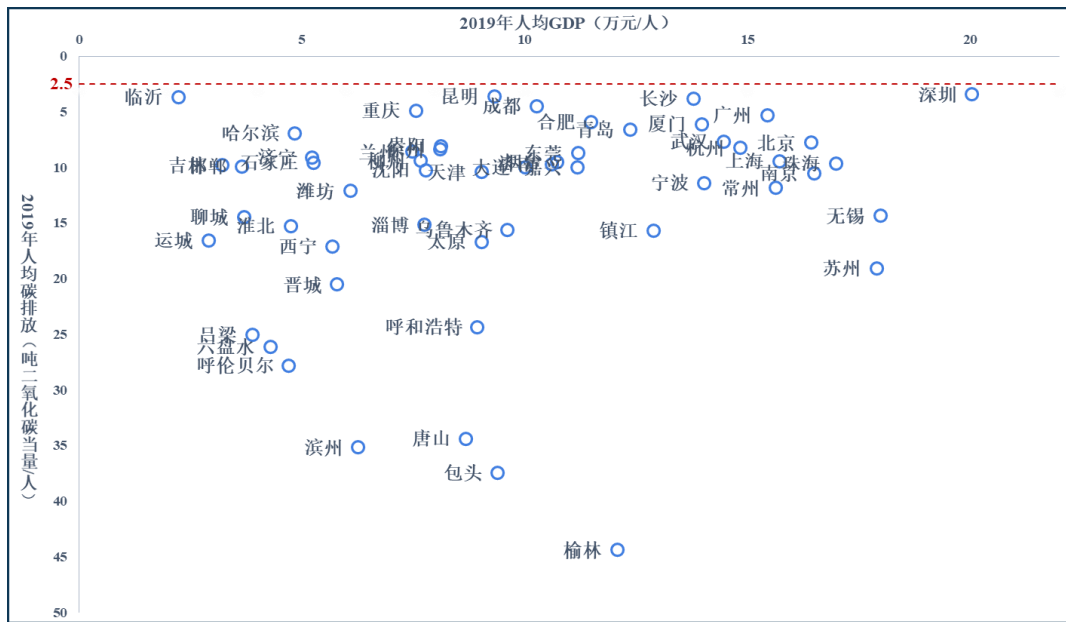
公平低碳生活

达峰指数城市中深圳人均碳排放最低，为3.4吨二氧化碳当量/人，尚未达到人均碳排放2.5吨的目标。

“

要实现巴黎协定1.5℃目标，需要到2030年将人均生活方式消费排放量减少到大约2-2.5吨二氧化碳当量。

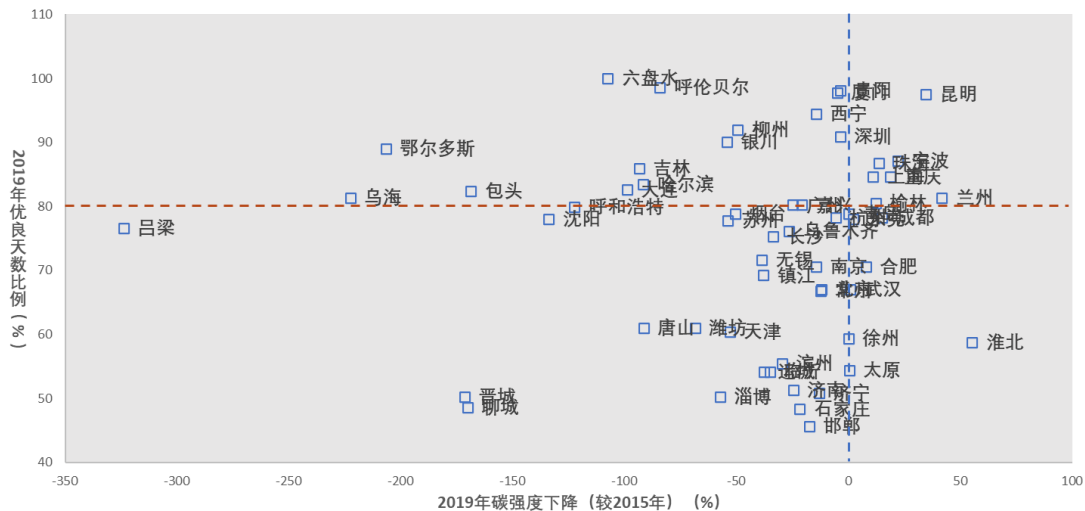
——《2020排放差距报告》



碳减排与治污协同

达峰指数城市中40%城市2019年空气质量达标，26%的城市2019年碳强度较2015年有所下降。

位于第二象限，同时碳强度下降、空气质量达标的城市仅有7个——**昆明、上海、重庆、宁波、兰州、珠海、榆林**。

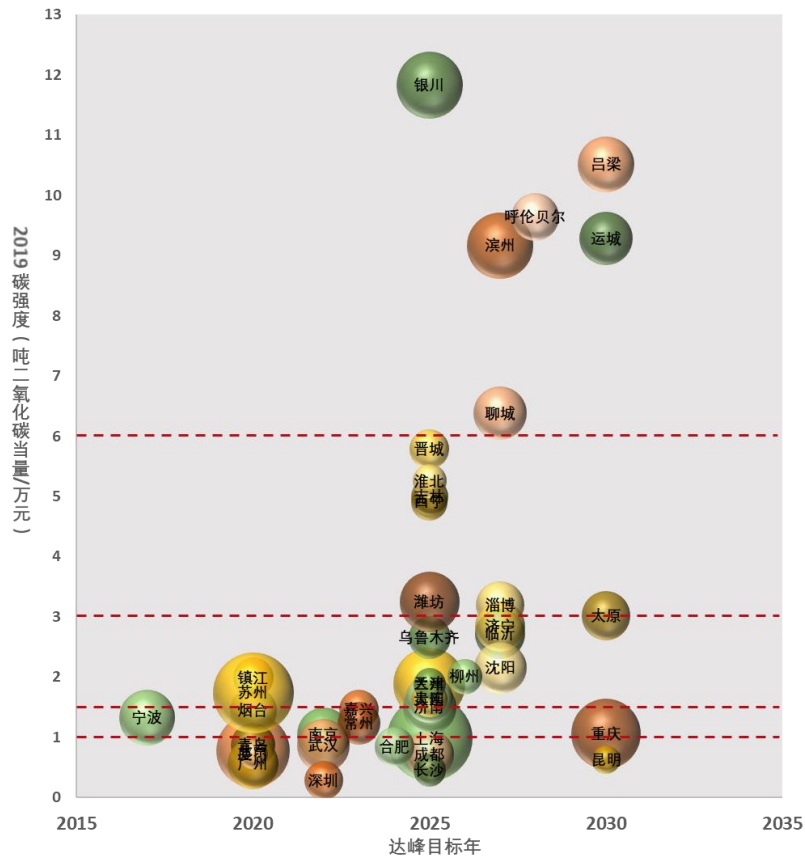


碳强度与总量双控

从指数覆盖城市的碳强度与目标年对比分析来看，碳强度低而排放总量大（气泡大）的城市，较有条件在2025年（含）之前达峰，但从碳中和角度看，排放量大的城市更须设定达峰后减排路径。

58个城市的碳强度分成5个等级：

等级	城市
5	乌海、昌吉、银川、吕梁、六盘水、鄂尔多斯、呼伦贝尔、运城、滨州、包头、唐山、聊城
4	榆林、晋城、淮北、吉林、西宁、呼和浩特、邯郸、潍坊、淄博、太原
3	石家庄、济宁、临沂、乌鲁木齐、哈尔滨、沈阳、柳州、镇江、天津、兰州、苏州、徐州、大连、贵阳
2	济南、嘉兴、烟台、宁波、无锡、东莞、常州、重庆、南京
1	上海、珠海、杭州、青岛、武汉、合肥、北京、厦门、成都、昆明、广州、长沙、深圳



城市碳达峰指数

多种不同类型的先行城市的带动下，更多城市将找到适合的达峰路径。

指数		指标		
		达峰趋势判断	达峰目标年/减排路径设定	城市碳强度
	先锋	已达峰	公布目标年，或设定达峰后减排路径	基于以上城市等级对达峰指数进行调整： <ul style="list-style-type: none"> • 等级5和4的先锋、领跑指数向下调整2个和1个等级，不超出平稳； • 等级1和2的滞后、紧迫指数向上2个和1个等级，不超出迟缓。
	领跑	平台期，即预计在2025年前达峰的	公布的目标年在2025年（含）以前，或设定达峰后减排路径	
	平稳	平台期，即预计在2025年前达峰的	公布的目标年在2025年之后	
	平稳	平台期，即预计在2025年前达峰的	尚未公布目标年	
	迟缓	未达峰，即预计在2025年后达峰的	公布的目标年在2025年之后	
	紧迫	未达峰，即预计在2025年后达峰的	公布的目标年在2025年（含）以前	
	滞后	未达峰，即预计在2025年后达峰的	尚未公布目标年	

蔚蓝低碳地图-达峰指数

低碳

省

市

达峰指数

达峰先锋城市

昆明 深圳
武汉

达峰领跑城市

北京 上海
广州 厦门
南京 青岛
邯郸 长沙
淄博

达峰平稳城市

无锡 济宁
吉林 柳州
运城

达峰迟缓城市

沈阳 重庆
临沂 榆林
珠海 杭州
合肥 成都
济南 嘉兴
烟台 宁波
常州

达峰紧迫城市

太原 镇江
天津 兰州
苏州 大连
东莞 贵阳
乌鲁木齐

达峰滞后城市

吕梁 乌海
六盘水 昌吉
淮北 银川
滨州 包头
西宁 唐山
聊城 潍坊
晋城 石家庄
鄂尔多斯 哈尔滨
徐州 呼和浩特
呼伦贝尔

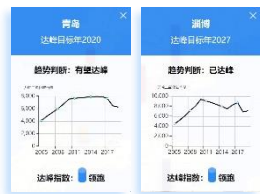
长三角地区



珠三角地区



山东2007



青岛有望在2025年前达峰，淄博已达峰，**领跑**全省。



济宁有望在2025年前达峰，目标年设定在2027年，达峰任务相对**平稳**。



临沂、济南、烟台在2025年前达峰有挑战，而其目标年设定在2025年（含）以前，达峰行动**迟缓**。



潍坊、聊城、滨州在2025年前达峰有挑战，未设定达峰目标年，而全省目标年设定在2027年，达峰行动**滞后**。

“双达”城市 深圳

深圳于 2015 年率先提出 2022 年实现碳达峰的目标，还提出到2020年实现高于现行国家空气质量标准的世界卫生组织第二阶段（25微克/立方米）大气质量标准的目标。

深圳2019年人均GDP排名第一，人均碳排放最低，空气质量达标，PM2.5年均值也达到其设定的25微克的目标。

基于深圳市2005年到2019年二氧化碳长时间排放序列进行排放达峰趋势判断，深圳市已达峰。

相信“先锋”城市深圳能够带动更多大型城市开展减污降碳协同治理。

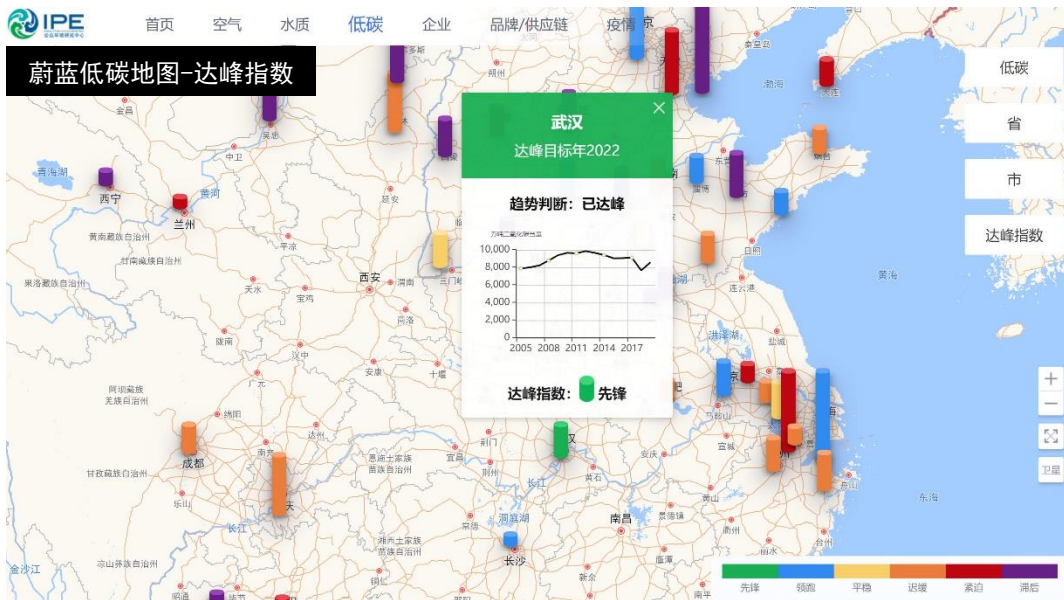


“先锋”城市 武汉

武汉在2015年第一届中美气候智慧型/低碳城市峰会上提出2022年达峰的目标。

基于武汉市2005年到2019年二氧化碳长时间排放序列进行排放达峰趋势判断，武汉已达峰。

《武汉市碳排放达峰行动计划（2017—2022年）》发布三年以来，作为“先锋”城市，武汉将助力国家2030年以前碳达峰。



蔚蓝低碳地图

气体种类

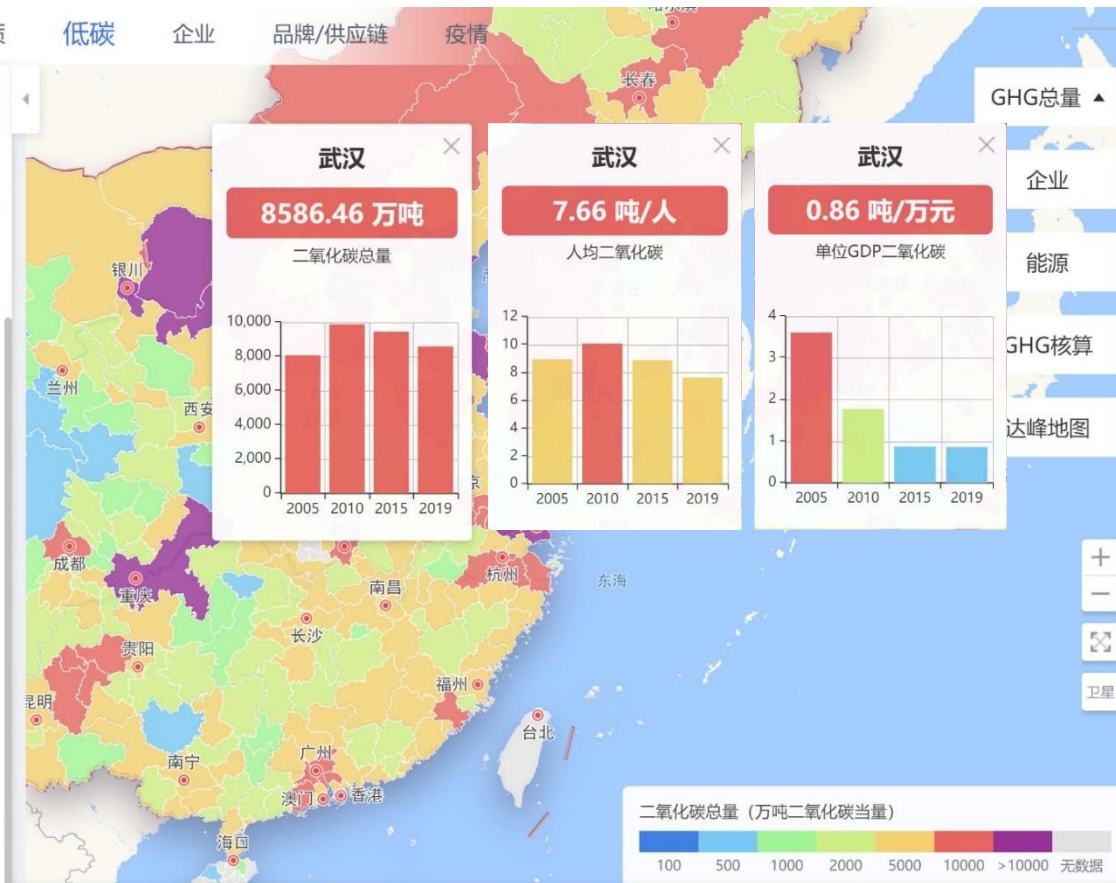
二氧化碳

筛选

排名	城市	年份	指标	数值
17	无锡	2019	二氧化碳总量	9470.82
18	邯郸	2019	二氧化碳总量	9448.60
19	南京	2019	二氧化碳总量	8965.50
20	乌海	2019	二氧化碳总量	8904.50
21	运城	2019	二氧化碳总量	8889.31
22	聊城	2019	二氧化碳总量	8834.51
23	济南	2019	二氧化碳总量	8651.74
24	武汉	2019	二氧化碳总量	8586.46

3/42

数据来源：中国城市温室气体工作组



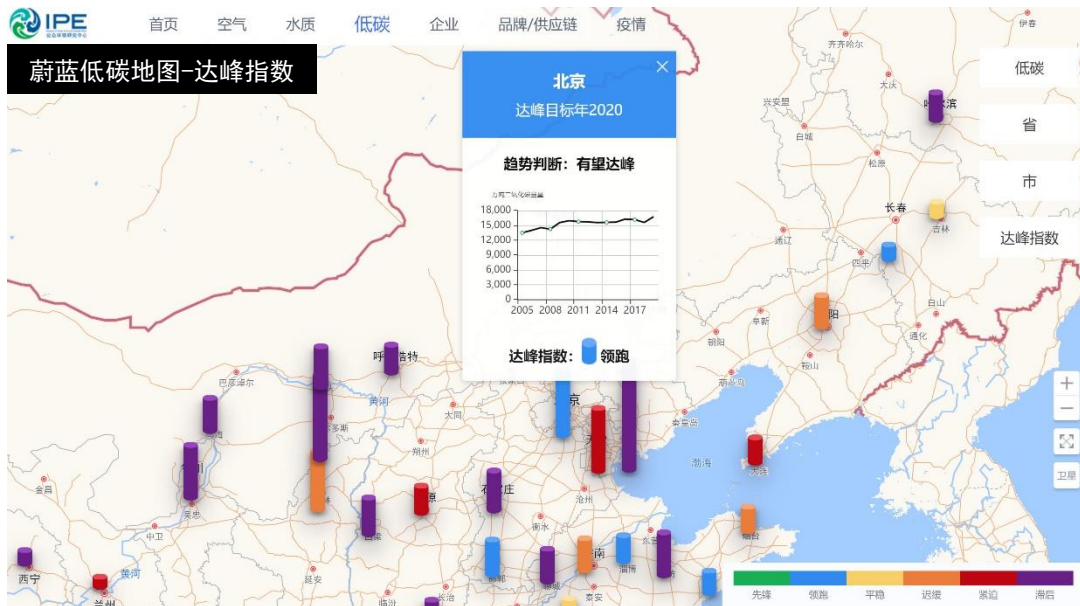
“领跑”城市

北京

北京也是最早提出碳达峰目标的城市之一，同样在2015年第一届中美气候智慧型/低碳城市峰会上提出2020年达峰的目标。

虽然北京的能源结构发生了重大变化，煤炭占比不断下降，天然气不断上升，但由于外购电力（主要是煤电）的不断增长，能源结构的低碳化趋势并不是十分明显。

基于北京市2005年到2019年二氧化碳长时间排放序列进行排放达峰趋势判断，北京处于平台期，有望在2025年前达峰。



蔚蓝低碳地图

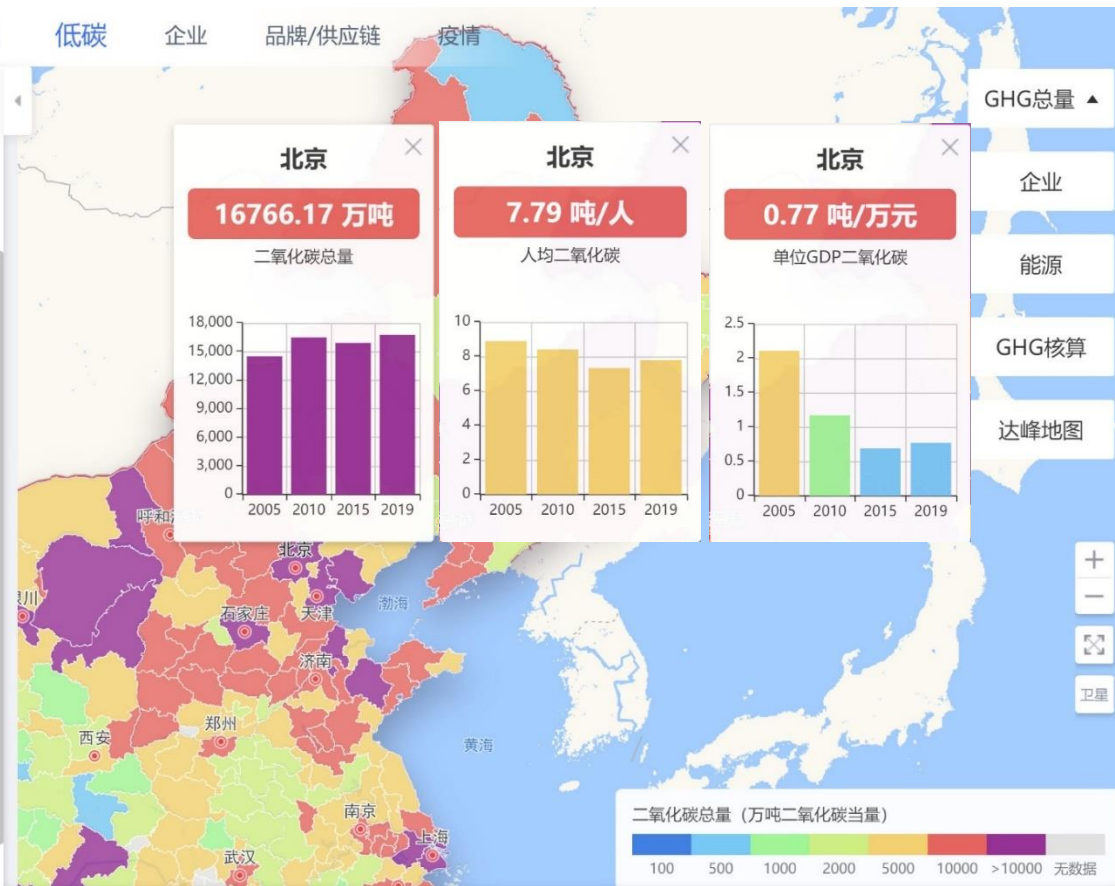
总量

气体种类

二氧化碳

筛选

排名	城市	年份	指标	数值
1	唐山	2019	二氧化碳总量	27315.69
2	上海	2019	二氧化碳总量	22880.46
3	鄂尔多斯	2019	二氧化碳总量	21544.04
4	苏州	2019	二氧化碳总量	20515.19
5	昌吉	2019	二氧化碳总量	17918.77
6	北京	2019	二氧化碳总量	16766.17
7	天津	2019	二氧化碳总量	16277.91
8	重庆	2019	二氧化碳总量	15281.05



蔚蓝低碳地图-能源地图

请输入您要搜索的地域 搜索

年份

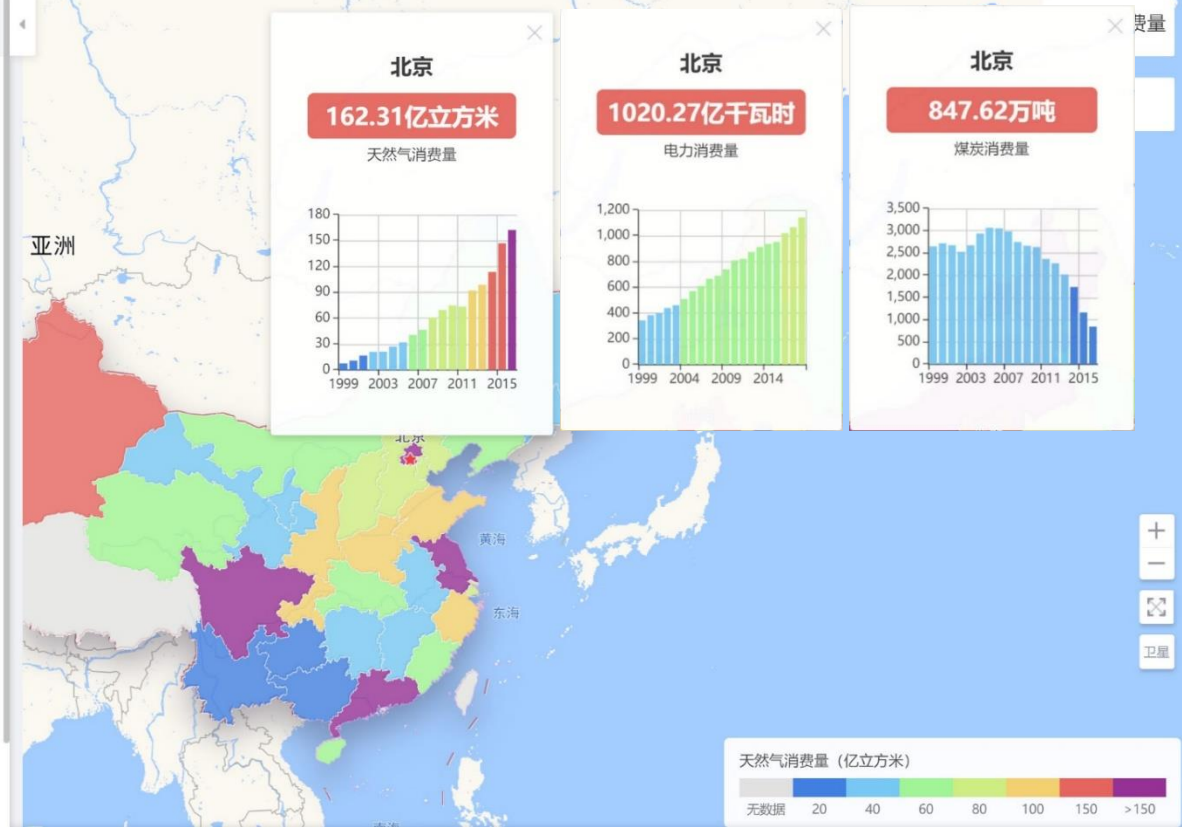
2016

指标种类

天然气消费量

筛选

排名	省份	年份	指标	数值
1	四川	2016	天然气消费量	181.57
2	江苏	2016	天然气消费量	172.73
3	广东	2016	天然气消费量	167.79
4	北京	2016	天然气消费量	162.31
5	新疆	2016	天然气消费量	132.38
6	山东	2016	天然气消费量	98.61
7	陕西	2016	天然气消费量	98.22



对于尚未达峰的城市，如何设定城市碳达峰时间和峰值？

设定城市碳达峰目标（达峰时间和峰值）的流程如右图所示。结合国家2060年碳中和目标和2030年前实现碳达峰目标，综合考虑人口、GDP等因素，对城市未来的二氧化碳排放趋势（增加、减少、达峰或者平台期等）进行判断，设定城市达峰时间和峰值。同时，需要满足2030年碳强度比2005年下降65%的目标以及《IPCC全球升温1.5℃特别报告》提出的2030年二氧化碳排放量比2010年下降约60%的目标。在此基础上，各城市还可以根据自身条件提出更早的达峰年份以及更激进的总量目标。

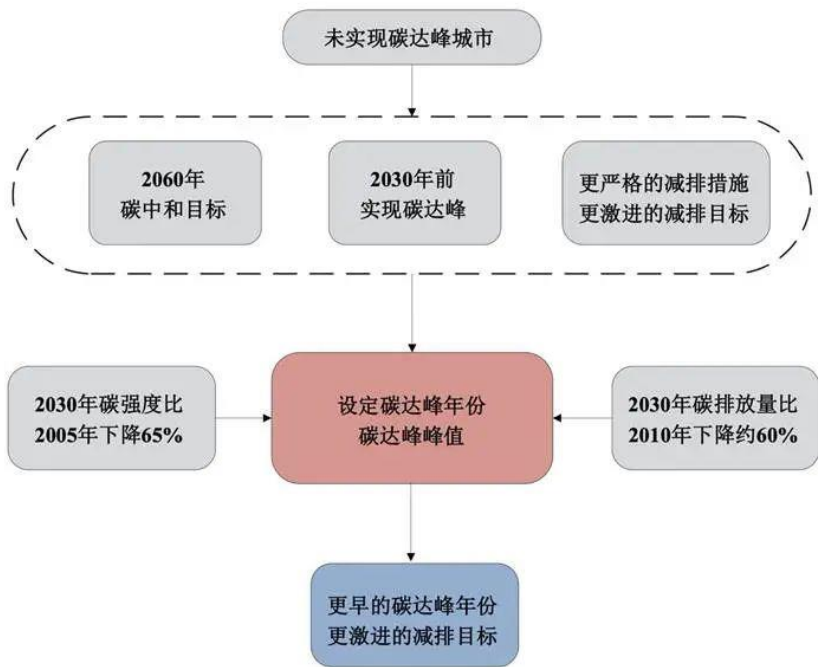


图4 城市碳达峰规划图

结语

我们建议全国各城市：

- 尽快设定并公布碳排放达峰目标
- 开展达峰行动，每年评估发布达峰进展
- 在公布季度GDP统计时，同时公布单位GDP碳强度统计
- 建议领先城市设定并发布达峰后减排路径
- 建立强制与自愿相结合的企业碳披露制度
- 鼓励企业制定减排、达峰及碳中和目标

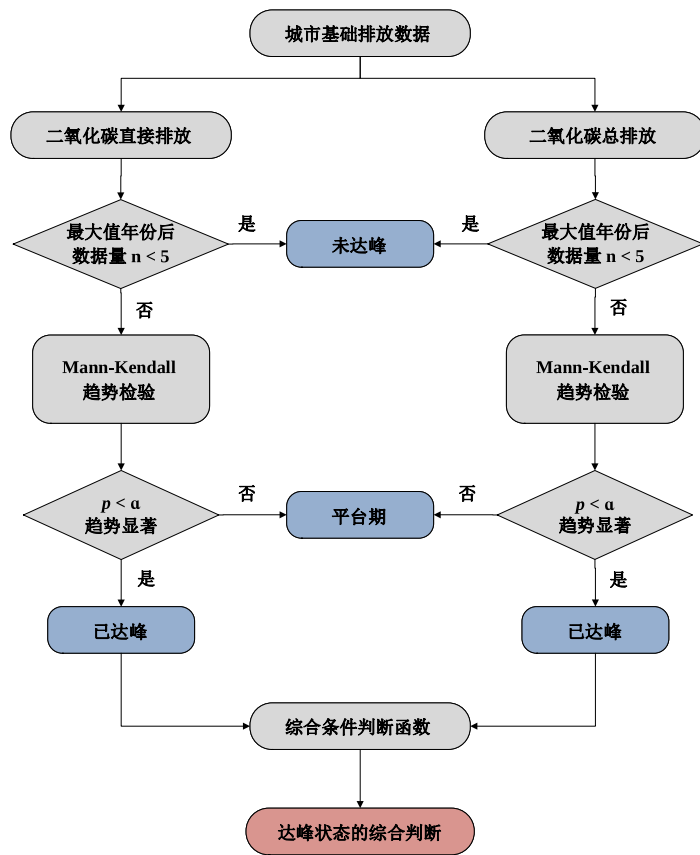
在碳达峰、碳中和的大背景下，“十四五”环保工作需要构建污染防治和碳减排双轮共驱新模式，借助创新解决方案加强碳排放核算、披露和确认，督促各地区和各企业加快推进减污降碳协同发展。



附录:

城市碳达峰判断方法

根据统计学方法，基于城市历史碳排放数据，判断城市是否已经实现碳达峰。例如当前（2020年）根据城市2005-2019年15年的二氧化碳直接排放与总排放（直接排放+间接排放）数据，基于条件判断函数和Mann-Kendall趋势分析检验法构建城市二氧化碳排放达峰状态判断模型。



判断排放最大值年份之后是否有5年？

根据国际经验（联合国环境规划署和世界资源研究所）、国内5年规划时间和Gilbert 统计学原则，若最大值年份后城市排放时间序列 X 的数据量（年数） $n < 5$ ，则认为该城市直接/总二氧化碳排放未达峰。这是因为城市在达峰后仍需要一段时间的检测证明其并非虚假达峰，且当数据量（年数）过小时趋势检验将无法进行。

如果判断2005-2019年碳排放是否达峰，则需要最大值出现在2014年或以前，否则都认为城市没有达峰。

如果满足数据量（年数），采用Mann-Kendall趋势检验判断峰值年以后排放是否有显著下降趋势？

在显著性水平 $\alpha = 0.05$ 下，当 $n \geq 5$ 时，若相应的 n 与 S 所对应的概率 p 小于显著性水平 α ，则拒绝零假设，认为趋势显著，即最大值年份后的城市直接/总二氧化碳排放有显著下降趋势，认为该城市已达峰；若概率 p 大于等于显著性水平 α ，即最大值年份后的城市直接/总二氧化碳排放没有显著变化趋势，则认为处于平台期。

Mann-Kendall趋势分析检验法，其统计量 S 的计算公式： $S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i)$

其中， x_j 为最大值年份后城市排放时间序列 X 的第 j 个数据值； n 为最大值年份后城市的数据量（年数）； sgn 是符号函数；统计量 S 大致地服从正态分布，其均值为0，方差为：

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(i-1)(2i+5)}{18}$$

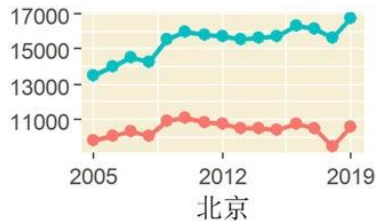
其中， t_i 是第 i 组的数据点的数目，本文中每组的数据量为1（即每年碳排放）。

$$\text{标准化统计量，按照如下公式计算：} Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S > 0 \\ 0, & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S < 0 \end{cases}$$

根据条件函数，综合判断直接排放和总排放，最终确定城市是否碳排放达峰。

以深圳、北京、苏州为例

中国典型城市碳达峰判断结果



注：绿线是总排放，红线是直接排放；绿色背景为已达峰，黄色背景为平台期，灰色背景为未达峰。