

清洁空气管理评估工具 (CAMAT 3.0 版)

在中国六大城市的应用



济南



杭州



重庆



广州



佛山



肇庆



2013 年 12 月

©2013 亚洲清洁空气中心 版权所有

亚洲清洁空气中心，2013 年。“清洁空气管理评估工具（CAMAT 3.0 版）在中国六大城市的应用”。

本出版物未经版权所有者许可可以任何形式全部或部分复制用于教育或非营利用途，但须在致谢中提及资料出处。亚洲清洁空气中心真诚希望收到任何引用其出版物的刊物。未经亚洲清洁空气中心允许，不可将此出版物转售或用于其他任何商业用途。

免责声明

本出版物中观点出自亚洲清洁空气中心工作人员、咨询人员及管理层，不代表亚洲清洁空气中心董事会的观点。亚洲清洁空气中心不担保此出版物中数据的准确性，不对使用这些数据带来的后果承担任何责任。

致谢

亚洲清洁空气中心感谢能源基金会对“中国城市清洁空气知识管理和基础能力建设体系基金”项目的资助，同时亚洲清洁空气中心还感谢合作伙伴，包括环境保护部、济南市环保局及济南市环境科学研究院、杭州市环保局、重庆市环保局和重庆市环境科学研究院、广东省环境保护厅、广东省环境科学研究院等机构，感谢他们一直以来对本项目的大力支持。

联系方式

亚洲清洁空气中心
Unit 3505
Robinsons-Equitable Tower
ADB Avenue, Pasig City,
1605
Metro Manila, Philippines
center@cleanairasia.org
www.cleanairasia.org

中国办公室
中国北京永安东里 8 号
建国门外大街
华彬大厦 901A,
邮编 100022
China@cleanair.asia.org

印度办公室
1st Floor, Building No. 4
Thyagraj Nagar Market
Lodhi Colony
New Delhi – 110003
India
India@cleanair.asia.org

国家网络
中国 ● 印度
印度尼西亚 ● 尼泊尔 ● 巴基斯坦 ● 菲律宾
斯里兰卡 ● 越南

关于亚洲清洁空气中心 www.cleanairasia.org

亚洲清洁空气中心（Clean Air Asia，前身为亚洲城市清洁空气行动中心）的宗旨是：通过把知识转化为政策和行动，减少来自交通、能源与其他行业的空气污染与温室气体排放，改善空气质量，打造宜居城市。

亚洲清洁空气中心成立于 2001 年，是由亚洲开发银行、世界银行、美国国际发展署联合倡议的全球倡议行动之一。2007 年成为一家独立的非营利机构，总部设于菲律宾马尼拉，在中国北京和印度德里设有办公室。亚洲清洁空气中心是联合国第二类合作伙伴机构，拥有来自 19 个国家的 240 多家机构会员和 8 个国家网络：中国、印度、印度尼西亚、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、斯里兰卡和越南。

亚洲清洁空气中心运用其知识和合作伙伴关系，使得亚洲一千多城市和国家政府能够了解问题所在，并制定有效的政策和措施。亚洲清洁空气中心的项目可分成四类：空气质量与气候变化、低排放城市发展、清洁燃料与车辆、绿色货运与物流。

两年一届的“更好的空气质量”大会（Better Air Quality Conference）是亚洲清洁空气中心的标志性会议，来自世界各地的专家和政策制定者共享空气质量管理经验。事实证明，历届大会可以有效地影响政策、开启新项目并建立合作伙伴关系。

摘要

该报告是清洁空气管理评估工具在（CAMAT 3.0 版）在济南、杭州、重庆、广州、佛山和肇庆 6 个中国城市应用情况的总结报告。CAMAT 是一个基于 Excel 的工具，包括三个指数：（1）空气污染与健康指数；（2）清洁空气管理能力指数；（3）清洁空气政策与行动指数，这些指数能够识别城市的清洁空气管理改进方向。CAMAT3.0 版是之前工具的升级版，包含三方面的改进：（1）区域空气质量指标纳入；（2）新增政策执行的有效性评估；（3）并提供空气质量管理工具和模型目录，满足评估后继采取行动的需求。

这些城市的综合清洁空气指数得分分别为：60.43 分（杭州），57.96 分（广州），57.22 分（济南），55.33 分（佛山），54.56 分（重庆），51.02 分（肇庆），其中五个城市属于“新兴”城市级别，而杭州为“成熟”城市级别。这些城市的得分没有显著差异，这意味着这些城市均具有以下特征：

- 清洁空气质量管理的大部分重要组成部分都已到位；
- 旨在降低已明确的主要排放源污染物排放的政策和行动有待加强；
- 各部门相关机构仍需提高其技术能力和管理能力。

空气污染与健康指数是所有六个城市得分最低的指数，该指数变化范围从 3.6 分（济南）到 9.6 分（杭州）不等。由于这些城市未进行铅浓度常规监测，因此铅是所有城市空气污染与健康指数的一个制约因素。对于三个珠三角城市来说，应当关注的污染物是 $PM_{2.5}$ ，因其得分最低。二氧化硫是济南和重庆的首要污染物，而杭州的 PM_{10} 是得分最低的污染物。

清洁空气管理能力指数是所有六个城市得分最高的指数，其值在良好—23.83 分（肇庆）到优—27.31 分（杭州）之间变动。该指数在城市之间的差异是由城市发展水平、地方政策及政策执行能力的差异造成的。该指数可分为四个二级能力指数，包括确定空气污染源及其总体贡献的能力、评价空气质量的能力、评价空气污染影响的能力及空气污染的应急能力。每个二级能力指数可进一步划分为两到四个分指数。尽管所有城市都能很好地识别移动和固定污染排放源，但是与欧美先进城市之间还是存在一定差距，主要体现在：

- 有毒和有害污染物的来源确定，特别是铅排放量的估算和排放源的跟踪；
- 温室气体排放量和面源排放量的估算；
- 铅含量的监测和路边监测站的建设；
- 空气污染和旅游业之间关系的研究；
- 城市流行病学的研究及其对健康的影响研究；以及
- 提高应对气候变化的能力，中国的环境保护与气候变化分属两个不同部门负责给管理带来了困难。

清洁空气政策与行动指数得分在良好 20.92 分（重庆）到优 26.31 分（杭州）之间变动。根据 2008 年（杭州、济南）和 2010 年（广州、佛山、肇庆）的试点结果，中国城市清洁空气政策与行动指数得分通常是三指数中最高的，而得分下降的原因则是 CAMAT3.0 版本中添加了政策执行有效性系

数，这意味着执行力度如果没有最佳，会给该指数的结果“打折”。对于政策执行有效性的评价分为 5 个等级—（0=完全未执行；1=略有效果；2=一般有效；3=较有效果；4=非常有效）。但这几个城市大多数项目都达到了 3 或 4，这意味着政策和行动执行和实施力度良好。

结果显示近两年来，中国城市针对雾霾的应急预案和清洁空气行动计划长足发展。另一方面，中国城市在空气污染和温室气体减排协同管理、长期暴露的相关标准、及农业废物和生活垃圾露天燃烧的相关规定方面仍然存在差距。

缩略语表

AQ	空气质量
AQM	空气质量管理
CAMAT	清洁空气管理评估工具
CO	一氧化碳
EPB	环保局
GHG	温室气体
GDP	国内生产总值
km ²	平方公里
MEP	环境保护部
μg/m ³	微克每立方米
NO ₂	二氧化氮
O ₃	臭氧
Pb	铅
PM	颗粒物
PM _{2.5}	直径小于 2.5 微米的颗粒物
PM ₁₀	直径小于 10 微米的颗粒物
RMB	人民币
SO ₂	二氧化硫
USD	美国美元
VOC	挥发性有机化合物
WHO	世界卫生组织
YRD	长江三角洲

目录

摘要	iii
缩略语表	v
1 前言	1
2 试点城市	5
2.1 济南	5
2.2 杭州	5
2.3 重庆	6
2.4 广州	7
2.5 佛山	8
2.6 肇庆	9
3 评估结果	11
3.1 济南	11
3.2 杭州	12
3.4 广州	13
3.5 佛山	14
3.6 肇庆	15
4 结论与建议	17
附件 – 评估报告汇总	20
附件 A. 济南	20
附件 B. 杭州	21
附件 D. 广州	22
附件 E. 佛山	23
附件 F. 肇庆	24

1 前言

清洁空气管理评估报告是“中国城市清洁空气知识管理和基础能力建设体系基金”项目中项目内容 1 的成果，该项目旨在完善当前的空气质量管理工具并推广 CAMAT 在更多中国城市的应用。

- 基于 CAMAT 在 9 个亚洲城市（包括济南和杭州）的应用经验，CAMAT 得到进一步改进，届时将新增 PM2.5 指数、区域空气质量管理内容、得分的详尽分析并提出相关建议。
- 更新 2012 年济南和杭州的 CAMAT 结果并与 2008 年的 CAMAT 结果进行比较。
- 将 CAMAT 应用于其他（济南、杭州之外）的 3-4 个中国城市。

CAMAT 3.0 版简介

清洁空气管理评估工具（CAMAT）是一个基于 Excel 的工具，包括三个指数：（1）空气污染与健康指数；（2）清洁空气管理能力指数；（3）清洁空气政策与行动指数，这些指数能够识别城市在空气质量管理领域待改进的方面。

图 1-CAMAT 总体结构



每个指数都包含分配分数的相关问题，得分越高，表明空气质量水平、管理能力以及政策和措施越好。三个指数在总分 100 分的清洁空气得分中各占 33.3 分。计算综合清洁空气得分的公式是：

$$\text{综合清洁空气得分 (总分 100 分)} = (\text{空气污染与健康指数}/3) + (\text{清洁空气管理能力指数}/3) + (\text{清洁空气政策与行动指数}/3)$$

因此，每个指数最大得分为 100 分，但是除以 3 之后，在总分中的所占的比重最大为 33.3 分。

CAMAT3.0 版是之前 CAMAT 的升级版，主要增加了有以下三方面的评价指标和内容：（1）区域空气质量管理（RAQM）指数；（2）政策执行的有效性；（3）后续评价阶段的空气质量管理工具和模型目录。

区域空气质量管理指标

区域空气质量管理（RAQM）指标被分配在指数 2-清洁空气管理能力指数及指数 3-清洁空气政策与行动指数中，用以评价城市的区域空气质量管理情况。评价指标包括：

- 区域排放清单

- 区域空气质量监测和报告
- 监测/评价区域大气污染影响的研究
- 投入区域空气质量管理预算
- 区域空气质量管理法/策略
- 区域空气质量管理及相关问题的工作组/平台
- 区域空气质量管理研究项目或培训项目的合作
- 区域空气污染应对协议及早期预警/警报
- 联合减排行动计划
- 在区域范围内实施可持续交通运输、源排放管理或其他针对污染源的项目/措施

在新版 CAMAT 中，区域空气质量管理指数是除了总分 100 分的加分项，可获得额外的得分（0-5 分），也就是说全部得分为 105 分。

政策执行效率

城市当地的空气质量管理工作人员将对工具中设定的相关问题的回答情况来展开执行效率评价。政策执行效率可能降低清洁空气政策与行动指数的得分。对于政策执行有效性的评价分为 5 个等级—（0=完全未执行；1=略有效果；2=一般有效；3=较有效果；4=非常有效），这些等级对应着 0-100%不等的得分“折扣”。

空气质量管理工具和模型目录

空气质量管理工具和模型目录可用于评估后城市改善空气质量管理的一些特定方面，这包括：

表 1-空气质量管理工具和模型目录

项目	工具
分类指数 A -确定空气污染源及其贡献的能力	<ul style="list-style-type: none"> • EMEP/EEA / CORINAIR • SMOKE • CAMx, • CMB • PMF • OSAT • IVE • TEEMP • RACE • smart-CART • MOVES • NONROAD • NMIM • MOBILE • Fuel Effects on Vehicle Emissions • OMEGA, Optimization Model for Reducing Emissions of Greenhouse Gases from Automobiles • GEM, the Greenhouse gas Emissions Model • RAINS-Asia • AirQUIS • MOBILEV
分类指数 B -评价空气质量状况的能力	<ul style="list-style-type: none"> • CMAQ • Nested Air Quality Prediction Modeling System (NAQPMS) & NAQPMS-OSAM • RegAEMS • AirNOW International • Clean Air Asia City Clean Air Reports
分类指数 C -评估空气污染影响的能力	<ul style="list-style-type: none"> • Hedley Environment Index • BenMAP • ABaCAS • TECAS, Taiwan Emission Control Cost and Analysis System • GAINS Model • RAINS-Asia • AirQUIS

清洁空气管理综合得分

综合得分能快速反映城市空气质量管理的状态，主要由上述三个主要指数来体现。在之前的基准测试和首版清洁空气管理评估工具（1.0 版）中，综合清洁空气得分的评估分类并没有把重点放在评估后的行动方面。而在 2.0 版中，综合清洁空气得分在反映城市空气质量状况的同时会对后续行动给出建议。在 3.0 版本中，又提供了后继行动需要依靠的模型和工具包信息。

表 2 -综合清洁空气得分分阶及分类说明

1.0 版	2.0 版	分阶	综合清洁空气得分分类描述
优	充分发展 I	91-100	空气质量管理重要组成部分完整。强制要求对空气污染物和温室气体排放进行管理，强力要求出台基于地区的综合政策、法规和制度，以解决主要污染源（例如运输、工业、能源和面源污染）带来的问题。采纳有助于实现 WHO 指导值和临时空气污染目标的政策和行动。
	充分发展 II	81-90	
良	成熟 I	71-80	空气质量管理重要组成部分完整并与其他主要行业（如交通、卫生和能源部门）相结合。采取相关政策和行动后成功减少了一定的空气污染物/温室气体排放，空气质量水平仍高于 WHO 所规定的健康水平。需强化所有部门空气质量管理力度，以进一步降低空气污染物/温室气体排放量。
	成熟 II	61-70	
中等	新兴 I	51-60	空气质量管理的大部分重要组成部分都已到位。需强化旨在降低主要排放源污染物排放的政策和行动。各部门相关机构需要提升技术能力和管理能力。
	新兴 II	41-50	
不足	发展中 I	31-40	温室气体和空气污染物排放量增加，空气质量下降。空气质量管理活动分散在不同的组织中，这些组织之间合作较少。需要增加基本空气质量管理方面的投资，并加强利益相关者之间的协作。
	发展中 II	21-30	
最低	发展不足	0-20	临时组织的空气质量管理，缺乏排放和环境空气质量标准，需要建设基本的空气质量和温室气体排放管理能力。

资料来源：亚洲清洁空气中心，2011 年。

2 试点城市

2.1 济南

济南市是山东省省会，由六个区、1 个县级市和 3 个县组成。济南历史悠久，1986 年 12 月¹国务院公布济南为国家历史文化名城。

济南南依泰山，位于泰山山区的一个倾斜平原上，西北临冲积平原，黄河贯穿城市而过。山谷风对济南本地的空气流通影响甚大，济南三面环山，这阻碍了污染物的扩散，促进了逆温层的形成。而风沙尘也极大地影响了济南的颗粒物含量（济南环境保护研究所，2005 年）²。

济南属于暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明。年平均风速为 3.2 米/秒（2010 年），主要是西南季风，其次为东北风。冬季经常出现静风和逆温等气象条件，不利于污染物的扩散。

表 3-2012 年济南城市概况

城市	济南
区/省	山东
国家	中国
总面积（平方千米）	8,177
经济	
2012 年济南 GDP（十亿美元）	72
人口统计资料	
2012 年济南人口（百万人）	6.0921
2012 年济南人口增长率	0.42%
2012 年济南人口密度（人/ km ² ）	745.03
交通	
2012 年济南机动车保有量总数（辆/年）	1,396,000

2.2 杭州

杭州地处中国东南海岸，是浙江省省会，也是浙江省政治经济、科学、教育和文化的中心。全市有八个区和五个县，都在杭州市行政管辖范围内。

由于其地理位置（位于长三角南部、杭州湾西端和京杭大运河南端）优越，被认为是中国东南部的交通枢纽³。

¹济南市政府（未标注日期），“济南简介：历史简介”。链接：<http://www.jinan.gov.cn/col/col36/index.html>

²春夏季出现在亚洲中部的强东北风，会使尘土飞扬，天空变暗。（科学出版社，1992 年）

杭州小山环绕，这可能会阻碍空气污染物的扩散（Zhu, L. and Wang, J., 2005 年）。该市丘陵面积占城市总面积的 65.6 %，丘陵主要集中在西部、中部和南部地区。杭州属亚热带季风气候，四季分明。冬季主导风为北风，而夏季则为东南风（Zhang, Q., et al., 2008 年）。

表 4-2012 年杭州城市概况

城市	杭州
区/省	浙江
国家	中国
总面积（平方千米）	3,068
经济	
2012 年杭州 GDP（十亿美元）	128
人口统计资料	
2012 年杭州人口（百万人）	6.32
2012 年杭州人口增长率	11.21 %
2012 年杭州人口密度（人/ km ² ）	2060
交通	
2012 年杭州机动车保有量总数（辆/年）	2,267,027

2.3 重庆

重庆是直辖市，成立于 1997 年 3 月 14 日，目前已成为中国西南地区的特大城市，地理位置优越，占地面积广阔。重庆是一个大型的商业和工业中心，也是水陆交通枢纽。

重庆共有 14 个区，4 个县级市和 22 个县。重庆市东部地势比西部低，西北地区和中部地区拥有大量的山丘，东南临大巴山和武陵山。

重庆属亚热带湿润季风气候，四季分明。重庆夏季炎热，冬季温暖，无霜期长。

³杭州清洁空气报告，2011 年

表 5-2012 年重庆城市概况

城市	重庆
区/省	重庆
国家	中国
重庆总面积（平方千米）	5,473
经济	
2012 年重庆 GDP（十亿美元）	496
人口统计资料	
2012 年重庆人口（百万人）	6.3
2012 年重庆人口增长率	0.89 %
2012 年重庆人口密度（人/ km ² ）	1151
交通	
2012 年重庆机动车保有量总数（辆/年）	934,949

2.4 广州

广州市是广东省省会，广东省政治、经济、科技、教育和文化的中心。广州市地处中国大陆南方，广东省的中南部，珠江三角洲的北缘，接近珠江流域下游入海口。广州地处亚热带，属亚热带典型的季风海洋气候，具有日照充足，热量丰富，雨量充沛，干湿季明显的特征。

在大范围季候风的影响下，翻跃南岭的下沉气流、海陆风、山谷风和城市热岛环流共同构成了广州地区复杂的环流形式，使污染物在广州地区的扩散变得较为复杂。风速小、风向不定、通风不良是广州城市地面风向的典型特征。吹北和北东风时，污染系数最大，其次为东和东南风。同时逆温频率高，全年以低空逆温为主。研究表明，在秋冬季变性高压脊、低压槽、脊后槽前、冷锋前和夏季台风外围下沉气流的控制下，广州天气污染事件频发。

表 6-2012 年广州城市概况

城市	广州
区/省	广东
国家	中国
广州总面积（平方千米）	3,843
经济	
2012 年广州 GDP（十亿美元）	222.52
人口统计资料	
2012 年广州人口（百万人）	11.11
2012 年广州人口增长率	10.50 %
2012 年广州人口密度（人/ km ² ）	2890.65
交通	
2012 年杭州机动车保有量总数（辆/年）	2,325,357

2.5 佛山

佛山市位于珠江三角洲腹地，东倚广州，西接肇庆，南连珠海，北通清远，毗邻港澳。佛山市地处低纬，海洋和陆地天气系统均对佛山有明显影响，冬夏季风的交替是佛山季风气候突出的特征：冬季的偏北风因极地大陆气团向南伸展而形成的，干燥寒冷；夏季偏南风因热带海洋气团向北扩张所形成的，温暖潮湿。

近年来，珠江三角洲城市群空气污染的整体特征为灰霾、光化学污染、酸雨等共同组成的区域性复合型大气污染。污染物的高浓度值主要集中在珠江三角洲中部和西北部地区，佛山地区最为突出。佛山地区的空气质量主要受冬季的偏北风和夏季的偏南风强弱的影响。当系统风强盛时，空气质量多为优良；当系统风较弱时，输送作用明显，海陆风、山谷风和城市热岛环流三种性质气团交叉产生的静小风和辐合区有利于污染的集聚；当无明显系统风影响时，静小风、局地环流在佛山形成辐合中心可加重空气污染，近地层逆温低混合高度抑制垂直扩散，使空气质量更加恶化。

表 7 -2012 年佛山城市概况

城市	佛山
区/省	广东
国家	中国
佛山总面积（平方千米）	3,798
经济	
2012 年佛山 GDP（十亿美元）	101.97
人口统计资料	
2012 年佛山人口（百万人）	7.23
2012 年佛山人口增长率	9.89 %
2012 年佛山人口密度（人/ km ² ）	1904.04
交通	
2012 年佛山机动车保有量总数（辆/年）	1,043,562

2.6 肇庆

肇庆市位于广东省的中西部，东北与清远市毗邻，西北与广西接壤，南与云浮市相接，东南与佛山市、江门市相邻。地势由北部、东北部渐次向中部和东南部倾斜，具有山地、丘陵、平原、湖泊等多种地貌。肇庆属亚热带季风性气候，常年温暖，阳光充足，雨量充沛，四季常青。

肇庆市三面环山，属典型的山谷地形，静风频率高，受热岛环流和山谷风的影响，外围大气污染物会输送到市区，特别在不利气象条件下，局地污染物容易累积，难以稀释扩散。肇庆市常年盛行风向以偏东风为主，风速较和缓，夏季以偏东、东南风为主，冬季以偏东、东北风为主，地处珠三角核心区的下风向，位于肇庆东部的发达城市空气污染物极易向肇庆市扩散，肇庆市污染物的时空变化规律与珠三角核心区的污染变化规律基本一致。

表 8-2012 年肇庆城市概况

城市	肇庆
区/省	广东
国家	中国
肇庆总面积（平方千米）	14,891
经济	
2012 年肇庆 GDP（十亿美元）	21.75
人口统计资料	
2012 年肇庆人口（百万人）	3.95
2012 年肇庆人口增长率	21.97 %
2012 年肇庆人口密度（人/ km ² ）	265.26
交通	
2012 年肇庆机动车保有量总数（辆/年）	173,506

3 评估结果

3.1 济南

济南市的综合清洁空气指数得分为 57.22 分，属于空气质量管理“新兴”（I）城市级别。这类城市的特点是大部分空气质量管理主要组分已经很到位，但是旨在减少确定的主要排放源污染排放的政策和行动有待加强，地区机构需要提升其技术能力和管理能力。

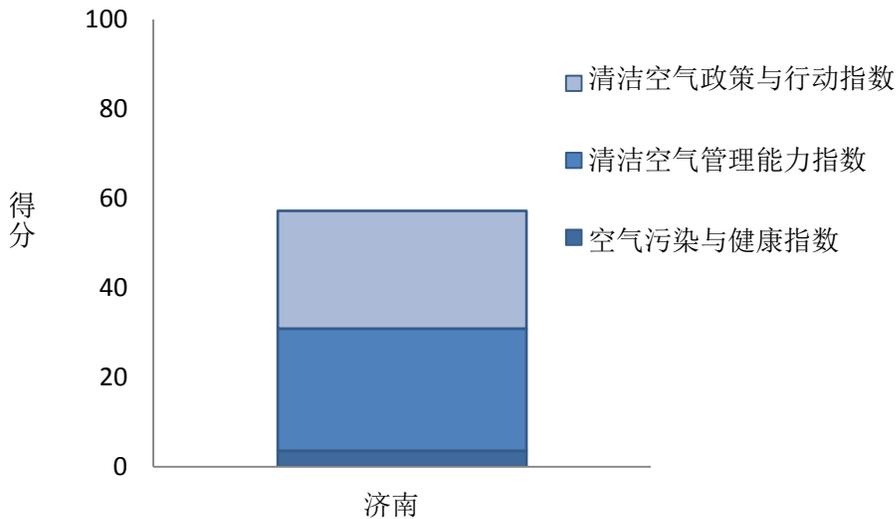
其空气污染与健康指数、清洁空气管理能力指数和清洁空气政策与行动指数的得分分别为 3.6 分、27.31 分和 26.31 分。在这三个指数中，济南的清洁空气管理能力指数得分最高，而空气质量与健康指数得分最低。

济南有除铅以外的所有污染物的空气质量数据。该城市基于主要关注污染物二氧化硫的空气质量与健康指数得分为 3.6 分。此外，济南 PM2.5 年均浓度也较高。

济南市的清洁空气管理能力指数获得优秀得分（总分 33.3 分获得了 26.31 分），优秀意味着济南市有专门的组织与其他利益相关者和组织机构合作，致力于管理城市的空气质量，并确保空气质量管理的所有方面都有所涉及。济南市的空气质量状况评估能力（即空气质量监测、建模和数据分析）和空气污染处理能力（政策环境和预算）得分最高。但是，济南市评估空气污染影响的能力方面得分较低。济南市从区域空气质量管理指标中的加分项包括区域预算、区域空气质量管理立法、战略、合作开展研究项目或培训项目、以及联合减排行动计划等。

济南市的第三个指数（清洁空气政策与行动指数）在总分 33.3 分中拿下了 26.31 分，属于优秀类别。优秀意味着济南市的政策和行动包括针对不同排放源的严格的排放控制和标准，正在开始接近国际公认的水平。济南市得分最高的是其政策总体框架及针对运输部门的政策和行动，其次是对固定排放源的政策和行动。政策和行动的执行力度很高，且大部分指标都达到了 4，这意味着这些政策与行动基本上都得到了严格的实施。（济南市的详细评估结果请参见附录 A）

图 2-济南清洁空气管理评估结果



3.2 杭州

杭州市的总得分是 60.43 分，可被归类为“成熟”（II）空气质量管理城市。这一类的城市空气质量管理重要组成部分完整，并实现了与其他主要部门（如交通、卫生和能源部门）相关政策的结合。采取相关政策和行动后成功减少了一定的空气污染物/温室气体排放，空气质量水平仍高于 WHO 所规定的健康水平。需强化所有部门空气质量管理力度，以进一步降低空气污染物/温室气体排放量。

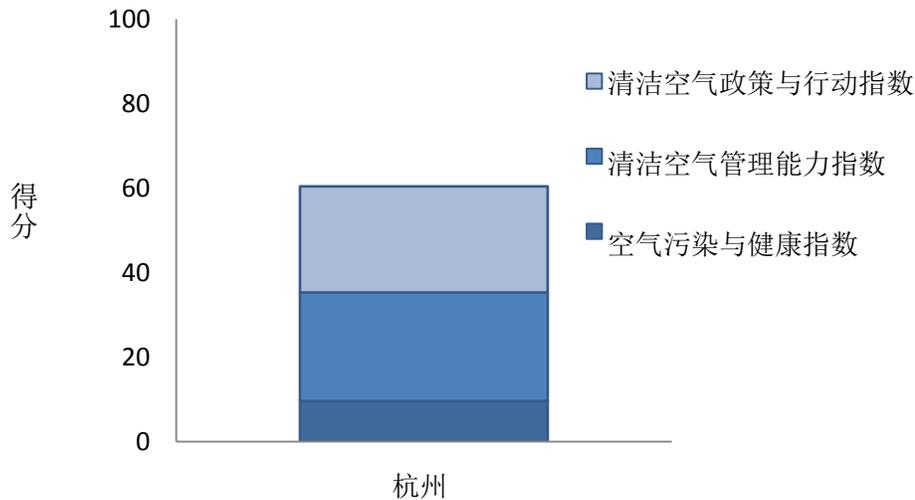
其空气污染与健康指数、清洁空气管理能力指数和清洁空气政策与行动指数的得分分别为 9.6 分、25.69 分和 25.14 分。在这三个指数中，杭州市的清洁空气管理能力指数得分最高，而空气质量与健康指数得分最低。

杭州市有 2012 年的 SO₂、NO_x 和 PM₁₀ 污染物的空气质量数据。该城市基于主要关注污染物 PM₁₀ 的空气质量与健康指数得分为 9.6 分。此外，杭州市 SO₂ 浓度水平得分也不理想。

杭州市的清洁空气管理能力指数属于优秀类（在总分 33.3 分中获得了 25.69 分）。优秀意味着济南市有专门的组织与其他利益相关者和组织机构合作，致力于管理城市的空气质量，并确保空气质量管理方方面都有所涉及。杭州与济南一样，空气污染影响评估能力上的得分较低。作为长三角地区的省会城市，杭州市已经在区域空气质量管理方面颇有起色，得分项目包括地区空气质量监测和报告、区域预算、地区空气质量管理立法、战略、合作开展研究项目或培训项目、以及区域减排行动计划等

杭州市的第三个指数（清洁空气政策与行动指数）在总分 33.3 分中拿下了 25.14 分的高分，属于优秀类别。优秀意味着杭州市的政策和行动包括针对不同排放源的严格的排放控制和标准，正在开始接近国际公认的水平。济南市得分最高的是其能源和工业部门的清洁空气政策与行动指数，其市区的燃煤排放物也得到了控制，且杭州政策和行动的执行力度也很高。（杭州市的详细评估结果请参见附录 B）

图 3-杭州市的清洁空气管理评估结果



3.4 广州

广州市的总得分是 57.8 分，归类为“新兴的”（I）空气质量管理城市。这类城市空气质量管理的大部分重要组成部分都已到位，但需强化旨在降低主要排放源污染物排放的政策和行动，且各部门相关机构需要提升其技术能力和管理能力。

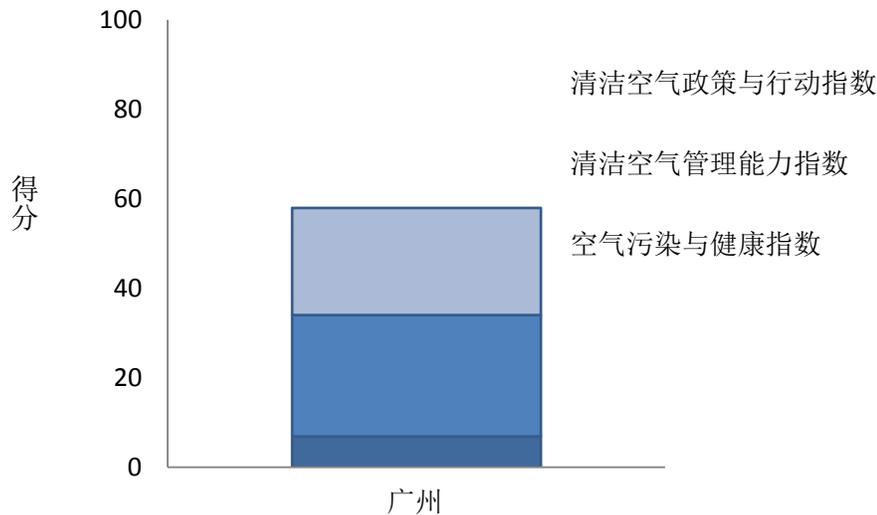
其空气污染与健康指数、清洁空气管理能力指数和清洁空气政策与行动指数的得分分别为 6.9 分、27.12 分和 23.94 分。在这三个指数中，广州市的清洁空气管理能力指数得分最高，而空气质量与健康指数得分最低。

除了 SO₂、NO_x 和 PM₁₀ 颗粒物污染外，广东省的所有城市 2013 年之前还未有 PM_{2.5}、O₃ 和 NO₂ 的空气质量数据。为了更全面的评估空气质量与健康指数，2013 年的数据用于评估广州、佛山和肇庆的空气质量。该城市基于主要污染物 PM_{2.5} 的空气质量与健康指数得分为 6.9 分。此外，广州市 PM₁₀ 含量属中等水平。

广州市的清洁空气政策与行动指数在总分 33.3 分中拿下了 25.14 分的高分，属于优秀类别。优秀意味有广州市有专门的组织致力于管理城市的空气质量，并确保空气质量管理方方面面都有所涉及。广州市在区域指标中的得分项包括区域预算、地区空气质量管理立法、战略、合作开展研究项目或培训项目、以及减排联合行动计划等。珠江三角洲（珠三角）地区是中国空气质量监测和报告的最佳实践地区，也是第一个实施区域清洁空气行动计划的地区。

广州市的第三个指数（清洁空气政策与行动指数）在总分 33.3 分中拿下了 23.94 分，属于良好类别。良好意味着广州市有相关政策和行动，包括针对不同排放源的严格的排放控制和标准，且其清洁生产工艺和清洁燃料的使用渐趋成熟。广州市得分最高的是其交通部门的清洁空气政策与行动指数。其政策和行动的执行力度相对较高，大部分指标实施力度大，达到了 4。（广州市的详细评估结果请参见附录 D）

图 4-广州市的清洁空气管理评估结果



3.5 佛山

佛山市的总得分是 55.33 分，可被归类为“新兴的”（I）空气质量管理城市。这类城市空气质量管理的绝大部分重要组成部分都已到位，但需强化旨在降低主要排放源污染物排放的政策和行动，且各部门相关机构需要提升其技术能力和管理能力。

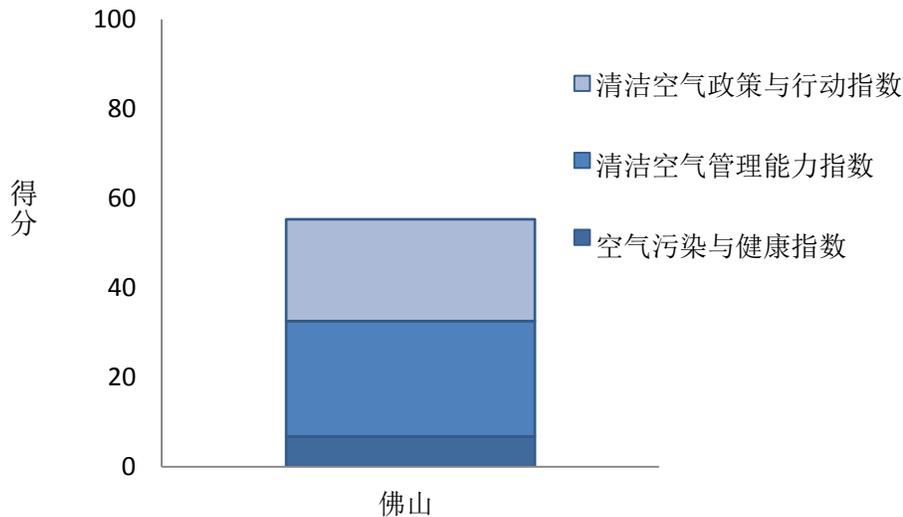
其空气污染与健康指数、清洁空气管理能力指数和清洁空气政策与行动指数的得分分别为 6.8 分、25.78 分和 22.15 分。在这三个指数中，佛山市的清洁空气管理能力指数得分最高，而空气质量与健康指数得分最低。

佛山市基于主要污染物 PM2.5 的空气质量与健康指数得分为 6.9 分，其 SO2 浓度水平评分结果不理想。

佛山市的清洁空气政策与行动指数在总分 33.3 分中拿下了 25.78 分的高分，属于优秀类别。优秀意味着佛山市有专门的组织致力于管理城市的空气质量，并确保空气质量管理的方方面面都有所涉及。佛山市作为珠三角城市与广州类似，区域空气质量管理得分项包括将区域预算、地区空气质量管理立法、战略、合作开展研究项目或区域空气质量管理培训项目、以及减排联合行动计划等。

佛山市的第三个指数（清洁空气政策与行动指数）在总分 33.3 分中拿下了 22.15 分，属于良好类别。良好意味着佛山市有相关政策和行动，包括针对不同排放源的严格的排放控制和标准，且其清洁生产工艺和清洁燃料的使用渐趋成熟。佛山市得分最高的是其空气质量总体政策与行动指数，其政策和行动的执行力度相对较高，大部分指标实施力度大，达到了 4。（佛山市的详细评估结果请参见附录 E）

图 5-佛山市的清洁空气管理评估结果



3.6 肇庆

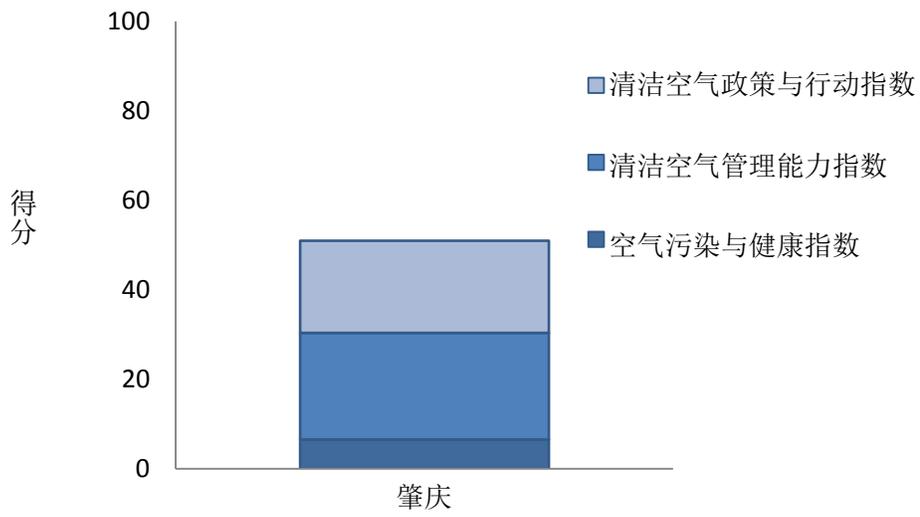
肇庆市的总得分是 51.02 分，可被归类为“新兴的”（I）空气质量管理城市。这类城市空气质量管理的绝大部分重要组成部分都已到位，但需强化旨在降低主要排放源污染物排放的政策和行动，且各部门相关机构需要提升其技术能力和管理能力。

其空气污染与健康指数、清洁空气管理能力指数和清洁空气政策与行动指数的得分分别为 6.6 分、23.83 分和 20.59 分。在这三个指数中，肇庆市的清洁空气管理能力指数得分最高，而空气质量与健康指数得分最低。

肇庆市基于主要关注污染物 PM2.5 的空气质量与健康指数得分为 6.6 分，其 PM10 浓度水平评分结果同样不理想。肇庆市的清洁空气管理能力指数属于良好分类（在总分 33.3 分中获得了 23.83 分）。

肇庆市的第三个指数（清洁空气政策与行动指数）在总分 33.3 分中拿下了 20.59 分，属于良好类别。良好意味着肇庆市有相关政策和行动，包括针对不同排放源的严格的排放控制和标准，且其清洁生产工艺和清洁燃料的使用渐趋成熟。肇庆市得分最高的是其能源与工业部门的清洁空气政策与行动指数。与广州及佛山相类似，肇庆市的政策和行动的执行力度相对较高，大部分指标实施力度大，达到了 4。（肇庆市的详细评估结果请参见附录 F）

图 6-肇庆市的清洁空气管理评估结果



4 结论与建议

这些城市的综合清洁空气得分分别为：60.43（杭州），57.96（广州），57.22（济南），55.33（佛山），51.02（肇庆），这六个城市当中有五个城市在“新兴”水平，而杭州则在“成熟”水平。城市间的综合清洁空气得分不存在显著差异，意味着这些城市：

- 空气质量管理的大部分重要组成部分都已到位；
- 旨在降低已明确的主要排放源污染物排放的政策和行动有待加强；
- 各部门相关机构需要提升其技术能力和管理能力。

如表 9 所示，和历史评估结果对比（重庆是首次试点），5 个城市中的 4 个总分均有所降低，特别是珠三角城市，而杭州略微有所提高。

表 9-CAMAT 结果对比

年份	济南	杭州	广州	佛山	肇庆
2008	59.8	60.1	—	—	—
2010	—	—	71.9	64.5	69.7
2012	57.22	60.43	57.96	55.33	51.02

这主要是因为两方面的原因：

- 1) 珠三角在评估空气质量与健康指数时采用的是 $PM_{2.5}$ 年均浓度并为首要污染物，依据 WHO 指导值，它的污染水平较于 PM_{10} 更糟因而得分较低。以广州为例， $PM_{2.5}$ 年均浓度是 $49 \mu g/m^3$ 相当于得分 6.9，而上一次的评估结果是基于 PM_{10} 年均浓度（ $65.3 \mu g/m^3$ ），得分为 13.3。
- 2) 此版本的工具加入了政策执行有效性系数，这个调整是基于以往试点城市的建议，他们基于管理经验认为添加这一系数可以更好地反应清洁空气政策与行动的真实情况。这一系数会基于实际的政策执行情况给指数得分“打折”，意味着即使已经制定了全面的政策与行动，如果执行情况差，清洁空气政策与行动指数的得分就会大打折扣，得分变低。以佛山为例，清洁空气政策与行动指数的得分从 2010 年 29.3 下降为 2012 年的 22.75（总分 33.3）。这主要是因为政策有效性系数的原因，而非政策行动发生了大变化。

空气污染与健康指数是所有六个城市得分最低的指数，该指数变化范围从 3.6 分（济南）到 9.6 分（杭州）不等。由于这些城市未进行铅浓度常规监测，因此铅是所有城市空气污染与健康指数的一个制约因素。对于三个珠三角城市来说，应当关注的污染物是 $PM_{2.5}$ ，因其得分最低。二氧化硫是济南和重庆的首要污染物，而杭州的 PM_{10} 是得分最低的污染物。

降低污染物排放的建议

1) 交通排放控制

- 严格新车环保准入门槛，推行机动车保有量总量控制；

- 采取限制使用与经济刺激相结合的方式，加快“黄标车”淘汰进程；
- 扩大清洁车用成品油供应范围；
- 加强储油库、油罐车和加油站油气回收监管管理，建立长效监管机制；
- 完善城市交通基础设施，落实公交优先发展战略；
- 加强非道路移动污染源（船舶、建筑、园林和农业机械）的污染控制。

2) 工业排放管理

- 推进电厂减氮脱硝工艺。改装所有当前的 125000 千瓦以上燃煤火电机组，以达到减少氮燃烧和烟气脱硝的目的；
- 及时更换污染严重且能耗高的小型工业锅炉，特别是 4 蒸吨/小时及以下和使用 8 年以上 4 蒸吨/小时（不含）~10 蒸吨/小时（不含）的锅炉；
- 全面规范排放挥发性有机化合物的产业。重点应放在所有炼油和石油化工、汽车制造、船舶制造、维修、集装箱制造和印刷企业。

清洁空气管理能力指数是所有六个城市得分最高的指数，其值在良好—23.83 分（肇庆）到优—27.31 分（杭州）之间变动。该指数在城市之间的差异是由城市发展水平、地方政策及政策执行能力的差异造成的。该指数可分为四个二级能力指数，包括确定空气污染源及其总体贡献的能力、评价空气质量的能力、评价空气污染影响的能力及空气污染的应急能力。每个二级能力指数可进一步划分为两到四个分指数。尽管所有城市都能很好地识别移动和固定污染排放源，但是与欧美先进城市之间还是存在一定差距，主要体现在：

- 有毒和有害污染物的来源确定，特别是铅排放量的估算和排放源的跟踪；
- 温室气体排放量和面源排放量的估算；
- 铅含量的监测和路边监测站的建设；
- 空气污染和旅游业之间关系的研究；
- 城市流行病学的研究及其对健康的影响研究；
- 提高应对气候变化的能力，中国的环境保护与气候变化分属两个不同部门负责给管理带来了困难。

关于能力建设的建议

1) 加强科技基础，提高识别和评估空气污染源的能力

- 在对重点源实施在线监测的基础上，建立多污染物的动态污染源清单和数据库，提高估算源排放的能力、评价污染物排放能力和空气质量监测系统的能力，并根据各地不同的大气污染特点制定针对性的大气污染控制方案；
- 研究和建立科学家、政府和公众认可的综合科学决策数值模拟模型、城市大气系统的临界负荷（即污染源与受体的响应关系），提高空气质量模型能力、数据分析能力，利用模型判定污染物的主控因子和产生机理，同时对可能的污染事件进行预警预报，估算空气污染对健康影响。

2) 通过加强环境监管，提高空气污染应对能力

- 改进区域空气污染预防、控制和协调，并建立空气污染管理机制；
- 加强环保部门与非环保部门间的联动合作，促进空气污染与温室气体减排的协同管理；
- 优化完善城市大气环境监测网络。增加城市大气环境监测点位，增加 Pb、Ni、二恶英等污染物监测指标，选取适当交通主干道建立路边空气质量监测站。

清洁空气政策与行动指数得分在良好 20.92 分（重庆）到优 26.31 分（杭州）之间变动。根据 2008 年（杭州、济南）和 2010 年（广州、佛山、肇庆）的试点结果，中国城市清洁空气政策与行动指数得分通常是三指数中最高的，而得分下降的原因则是 CAMAT3.0 版本中添加了政策执行有效性系数，这意味着执行力度如果没有最佳，会给该指数的结果“打折”。对于政策执行有效性的评价分为 5 个等级—（0=完全未执行；1=略有效果；2=一般有效；3=较有效果；4=非常有效）。但这几个城市大多数项目都达到了 3 或 4，这意味着政策和行动执行和实施力度良好。

完善政策与行动的建议

1) 提高法律标准，加快实施清洁空气政策

- 引入生物质燃料燃烧设备的排放标准；
- 加快制定集装箱、医药、电子制造业等行业的挥发性有机化合物排放标准；
- 制定“农业残余露天焚烧标准”和“家用垃圾露天焚烧”标准。

2) 加强公众参与和监督

- 对涉及公众环境权益的发展规划和建设项目，通过召开听证会、论证会、座谈会或向社会公示等形式，广泛听取社会各界的意见和建议；
- 实行重大建设项目审批前公示和验收公示制度，鼓励公众参与环保决策；
- 畅通环境信访、环境监督热线、网络邮箱等环境投诉举报渠道，鼓励推行环境违法行为有奖举报制度，鼓励公众监督环境违法行为。

3) 通过创新经济政策，优化清洁空气融资管理。

- 设立空气质量保护专项资金，帮助城市大型清洁空气项目，提高监测能力，完善当前法规、政策和标准，并开展更多相关的科学研究。

附件 – 评估报告汇总

附件 A. 济南

Jinan, P.R. China Year 2012

General Information

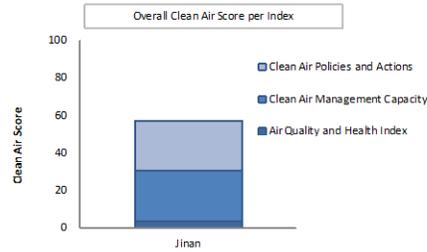
City	Jinan	Jinan	Total Land Area of Jinan (km ²)	8177
Region/Province	Shandong		GDP for Jinan in 2012 (¥) (billions)	72
Country	P.R. China		Population in Jinan in 2012 (millions)	6.0921

Clean Air Scorecard Results

Clean Air Score for Jinan in 2012: 57.22 | Emerging¹

Emerging¹

	Final Score	Head Category
Index 1 – Air Quality and Health Index	3.6	Critical
Index 2 – Clean Air Management Capacity	27.31	Excellent
Index 3 – Clean Air Policies and Actions	26.31	Excellent



Index 1 – Air Pollution and Health Index

Final Score	3.6
Pollutant of Concern	SO ₂
Head Category	Critical
Pollutants Considered	PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃

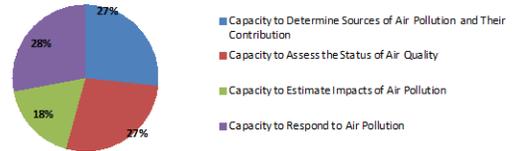
Index 1 - APHI
Result Details

Index 2 – Clean Air Management Capacity Index

	Final Score
Capacity to Determine Sources of Air Pollution and Their Contribution	7.1
Capacity to Assess the Status of Air Quality	7.3
Capacity to Estimate Impacts of Air Pollution	4.7
Capacity to Respond to Air Pollution	7.4
Total	27.3

Index 2 - CAMC
Result Details

Distribution of Scores under Clean Air Management Capacity

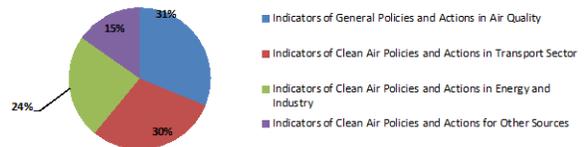


Index 3 – Clean Air Policies and Actions Index

	Final Score
Indicators of General Policies and Actions in Air Quality	8.2
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Transport Sector	7.8
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Energy and Industry	6.3
Indicators of Clean Air Policies and Actions for Other Sources	4.0
Total	26.3

Index 3 - CAPA
Result Details

Distribution of Scores under Clean Air Policies and Actions Index



附件 B. 杭州

Hangzhou, P. R. China Year 2012

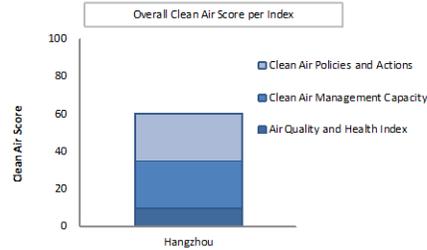
General Information

City	Jinan	Hangzhou	Total Land Area of Hangzhou (km ²)	3668
Region/Province	Zhejiang		GDP for Hangzhou in 2012 (\$)(billion)	128.11
Country	P. R. China		Population in Hangzhou in 2012 (millions)	6.32

Clean Air Scorecard Results

Clean Air Score for Hangzhou in 2012: 60.43 | Maturing II

	Final Score	Band Category
Index 1 - Air Quality and Health Index	9.6	Poor
Index 2 - Clean Air Management Capacity	25.69	Excellent
Index 3 - Clean Air Policies and Actions	25.14	Excellent



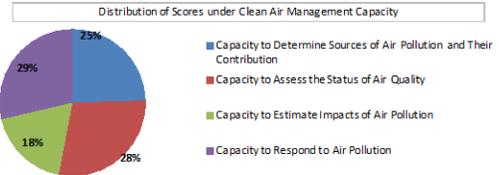
Index 1 - Air Pollution and Health Index

Final Score	9.6
Pollutant of Concern	PM10
Band Category	Poor
Pollutants Considered	PM10, SO2, NO2

Index 1 - APHI
Result Details

Index 2 - Clean Air Management Capacity Index

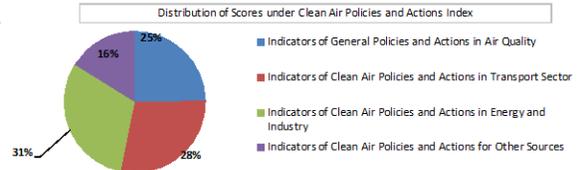
	Final Score
Capacity to Determine Sources of Air Pollution and Their Contribution	6.3
Capacity to Assess the Status of Air Quality	7.3
Capacity to Estimate Impacts of Air Pollution	4.7
Capacity to Respond to Air Pollution	7.3
Total	25.6



Index 2 - CAMC
Result Details

Index 3 - Clean Air Policies and Actions Index

	Final Score
Indicators of General Policies and Actions in Air Quality	6.2
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Transport Sector	7.2
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Energy and Industry	7.7
Indicators of Clean Air Policies and Actions for Other Sources	4.1
Total	25.2



Index 3 - CAPA
Result Details

附件 D. 广州

Guangzhou, P.R. China Year 2012

General Information

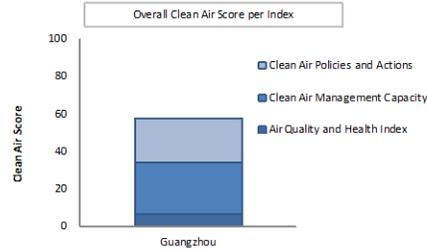
City	Jinan	Guangzhou	Total Land Area of Guangzhou (km ²)	3843.43
Region/Province		Guangdong	GDP for Guangzhou in 2012 (\$ (billions))	222.515763546798
Country		P.R. China	Population in Guangzhou in 2012 (millions)	11.11

Clean Air Scorecard Results

Clean Air Score for Guangzhou in 2012: 57.96 | Emerging

Emerging

Index	Final Score	Head Category
Index 1 - Air Quality and Health Index	6.9	Poor
Index 2 - Clean Air Management Capacity	27.12	Excellent
Index 3 - Clean Air Policies and Actions	23.94	Good



Index 1 - Air Pollution and Health Index

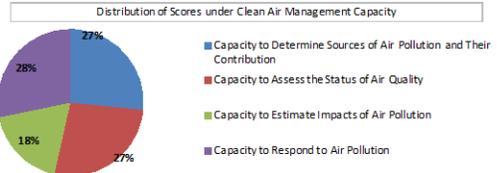
Final Score	6.9
Pollutant of Concern	PM2.5
Head Category	Poor
Pollutants Considered	PM10, PM2.5, SO2, CO, NO2, O3

Index 1 - APHI
Result Details

Index 2 - Clean Air Management Capacity Index

Capacity	Final Score
Capacity to Determine Sources of Air Pollution and Their Contribution	7.2
Capacity to Assess the Status of Air Quality	7.3
Capacity to Estimate Impacts of Air Pollution	4.9
Capacity to Respond to Air Pollution	7.7
Total	27.1

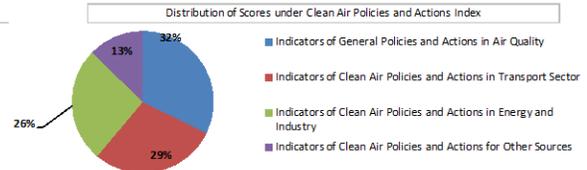
Index 2 - CAMC
Result Details



Index 3 - Clean Air Policies and Actions Index

Indicator	Final Score
Indicators of General Policies and Actions in Air Quality	7.7
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Transport Sector	6.9
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Energy and Industry	6.3
Indicators of Clean Air Policies and Actions for Other Sources	3.0
Total	23.9

Index 3 - CAPA
Result Details



附件 E. 佛山

Foshan, P.R. China Year 2012

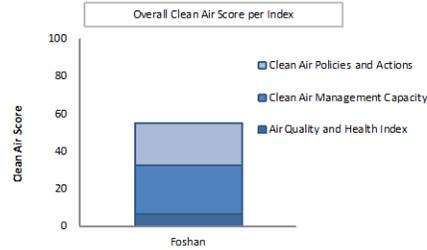
General Information

City	Jinan	Foshan	Total Land Area of Foshan (km ²)	3797.72
Region/Province	Guangdong		GDP for Foshan in 2012 (\$ (billion))	101.974298850675
Country	P.R. China		Population in Foshan in 2012 (millions)	7.23

Clean Air Scorecard Results

Clean Air Score for Foshan in 2012: 55.33 | Emerging

Index	Final Score	Head Category
Index 1 - Air Quality and Health Index	6.8	Poor
Index 2 - Clean Air Management Capacity	25.78	Good
Index 3 - Clean Air Policies and Actions	22.75	Good



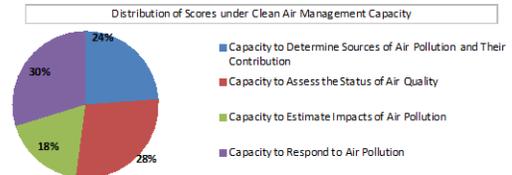
Index 1 - Air Pollution and Health Index

Final Score	6.8
Polutant of Concern	PM2.5
Head Category	Poor
Pollutants Considered	PM10, PM2.5, SO2, CO, NO2, O3

Index 1 - APHI
Result Details

Index 2 - Clean Air Management Capacity Index

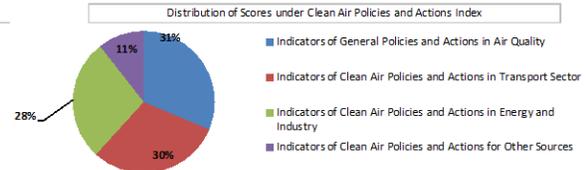
Indicator	Final Score
Capacity to Determine Sources of Air Pollution and Their Contribution	6.1
Capacity to Assess the Status of Air Quality	7.3
Capacity to Estimate Impacts of Air Pollution	4.7
Capacity to Respond to Air Pollution	7.7
Total	25.8



Index 2 - CAMC
Result Details

Index 3 - Clean Air Policies and Actions Index

Indicator	Final Score
Indicators of General Policies and Actions in Air Quality	7.1
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Transport Sector	6.9
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Energy and Industry	6.3
Indicators of Clean Air Policies and Actions for Other Sources	2.4
Total	22.6



Index 3 - CAPA
Result Details

附件 F. 肇庆

Zhaoqing, P. R. China Year 2012

General Information

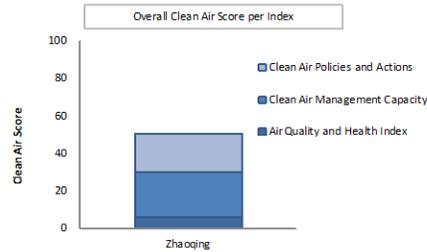
City	Jinan	Zhaoqing	Total Land Area of Zhaoqing (km ²)	14891
Region/Province	Guangdong		GDP for Zhaoqing in 2012 (\$ (billion))	21.7472906403941
Country	P. R. China		Population in Zhaoqing in 2012 (millions)	3.95

Clean Air Scorecard Results

Clean Air Score for Zhaoqing in 2012: 51.02 | Emerging

Background:

	Final Score	Band Category
Index 1 - Air Quality and Health Index	6.6	Very Poor
Index 2 - Clean Air Management Capacity	23.83	Good
Index 3 - Clean Air Policies and Actions	20.59	Good



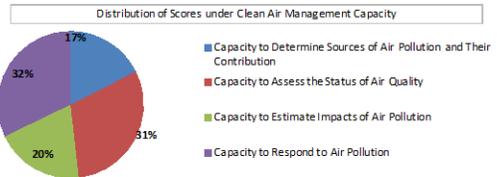
Index 1 - Air Pollution and Health Index

Final Score	6.6
Pollutant of Concern	PM2.5
Band Category	Very Poor
Pollutants Considered	PM10, PM2.5, SO2, CO, NO2, O3

[Index 1 - APHI Result Details](#)

Index 2 - Clean Air Management Capacity Index

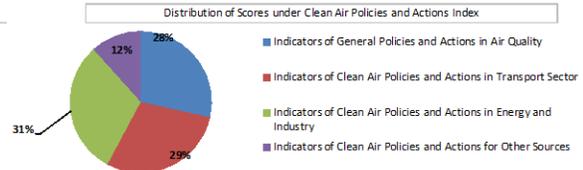
	Final Score
Capacity to Determine Sources of Air Pollution and Their Contribution	4.2
Capacity to Assess the Status of Air Quality	7.3
Capacity to Estimate Impacts of Air Pollution	4.7
Capacity to Respond to Air Pollution	7.7
Total	23.8



[Index 2 - CAMC Result Details](#)

Index 3 - Clean Air Policies and Actions Index

	Final Score
Indicators of General Policies and Actions in Air Quality	5.8
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Transport Sector	6.0
Indicators of Clean Air Policies and Actions in Energy and Industry	6.3
Indicators of Clean Air Policies and Actions for Other Sources	2.4
Total	20.5



[Index 3 - CAPA Result Details](#)