

一、研究综述	3
二、研究方法	4
三、粤港地区现有电厂分布与健康影响评估	5
四、城市间煤电装机与健康影响比较分析	7
五、新建电厂未来40年的累积健康影响评估	8
六、广东现有电力政策评估与建议	9
【附表1】广东省在建煤电项目列表	10
【附表2】广东省计划煤电项目列表	10

# 粤港地区 燃煤电厂造成的 健康损失研究



# 一、研究综述

世界卫生组织(WHO)数据显示，中国20%的肺癌与PM2.5的污染有关<sup>i</sup>。美国国家航空航天局2008至2010年的卫星图<sup>ii</sup>显示，中国大部分地区的PM2.5浓度高于WHO标准，京津冀地区、长三角地区、珠三角地区PM2.5污染尤为严重<sup>iii</sup>。

虽然广东省的珠三角地区的空气质量目前在以上三区中处于最优<sup>iv</sup>，但珠三角地区的发展也一直依赖煤炭燃烧来满足能源需求，快速增长的燃煤消耗引发了较严重的大气污染和酸雨问题。

燃煤发电厂是燃煤大户，也是大气污染物排放的重要源头。因此考虑到电力行业减排对区域空气质量达标的重要性，继对北京、天津、河北、山东、山西和内蒙古六省燃煤电厂对公众健康影响损失评估之后，绿色和平与美国大气污染模型专家安德鲁·格雷(H. Andrew Gray)博士<sup>v</sup>再次合作，评估粤港两地已建成的96个煤电项目和在建及计划新建的22个煤电项目<sup>vi</sup>排放的PM2.5导致的公众健康损失，并深度解析粤港两地燃煤电厂分布对各城市公众造成的健康影响。

## 背景信息：

- 根据《中国能源统计年鉴2012》，广东省2011年发电量为3802亿千瓦时，其中火电发电量3018亿千瓦时，占全部发电量的79.4%。
- 2009至2011广东省发电量增长1044亿千瓦时，其中火力发电量增长860亿千瓦时，占据增幅的82.4%。2009-2011火力发电增长量位居全国第一位。
- 2009年至2011年广东省新增并已投入运营的电厂总装机容量高达20983兆瓦。
- 广东省煤炭消费量从2006年到2011年增长了58%。

本次研究所揭示的仅是煤炭对公众健康影响的一部分。如果将所有燃烧煤炭的产业包括其中，得出的健康损失将更大。

## 因此绿色和平认为：

- 广东省应尽快出台煤炭消费的减量目标。
- 考虑到新建燃煤电厂对当地居民健康带来的长达40年的健康锁定效应，广东该慎重考虑现有的位于珠三角及两翼的煤电扩张计划，同时积极淘汰落后小火电，发展可再生能源，努力做到电煤的零增长并尽早实现电煤总量下降。珠三角要地区严格兑现2009年5月1日起实施的《广东省珠江三角洲大气污染防治办法》中「区域内不再规划布点新建燃煤电厂」的政策，不再新建任何新的煤电厂。

# 二、研究方法

绿色和平委托美国大气污染模型专家安德鲁·格雷博士评估中国煤电厂造成的PM2.5污染以及由此引起的健康损失。格雷博士在大气污染研究方面有三十年的经验，曾在美国政府、学术机构的项目部门就职，也做过独立顾问。格雷博士使用三维非稳态拉格朗日烟团输送模型(CALPUFF)建模系统来评估广东省已建成、在建、以及规划中的煤电厂产生的污染物，和这些排放物对PM2.5水平的影响。

三维非稳态拉格朗日烟团输送模型(CALPUFF)建模系统是美国环境保护署推荐的用于电源(比如发电站的烟筒排放源)长距离空气污染运输建模的系统。这是一个先进的空气污染扩散模型，模拟了在不同时间、空间和气象条件下的污染物运输，转换，和净化<sup>vii</sup>。哈佛大学的一个中美研究团队曾将这一模型运用于中国<sup>viii</sup>。我们整理了一整年的气象数据代入模型，包括空气污染扩散的风的数据、降水量数据和其他关键的气象变量数据。我们计算了覆盖中国版图的2,580千米乘以3,480千米范围内的每一个发电厂导致了PM2.5水平的增加，建立了一个强大的数据库。然后再将模型涉及到的地区划分为12公里乘12公里的网格，将这些网格的地理数据与2010年的官方人口普查数据匹配，整理出了高分辨率的人口数据，从而得出每个网格地点暴露在污染中的人口数。再结合PM2.5与公众健康的暴露反应系数来估计出发电厂污染引起的总暴露情况。

我们使用了为世界卫生组织全球疾病负担(WHO Global Burden of Disease)研究开发的健康风险模型<sup>ix</sup>对PM2.5暴露导致的死亡进行了评估，这是包括中国在内的，全球评估PM2.5健康影响的最新、最权威的模型。在其他的健康结局评估上，我们使用了最适用的流行病学的结果，以及不同疾病的发病率和患病率的官方或学术数据。

绿色和平收集多方数据并整理计算得出2011年在中国地区运行的2,000多个煤电项目的位数据，以及基础排放物数据。这些数据的信息来源包括中国国家环境统计年鉴中年度大气污染物排放总量，大型国有电力集团公开发表的企业责任报告以及中国电力企业联合会发布的年度统计报告中的燃煤电厂的装机量、运转时间、机组的热效率数据，及平均排放物水平。同时我们考虑了现行的燃煤电厂末端治理技术，采纳了国家环境保护部关于安装了污染控制设备的数据。香港电力的装机数据来源全球电力商业信息数据库Platts，排放数据来源于香港中电、香港电力企业社会责任报告。

虽然我们尽最大可能来准确地估算粤港地区煤电厂对空气质量和居民健康的影响，受数据获取性的局限，研究中仍保留了不确定性。首先，若环保部和发电公司给出的排放数据不准确，研究的结果肯定会受到影响。其次，由于中国并没有公开发布电厂层面的排放数据，而在模型计算过程中，我们只能将全国和大型集团公司的总体排放数据归因至单个的电厂。在计算过程中，单个电厂的实际排放控制绩效可能会偏离平均值，但是只要评估区域总体的排放量是正确的，对总体健康影响估计依然十分有效。第三，尽管现行版本三维非稳态拉格朗日烟团输送模型(CALPUFF)建模系统的大气模拟在通常情况下对观测的响应是很好的，但是由于大气过程的复杂性，其中总会掺杂有不确定性。与其他步骤相较，人口数据的准确性足以忽略在计算平均暴露浓度这一步骤上的不确定性。最后，PM2.5暴露和健康影响的统计数据存在可信区间。总的来说，绿色和平认为本建模研究的结果以强大和具体的图像，给我们展示了燃煤电厂在空气污染问题上扮演的角色，同时显示出粤港地区因燃煤电厂导致的健康问题的严重程度。

### 三、粤港地区现有电厂分布与健康影响评估

根据模型研究结果，粤港地区已建成的煤电厂排放出的PM2.5在2011年造成了地区内约3,600例的过早死亡<sup>x</sup>，4,000例儿童哮喘，5,200例的慢性支气管炎，约80例的新生儿死亡。

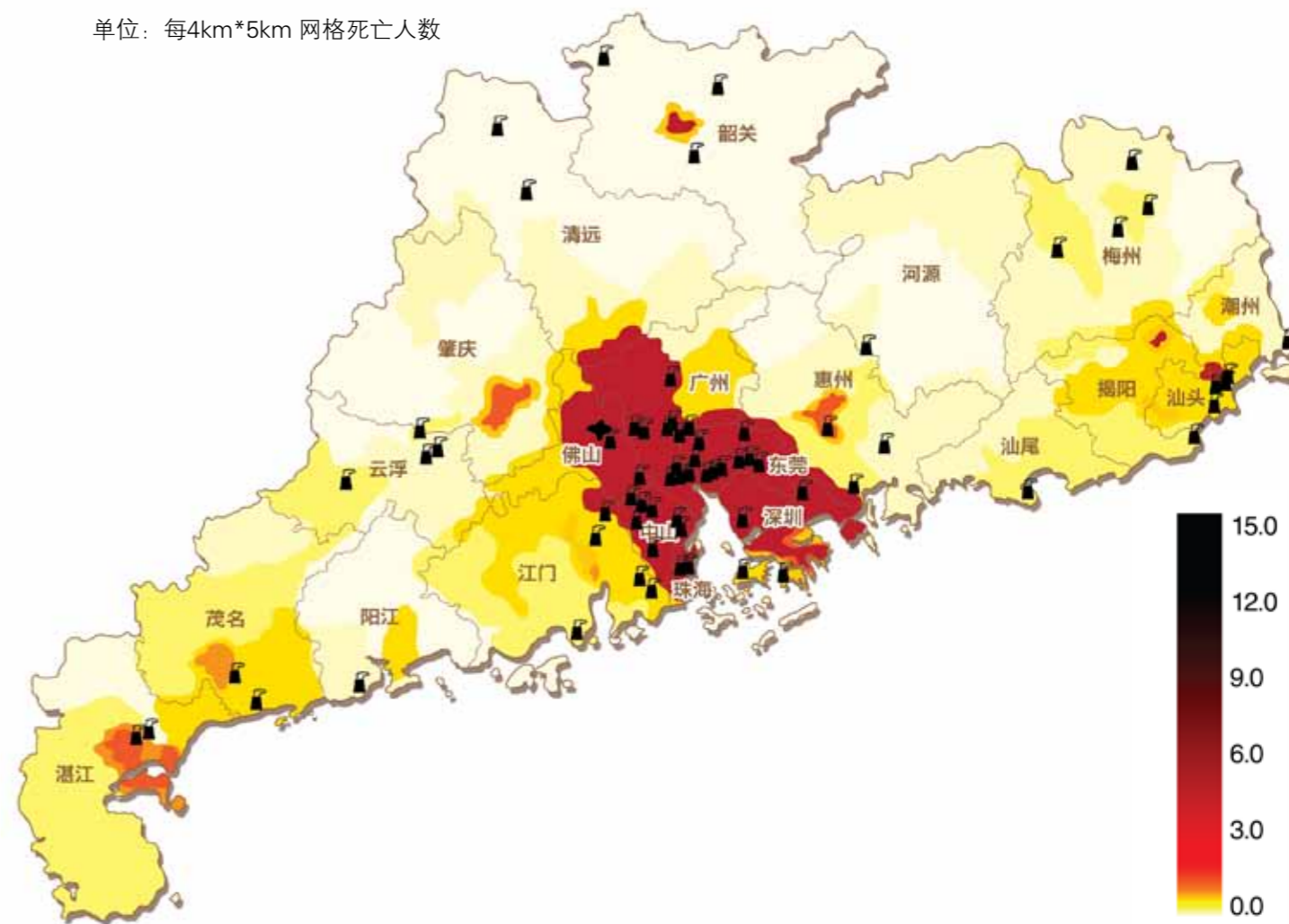
为了展示粤港地区的互相影响，我们整理了2011年香港、珠三角、粤东、粤西与粤北山区之间的互相影响造成的早死人数。从表②可以看出，珠三角地区的电厂污染源对整个区域内的影响最大，共造成区域内约2,300例早死，约占全部健康影响的60%。

粤港两地已建成电厂在2011年对本地健康影响列表 表①

健康影响类别		广东	香港	共计
总死亡数 (单位: 例)		3,400	200	3,600
其中	肺癌死亡数 (单位: 例)	320	18	340
	缺血性心脏病 (单位: 例)	760	46	810
	中风死亡数 (单位: 例)	1,900	120	2,100
	慢性阻塞性肺病死亡数 (单位: 例)	370	21	390
新生儿死亡数 (单位: 例)		79	4	83
哮喘病, 儿童 (单位: 例)		3,800	200	4,000
哮喘病, 成人 (单位: 例)		730	37	770
慢性支气管炎 (单位: 例)		5,000	250	5,200

2011年粤港地区现有电厂分布以及公众健康影响示意图 图①

单位: 每4km\*5km 网格死亡人数



2011年粤港两地不同区域燃煤电厂对公众健康造成的影响<sup>x</sup> 表②

污染源 \ 受影响	珠三角	粤东	粤北	粤西	香港	区域合计
珠三角	1,600	65	240	290	98	2,300
粤东	310	250	43	44	62	710
粤北	180	12	54	57	22	320
粤西	30	3	9	68	3	110
香港	110	15	16	21	15	170
区域合计	2,200	340	360	480	200	3,600

单位: 早死人数



# 六、广东现有电力政策评估与建议

广东省人民政府在2008年10月13日建立了珠江三角洲区域大气污染防治联席会议，由于意识到煤电行业对大气污染的威胁，在2009年3月颁布《广东省珠江三角洲大气污染防治办法》，率先在全国提出为了保护空气质量，珠三角地区原则上不建新的煤电厂。但在实际执行中，新建热电联产、扩建（上大压小）电厂项目依然陆续获批。本报告收集了自《办法》颁布至今珠三角地区获批新建电厂项目规模、相应关停规模，发现上述《办法》并未有效约束煤电在珠三角地区的扩张。例如，2011年8月，广州珠江电厂1台100万千瓦“上大压小”扩建工程（关停521,500千瓦）和中山火力发电有限公司2×30万千瓦“上大压小”热电联产扩建工程依然获批。

就全省范围而言，2009年至2011年新增并已投入运营的电厂总装机量高达20,983兆瓦。根据《中国能源统计年鉴2012》，广东省2011年发电量为3,802亿千瓦时，其中火电发电量3,018亿千瓦时，占全部发电量的79.4%。2009至2011发电量增长1,044亿千瓦时，其中火力发电量增长

860亿千瓦时，占据增幅的82.4%。2009–2011火力发电增长量位居全国第一位。与此同时，广东省依然有11个电厂正在建设中，总装机规模达到11GW。（附表①）珠三角以及粤东、粤西更计划建设11个煤电项目，总装机高达15.1GW千瓦，新增装机容量在全国前十。（附表②）

在本报告正在编制过程中，广东省地区对于煤电厂大气污染的关注日益提升。近日，计划兴建的深圳滨海大鹏电厂引起了民众甚至是人大代表的热烈讨论。深圳人大代表基于煤电厂带来的大范围的空气污染，认为“不宜在深圳任何地方新建煤电厂”。2013年8月7日，经过多名市人大代表呼吁，深圳市发改委最终宣布深圳滨海大鹏电厂项目停止建设。

绿色和平估算，大鹏电厂的停建，可以减少区域内约1,700例过早死亡、儿童哮喘1,600例和慢性支气管炎2,100例。因此，深圳市政府的决定不仅保护了空气质量与区域公众健康，也为其他城市坚决对煤电说不树立了良好榜样。

## 综上所述，绿色和平建议：

- 作为中国经济最发达的省份，广东最有能力领先全国的绿色发展转型。而这其中最关键的挑战是如何摆脱对煤炭的依赖，广东省应出台煤炭消费的减量目标。
- 考虑到新建煤电厂对当地居民健康带来的长达40年的健康锁定效应，广东该慎重考虑现有的煤电扩张计划，同时积极淘汰落后小火电，并大力发展可再生能源，努力做到电煤的零增长，并尽早实现电煤总量下降。
- 珠三角要实现在全国率先达到空气质量新标准，必须严格兑现“珠三角无新建煤电厂”的承诺，不上任何新的煤电厂，用清洁能源供应区域能源需求。

【附表①】广东省在建煤电项目列表

项目名称	所在地	公司	规模 (单位: KW)
华能汕头海门电厂一期工程3号、4号机组	汕头	华能广东分公司华能海门电厂	2,072,000
华润海丰电厂2×1000MW超超临界燃煤发电机组工程	汕尾海丰	华润电力控股有限公司	2,000,000
韶关发电厂“上大压小”燃煤机组工程	韶关曲江	广东省粤江发电有限责任公司	1,320,000
广州珠江电厂1台1000MW“上大压小”扩建工程	广州市南沙区	广州发展南沙电力有限公司	1,000,000
梅山糖厂	广州市	梅山糖厂	125,000
广州粤电	广州市	广州粤电	150,000
新会双水发电厂有限公司“上大压小”1×600MW热电联产项目	江门市	江门市新会双水发电三厂有限公司	600,000
广东国华粤电台山发电厂二期2×1000MW“上大压小”扩建工程	江门台山市	广东国华粤电台山发电有限公司	2,000,000
国电肇庆大旺级“上大压小”热电联供项目	肇庆	中国国电集团公司	700,000
湛江宝钢	湛江	宝钢	700,000
中山火力发电有限公司2×300MW“上大压小”热电联产扩建工程	中山	中山火力发电有限公司	600,000
总装机容量			11,117,000

【附表②】广东省计划煤电项目列表

项目名称	所在地	公司	规模 (单位: KW)
南海发电一厂三期	湛江	广东京信电力集团有限公司	400,000
广东粤电茂名博贺电厂2×1000MW「上大压小」发电工程一期	茂名	广东粤电集团	2,000,000
阳西神华国华阳江电厂一期新建工程2×1000MW	阳江	神华集团有限公司	2,000,000
深圳滨海电厂2×1000MW超超临界燃煤机组	深圳	深圳能源集团	2,000,000
大唐国际雷州发电厂2×1000MW新建工程	湛江	大唐国际	2,000,000
广东粤电惠来电厂3、4号机组扩建工程(2×1000MW超超临界机组)	揭阳市	广东省粤电集团有限公司	2,000,000
恒运2×600MW超超临界热电联产项目	广州	广州恒运	1,200,000
横沥-万顷沙热电厂2×300MW热电联产机组	广州南沙	广州华润珠江热电有限公司	600,000
广东粤电大埔电厂「上大压小」新建工程	梅州	广东省粤电集团有限公司	1,200,000
华能汕头海门电厂二期工程4号机组	汕头	华能广东分公司华能海门电厂	1,000,000
热电联产，华银东莞大唐	东莞	大唐	700,000
计划新增总计			15,100,000

i Cohen, AJ 2013: The Burden of Disease Attributable to Ambient Air Pollution: Global, Regional; and Chinese Estimates from GBD 2010. Presentation at Air Pollution and Health Impacts Workshop, organized by HEI and Tsinghua University, Beijing March 2013.  
 ii <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=77495>  
 iii 2007年耶鲁大学与哥伦比亚大学合作利用NASA地图对中国PM2.5浓度估计的结果表明我国大部分地区的PM2.5浓度高于WHO推荐的年均值10 μg/m3的水平，详见附录二  
 iv [http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/qt/201307/t20130731\\_256638.htm](http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/qt/201307/t20130731_256638.htm)

v 关于安德鲁博士的更多信息请访问：[http://newenergyeconomy.org/wp-content/uploads/2011/10/Gray-Analysis-NEE\\_Opp-StayExhs\\_1.13.2012-2.pdf#page=5](http://newenergyeconomy.org/wp-content/uploads/2011/10/Gray-Analysis-NEE_Opp-StayExhs_1.13.2012-2.pdf#page=5)  
 vi 由于不同时段新建、扩建机组对应的排放标准不一样，因此本次对同一个电厂的新、改、扩项目分开计算  
 vii <http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>  
 viii Zhou et al 2006: The influence of geographic location on population exposure to emissions from power plants throughout China. Environment International 32 (2006) 365 – 373. <http://www.sciencedirect.com/>

science/article/pii/S016041200500200X  
 xi Lim SS et al 2012: A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990 – 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. The Lancet 380:2224–2260. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)  
 x 过早死亡 (premature death) 是研究整个社会经济及健康影响的疾病负担 (burden of disease) 的重要指标之一，其他指标还包括疾病 (disease)、伤残 (disability)。在疾病的流行病学负担方面，有很多

指标可以利用，如疾病的发病率和患病率、死亡率、门诊和住院率、药品利用情况、健康调整寿命年 (HALE)、伤残调整寿命年 (DALY)、与健康有关的生存质量 (HR-QoL)、减寿年限 (PYLL) 等。  
 xi 粤东包括：汕头，潮州，汕尾，梅州4个城市，粤西包括：湛江、阳江、茂名3个城市，粤北包括清远、河源、云浮、韶关4个城市，珠三角包括广州、深圳、惠州、中山、江门、东莞、佛山、珠海、肇庆  
 xii 新建电厂列表根据全球电厂商业数据平台Platts，世界资源研究所 (WRI) 2012年出版物Global coal risk，以及环保部最新项目审批列表、媒体新闻报道整理得出