2015年中国煤电逆势投资的后果

——2015年1至12月通过审批的燃煤电厂将对环境造成的负面影响评估 (更新版)

作者: Lauri Myllyvirta 沈昕一 Harri Lammi 董连赛和袁宝茵对本文亦有贡献: 部分数据由 Ted Nace 和余爱群提供¹

------摘要部分------

根据来自政府部门的公开信息整理,在 2015 年 1 月 1 日至 12 月 31 日期间,国家环境保护部、各省级环境保护部门陆续公示了 210 个燃煤电厂项目的环评审批,其装机容量合计达 169 吉瓦,这其中有 195 个项目(159 吉瓦)已经获得环评批准或拟批准,这相当于每周有四个燃煤电厂闯过环保部门最后一道关。而在去年同期,拿到环评批复的燃煤电厂项目装机容量合计只有 48 吉瓦。

在所有的环评公示中,来自山西、新疆和内蒙古的煤电项目位于所有省份的前三位,分别达到22 吉瓦、19 吉瓦和18 吉瓦。在各个发电集团的表现中华电、大唐、华能、中电投、神华的项目总装机名列前五。

获得环评批复的燃煤电厂项目数量骤然增多,与今年3月环境保护部发布《环境保护部 审批环境影响评价文件的建设项目目录(2015年本)》公告²不无关联。自此,火电站、热 电站、炼铁炼钢等项目的环评申请均由省级环境保护部门负责审批。

根据绿色和平和 Coal Swarm 项目³的统计也显示 66-73 个燃煤电厂项目(约 73-79 吉瓦) 已经在 2015 年开工建设,比往年显著增加。

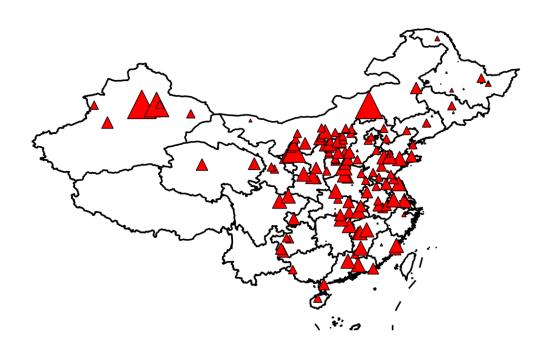
.

¹ 工作单位均为绿色和平,通讯作者为 Lauri Myllyvirta,邮箱: lauri.myllyvirta@greenpeace.org

² 关于发布《环境保护部审批环境影响评价文件的建设项目目录(2015 年本)》的公告 http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201503/t20150317_297342.htm

³ CoalSwarm 是由关注煤炭议题研究人员组成的信息资源网络,目前项目数据库包括规划和在役燃煤电厂、煤矿和基础设施等信息。www.coalswarm.org

然而, 当大批燃煤电厂获准开工的时候, 中国火电发电量已严重过剩。与 2011 年燃煤 电厂发电量相比,该数值在过去四年并未有大幅增长。并且,考虑2014年11月发布的《能 源发展战略行动计划(2014-2020年)》4和中法两国政府于2015年11月2日发布的《中法 元首气候变化联合声明》5,燃煤电厂已没有增长空间。



2015年一月至十二月获批燃煤电厂分布图

燃煤电厂在2015年的大举扩张是地方政府投资决策、金融体系、电力市场三方信息错 位及沉疴痼疾所导致的投资泡沫。国际环保组织绿色和平根据已有数据进行统计,并分别按 照公众健康影响、环境影响、投资收益对 210 个燃煤项目进行分析,得出以下结论: 对温室气体减排的负面影响:

每年来自这210个燃煤电厂项目的二氧化碳排放量相当于中国现在二氧化碳总排放量 的 8%。假设这些电厂的平均运行寿命达 24 年,那么这 210 个燃煤电厂在运行生命周期的总 排放量相当于中国现在年度排放量的 1.9 倍。

国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划(2014-2020年)的通知 http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm

[《]中法元首气候变化联合声明》 http://www.gov.cn/xinwen/2015-11/03/content_2959078.htm

⁶ 英国石油公司 2015 年世界能源统计回顾

http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

报告

对空气质量改善的负面影响:

如果在同一时间段内比较 210 个燃煤电厂的烟尘排放量和北京、天津、上海和重庆四个 直辖市全部机动车的排放量,前者将超过后者。

从健康影响的角度来看,210个燃煤电厂每年所排放的大气污染物造成的空气污染将会导致中国大陆每年新增约9200例过早死亡病例,换言之,这些燃煤电厂在全生命周期的24年将会导致22万个过早死亡病例的发生。此外,每年还会增加约11400例儿童哮喘病例、14800例成人支气管炎病例,以及12300例由于呼吸系统疾病和心血管疾病导致的住院病例。对水资源匮乏地区的负面影响:

根据地域划分,210个燃煤电厂中有55%的燃煤电厂修建在水资源极度匮乏地区,以及5%和5%的燃煤电厂分别修建在水资源匮乏和干旱地区。作为高耗水行业,在这些区域建成的燃煤电厂每年将消耗3.3至5.4亿立方米的水资源,相当于500至900万城市居民的用水量。这必将加剧所在地城市居民、农业和工业之间的水资源争夺。

对电力国有企业的经济效益的负面影响:

从投资收益来看,210个燃煤电厂涉及的资本投入约为6420亿元人民币,即980亿美元,其中54%的燃煤电厂由中国五大发电集团投资。目前用于新建燃煤电厂的资本支出在未来由于煤电发电量的持续下降将不会带来可观的经济回报。因此,在新建燃煤电厂上的投资决策有可能会降低电力国有企业的经济效益,与《关于深化国有企业改革的指导意见》不符。对中国能源转型的负面影响:

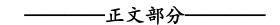
更让我们担心的是,如果这种趋势继续发展,更多的资金将会浪费在已注定淘汰的产业中,而不是助力中国能源向可再生能源的转型。这与中国政府在国际上的努力背道而驰。

为了解决目前快速增长的煤电泡沫,绿色和平呼吁中国政府:

- 1、目前的火力发电已经过剩,仍有大规模的火电装机在排队等待审批,政府应立即禁止审批新的火电项目;
- 2、对于已批复的燃煤电厂,包括近期获得批复已经开工建设的项目,应根据各省未来 发电量的合理增速,进行适度的建设,避免全面建设造成的浪费;

GREENPEACE 绿色和平

- 3、为避免对水资源的过度汲取,政府应加强对电厂和其他工业项目的水资源影响评价, 并严格限制水资源紧缺地区的工业项目审批。
- 4、"十三五"规划中应加入到2020年的煤炭消费总量控制目标以解决燃煤带来的空气污染问题、二氧化碳排放和其他环境影响。



概述: 煤电泡沫

从中国政府公布的国内生产总值上看,对火电的投资占到固定资产投资的 2. 3%⁷, 这些投资花费正在导致火力发电装机过剩。

从供给方来看,中国的火电(主要为燃煤电厂为主)在过去的 12 个月里已增长约 72 吉瓦⁸,约相当于 120 个大型燃煤电厂机组;从需求方来看,煤电发电量同比减少了 2.8%。 而 2015 年中国的火电厂发电设备的平均利用小时数同比下降了 410 小时⁹,这意味着煤电的 装机利用率减少了 8%。

根据中国国务院办公厅于 2014 年 11 月发布的《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》, 煤电的发电量在未来的增长空间基本不存在——非化石能源到 2020 年的发展目标已让位于 可再生能源。

回首过往四年的数据可能更易理清燃煤电厂项目决策之失。从全国范围的数据看,自 2011 年末至 2015 年 9 月,火电装机容量增长至少 25%,约相当于 190 吉瓦和新建了 300 个大型燃煤电厂¹⁰。而实际上,2015 年的火力发电量与 2011 年的水平并未有大幅增长。

_

⁷ 国家统计局: 2014 年民间固定资产投资增长 18.1%

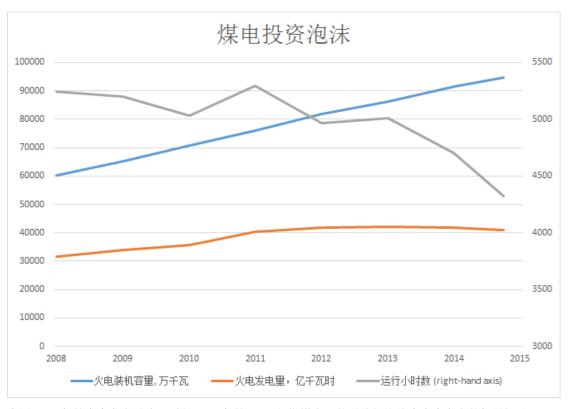
http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201501/t20150120_671075.html

⁸ 统计数据来自国家能源局每月发布的全社会用电量。

⁹ 2015 年全国 6000 千瓦及以上电厂发电设备平均利用小时情况 http://www.cec.org.cn/yaowenkuaidi/2016-01-29/148607.html

¹⁰ 以 600 兆瓦每机组计算

因此,过去的四年中,实质上只是增加了相当于 300 个大型燃煤电厂的闲置装机。同时,中国的总发电量上涨了 20%——其绝对值相当于澳大利亚电力消耗量的三倍,这意味着中国非化石能源的发电量在过去四年的增长量相当于总能源需求量的 20%。



中国 2015 年的火力发电量将几乎与 2011 年持平,而新燃煤电厂的逆势扩张将令火力发电装机量提升 25%, 最终会导致装机利用率的大幅衰减。





2015 年全国火电设备平均利用小时 4329 小时,同比降低 410 小时,是 1969 年以来的最低水平。与上年相比,除江西外其他省份火电利用小时均有不同程度下降。¹¹

煤炭逆势投资背后隐形的手

要理解为何不断扩张的燃煤电厂能与不断恶化的装机过剩共存,首先要对中国目前的经济模式进行梳理。

上世纪九十年代以来,中国经济的高速增长很大程度上得益于拉动内需的经济方针,它允许国有企业和地方政府可以进行极高风险的投资而不必担心投资失利后的损失。同时,国有企业和地方政府还可以从国有银行轻易获取近零利率的贷款。此外,国有企业通常不需要向国家支付红利,所得收益可以直接再投资。

根据国家统计局所发布的信息,2013年国内资本形成率(投资率)已接近50%¹²,高于历史上任何主要经济体的投资比例和额度。值得注意的是,发展中国家的这一数字通常在20%左右¹³。

上述经济模式在近三十年中助力中国经济的腾飞,也将一亿多国民从贫困中拯救出来。然而,随着经济形势变好,这种经济模式愈发凸显"后发劣势"窘境。

2014年11月,来自中国国家发改委的学者曾在公开场合表示¹⁴,2009年至2013年期间,中国政府每年进行的投资中有4.7万亿元至13.2万亿元的投资没有产生任何效益,在2013年,这种没有效益的投资达到了峰值即用于固定资产投资的13.2万亿元人民币。

持续扩张的燃煤电厂对气候会带来何种影响?

从电力行业角度来说,二十年前,燃煤电厂(或其他资本密集型发电设施)一般在建成后会全力运行 40 年或更久。即使建成之初有装机过剩的情况出现,不断增长的电力需求也会让原本过剩的装机容量逐渐使用起来。

http://www.cec.org.cn/yaowenkuaidi/2016-01-29/148607.html

http://www.reuters.com/article/2014/11/20/china-economy-investment-idUSL3N0TA2KP20141120#Ct6pi DDOIgpVMcMG.97

^{11 2015} 年全国 6000 千瓦及以上电厂发电设备平均利用小时情况,

http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2014/zk/html/Z0318c.htm

http://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS

¹⁴ China wasted \$6.9 trillion on bad investment post 2009

报告

然而,这明显已不适用于现在的中国。中国政府并不会由于过剩的火电装机容量而放弃 在国际上承诺——到 2020 年达到 15%非化石能源的目标。发电企业以及其投资方将直接承 担投资损失。随着时间的前进,像煤炭行业、钢铁行业等一样,燃煤电厂也将逐渐走向没落。

尽管燃煤电厂的持续投资并不一定会导致更多的燃煤,但它却意味着大规模投资的浪费,以及在向可再生能源转型并加速经济增长上错失良机。另外,在目前电网弃光弃风¹⁵的背景下,煤电利用率不足会加剧煤电与各种可再生能源在电网内的竞争与冲突。

整理燃煤电厂的审批信息

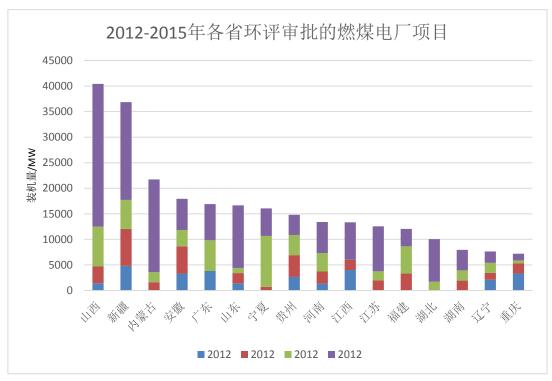
绿色和平整理了 2012 年至 2015 年十二月期间,国家环保部和省级环保厅的环评审批信息。根据来自政府部门的公开信息整理,在 2015 年 1 月 1 日至 12 月 31 日期间,国家环境保护部、各省级环境保护部门陆续公示了 210 个燃煤电厂项目的环评审批,其装机容量合计达 169 吉瓦。这其中有 195 个项目(159 吉瓦)已经获得环评批准或拟批准,95 个项目(89 吉瓦)得到发改委核准可以开工建设。根据绿色和平和 CoalSwarm 项目的统计也显示 66-73 个燃煤电厂项目(约 73-79 吉瓦)已经在 2015 年开工建设,比往年显著增加。

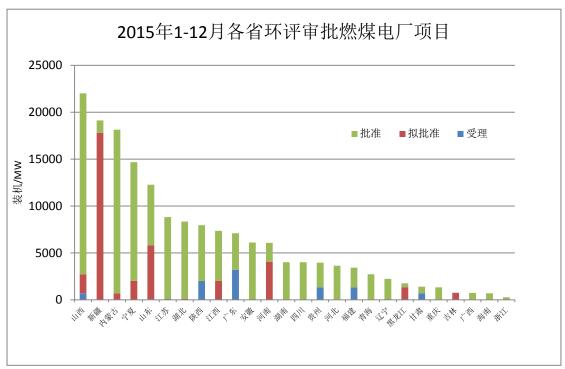


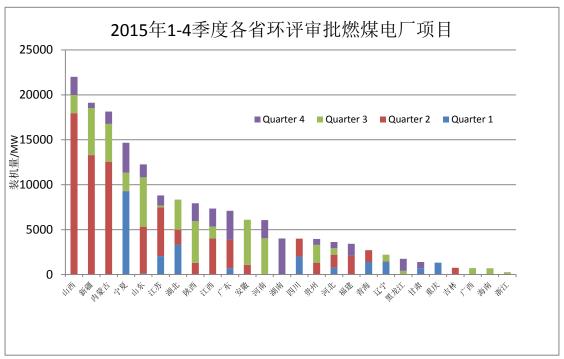
 15 Michael Davidson, Institutional and Technical Analysis of Wind Integration Challenges in Northeast China, 2014 年 6 月 11 日

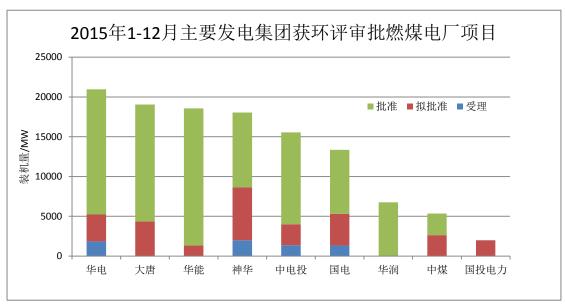
http://beijingenergynetwork.com/wp-content/uploads/2014/04/Michel-Davison-MIT-Joint-beer-0525.pdf











对温室气体减排的负面影响:

假设210个新建燃煤电厂将以2012年效率最高(即在产生同等电量的条件下排放最小)的电厂来运行,这些电厂将排放将近7.8亿吨二氧化碳——相当于2014年中国全部二氧化碳排放的8%。根据推算,这些新建燃煤电厂的排放量接近于英国和北欧国家二氧化碳排放量的总和。这是非常高的排放量。

环评审批 总装机容量(兆瓦) 推算的二氧化碳排放量(百 省份 项目数量 万吨/年)

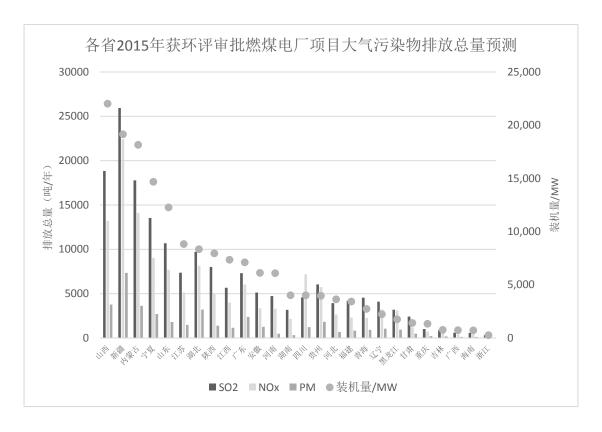
GREENPEACE 绿色和平

<u> </u>			
山西	25	22,010	106
新疆	16	19,132	87
内蒙古	20	18,140	83
宁夏	13	14,672	70
山东	21	12,263	56
江苏	23	8,816	41
湖北	9	8,337	40
陕西	6	7,940	36
江西	5	7,345	32
广东	5	7,100	32
安徽	8	6,108	26
河南	6	6,071	26
湖南	3	4,009	17
四川	2	4,000	17
贵州	4	3,960	17
河北	8	3,625	21
福建	4	3,421	15
青海	3	2,720	13
辽宁	6	2,224	11
黑龙江	12	1,750	9
甘肃	2	1,400	7
重庆	1	1,320	6
吉林	2	750	5
广西	1	720	3
海南	1	700	3
浙江	4	262	2

总计 210 168,794 780

对空气质量改善的负面影响:

基于环评中的排放限值信息进行估算,210个燃煤电厂每年总计排放约13.3万吨二氧化硫、17.4万吨氮氧化物和3.9万吨颗粒物,相当于山西省太原市全部的工业排放,或者相当于日本全部的电厂排放¹⁶。氮氧化物的排放量比上海全部的机动车排放高,而颗粒物排放更是高于北京、天津、上海和重庆四个直辖市全部的机动车排放量¹⁷。



绿色和平使用美国大气污染专家安德鲁·格雷"博士建立的大气污染分布模型以评估空气污染的健康影响。格雷博士对中国已在运行的 298 座电厂产生的空气污染和健康影响进行

-

¹⁶ 日本燃煤电厂每年向大气排放 134,000 吨二氧化硫,104,000 吨氮氧化物和 6,200 吨 PM₁₀Kurokawa et al 2013: Emissions of air pollutants and greenhouse gases over Asian regions during 2000-2008: Regional Emission inventory in ASia (REAS) version 2, Atmos. Chem. Phys., 13, 11019-11058.

¹⁷ 机动车排放数据摘自国家统计局和环保部,《2013 年中国环境统计年鉴》。

¹⁸ 安德鲁·格雷博士是一名独立研究学者,过去 30 年里他致力于为美国政府,私人客户和 NGO 研究解决大气污染问题。http://www.mitaweb.com/docs/Sahu-Report-oct2012.pdf#page=70 提供了他的研究经历。

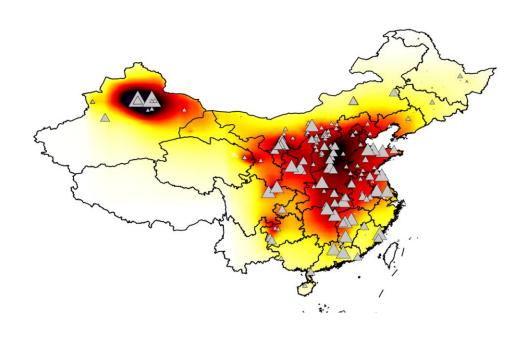


建模。格雷博士提供的数据模型可以用来模拟新建电厂的排放情形,同时结合世界卫生组织全球疾病负担研究中的方法学,我们可以借此评估空气污染导致的健康风险。

根据上述两个方法,在 210 个燃煤电厂项目建成后,即便它们都达到"超低排放"标准,每年将导致新增 9200 例过早死亡。在 2011 年至 2014 年已关停的燃煤电厂的平均运行时长为 24 年,将此数字假设为 210 个燃煤电厂的平均寿命,则这些电厂在其全生命周期仍将导致 22 万例的过早死亡病例。

同时,这些排放也会额外增加 11400 例儿童哮喘病例、14800 例成人支气管炎病例,以及 12300 例由呼吸系统和心血管系统引起的住院病例。

210 个新建燃煤电厂将增加空气中的可吸入颗粒物,其中 PM2.5 增加最多的省份依次为新疆、山西、河北、河南和江苏,并且在其他省份也有局部重污染区域。



推算的由 210 个新建燃煤电厂导致的 PM2.5 浓度年度变化

由 210 座燃煤电厂导致的健康影响,每年新增过早死亡病例

过早死亡	
脑卒中(中风)	5, 200

肺癌	900
慢性阻塞性肺病	1,000
缺血性心脏病	2, 100
总计	9, 200
其他健康影响	
哮喘发病率,儿童	11, 400
哮喘发病率,成人	2, 200
慢性支气管炎	14, 800
呼吸系统疾病导致的住院	6, 200
心血管疾病导致的住院	6, 100

由该省新增燃煤电厂项目所排放空气污染导致过早死亡人数最多的20个省份

省份	导致每年的过早死亡例数
山西	1300
宁夏	960
内蒙古	940
湖北	690
山东	620
陕西	540
江苏	470
新疆	470
四川	440
河南	420
贵州	390
安徽	360
河北	270



广东	260
江西	230
福建	160
湖南	160
青海	140
辽宁	140
甘肃	80

对水资源匮乏地区的负面影响:

210个新建燃煤电厂中,有55%的燃煤电厂装机计划建设在水资源极度紧缺的地区。同 时在水资源紧缺地区和干旱地区分别有11%和5%的燃煤电厂装机计划19。因此,值得注意的 是, 总共有65%的燃煤电厂装机将在中国水资源最紧缺的地区兴建——而这些地区的生态系 统正在受到威胁,并且已经存在的能源、农业和城市用水之间的矛盾将进一步加剧。

通常认为, 当人类活动采取超过 40%的地表水资源时, 已经说明存在水资源紧缺的问题, 并且有可能显著地影响生态系统。而在这些计划兴建燃煤电厂的地区,人类正在攫取80%的 淡水资源,这将导致极为严重的水资源紧缺现象。而许多地区目前正在使用不可再生的地下 水资源来暂时掩盖用水需求和水源不平衡的冲突。然而,随着地下水位的不断降低,化石含 水层也在逐渐枯竭。

总体上,在水资源紧缺和极度紧缺的地区计划兴建的燃煤电厂每年将至少消耗3.3至 5.4亿立方米20的水资源,相当于是中国 500至 900 万城市居民的用水量21,也相当于是 1800

http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct

http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b05374?journalCode=esthag

¹⁹ 此分析基于世界资源研究所 Aqueduct Water Risk Atlas 版本 2.1.

²⁰ Water consumption estimate based on EIA documentation of individual power plants and water consumption factors from benchmarking documents and water permits as compiled in Zhang et al (2016) "Revealing Water Stress by the Thermal Power Industry in China Based on a High Spatial Resolution Water Withdrawal and Consumption Inventory", Environ Sci Technol 2016 Feb 3;50(4):1642-52. Accessed online:

²¹ 此估算值只考虑生活用水情况。假设用水量为每人每天 173.5 升,每年 63 立方米。 http://www.statista.com/statistics/300457/china-daily-per-capita-water-consumption/

报告

万至 3000 万人每年的用水需求²²。水资源短缺带来的危机不仅仅会影响水资源使用者和生态系统,同时也会影响电厂的正常运行,而这种影响在干旱的季节将更加严重。

这些建设在水资源紧缺、极度紧缺和干旱地区的 210 个燃煤电厂将使用不同的冷却系统。其中 64%将使用空气冷却系统、27%使用水冷技术、9%使用热电联产技术解决冷却问题。值得探讨的是,空气冷却技术并不是解决水资源紧缺问题的万全方案:空气冷却技术仍需消耗水冷技术四分之一的水资源用于解决烟气排放的大气污染物减排^{23,24}。同时,换用空气冷却技术也意味着在冷却设施上提高三倍的投入并导致机组的热效率平均降低 5%至 7%^{25 26},最终提高了煤炭消耗、大气污染物排放和二氧化碳排放。同时,在干旱地区经常出现的炎热天气通常会导致效率损失至少 10%至 15%——这些都说明高温环境下使用空气冷却技术非常不经济。

²² 分析基于每人每天消耗 50 升水的 WHO 估算值。 The human right to water and sanitation, UN Water. http://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml

^{23 《}电力行业(燃煤发电企业)清洁生产评价指标体系》

http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbgg/201504/W020150420524648567766.pdf 和 《火力发电厂 节水导则》(DLT783-2001)

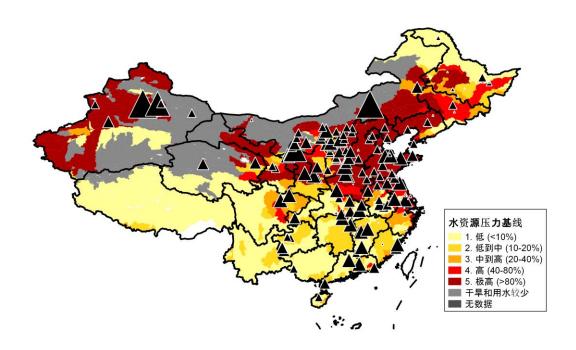
Dry Cooling Technology in Chinese Thermal Power Plants.

http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/AGEC/2009/Guan__Gurgenci_2009.pdf

²⁵ 煤电步入高效清洁发展快车道. 引自: http://www.nea.gov.cn/2014-09/28/c_133679621.htm

²⁶ Dry Cooling Technology in Chinese Thermal Power Plants.

http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/AGEC/2009/Guan__Gurgenci_2009.pdf



2015年审批通过及在批的燃煤电厂的地理分布;装机容量在水资源紧缺地区尤其密集。

对电力国有企业的经济效益的负面影响

基于环评报告中的投资花费数额,210个新建燃煤电厂总共的资本支出将达到约6420亿元人民币,约980亿美元,其中54%的燃煤电厂由中国五大发电集团投资。目前用于新建燃煤电厂的资本支出在未来由于煤电发电量的持续下降将不会带来可观的经济回报。因此,在新建燃煤电厂上的投资决策有可能会降低电力国有企业的经济效益,与《关于深化国有企业改革的指导意见》不符。

绿色和平的政策诉求

- 目前的火力发电已经过剩,仍有大规模的火电装机在排队等待审批,政府应立即禁止审批新的火电项目;
- 对于已批复的燃煤电厂,应根据各省未来发电量的合理增速,进行适度的建设,避 免全面建设造成的浪费;

报告

- "十三五"规划中应加入到 2020 年的煤炭消费总量控制目标以解决燃煤带来的空气 污染问题、二氧化碳排放和其他环境影响。
- 为避免对水资源的过度汲取,政府应加强对电厂和其他工业项目的水资源影响评价, 并严格限制水资源紧缺地区的工业项目审批。

----方法与数据部分-----

数据收集

规划电厂基本信息摘自环保部或省环保厅环评审批公示。规划电厂项目根据审批 状态被分为以下几类:

- 环评受理:环保部或环保厅受理项目的环境影响报告
- 环评拟批准:环保部或省环保厅发布项目拟审查公示
- 环评批准:项目获得环保部或省级环保厅环评审核批复
- 运行:项目已经正式完成调试投产

项目名称、装机、地点、煤炭类型、电厂类型的信息摘自环保部或省环保厅环评受理公示。项目所适用的大气污染物排放标准、冷却方式、供电煤耗率数据摘自从环保部或环保厅网站可获取的环境影响评价报告。我们定期跟踪每个项目的最新行政审批状态,获得环评审批受理的项目,标记为环评受理。获得环评拟审查的项目相应标记为拟审查。获得最终环评审核批复的标记为审核。项目目前只获得发改委核准的标记为发改委核准。项目还处于环评公示阶段的,标记为环评公示。

燃煤电厂审批环节:

规划燃煤电厂项目首先需要获得国家发改委和国家能源局的同意开展该工程前期 工作的批文,也称为"路条"。此后编制完成项目可行性研究报告,以及水土保持、项 目选址、水行政许可、污染物排放总量等相关行政许可。在完成这些前期工作后,项目 的环评报告需进行公示,并向环保部申请审核。环保部在审核环评报告后会发布拟批准



公示,如果项目环评符合要求,会给予环评审核批复。此后,项目将各类审批文件提交发改委,申请项目核准,一旦项目获得发改委核准后就可以开工建设。

自 2013 年 6 月起²⁷,企业投资燃煤背压热电项目核准下放省级投资主管部门。 常规燃煤火电项目和热电项目核准及环评审批分别自 2014 年 1 月²⁸、2014 年 11 月²⁹和 2015 年 3 月³⁰下放到省能源局、发改委和环保厅。

在获得能源局、发改委核准后,通常需要 1-2 年开展项目前期工作及编制环境影响报告。在项目环评获得环保部或环保厅受理后约一个月内(2015 年平均用时 30 天),可以获取环评拟审批公示,此后约一周到两个月内(2015 年平均用时 19 天)可获得最终环评审核结果。规划电厂项目完成各类审批大约需要 1-3 年,建设周期约在 1-3 年。

排放量估算

二氧化碳和大气污染物排放量估算的关键数据取自绿色和平整理各个项目信息而成的 数据库,包括发电装机量、电厂类型、发电煤耗率和电厂每年运行小时数。若信息在数据库 中存在则使用数据库中数值,若不存在则参考发改委的准则值。

2012年中国电力联合会提供的每种电厂类型中效率最高的电厂的平均每年运行小时数被用作210个燃煤电厂项目建成后的每年运行小时数。

二氧化碳排放量是基于近期一篇科学研究中提供的中国各类煤炭的二氧化碳排放系数 进行的估算。³¹

绿色和平亦从环评批复或环评报告中收集了各个电厂的排放限值,以估算每年的大气污染物排放。烟道气体体积则是参考欧洲环境机构(EEA)的技术报告³²,通过二氧化碳排放量

²⁷ 燃煤背压热电审批权下放 热电再迎政策利好.

http://www.nengyuan.com/news/d 2013100611111352783.html

²⁸ 国家能源局简政放权创新燃煤火电项目审批机制.

http://www.nea.gov.cn/ $2014-01/30/c_133085359$.htm

²⁹ 发改委谈火电核准权下放: 国家规划 地方实施.

http://finance.sina.com.cn/china/20141118/102520848806.shtml

³⁰ 环保部将火电热电高速公路等环评审批权限下放至省级.

http://news.xinhuanet.com/politics/2015-03/19/c_1114698435.htm

Reduced carbon emission estimates from fossil fuel combustion and cement production in China. http://www.nature.com/nature/journal/v524/n7565/full/nature14677.html



进行的计算。对于一部分电厂,由于无法获取其特殊排放限值信息,我们采用了审批文件和报告中的典型排放限值。

默认的供电耗煤率(克标准煤/千瓦时)和运行小时数,按照燃料类型和机组规模对传统发电厂分类:

	煤炭 煤矸石		石	运行小时数	
机组类型	水冷	空冷	水冷	空冷	
<300 兆瓦	325	343	325	343	4726
300-600 兆瓦	310	327	310	327	5207
600-1000 兆瓦	285	302	303	320	5312
≥1000 兆瓦	282	299	303	320	5679

默认的排放限值(mg/Nm3)

机组规模	氮氧化物	二氧化硫	颗粒物
<300 兆瓦	100	100	30
≥300 兆瓦	50	35	5

健康影响估算

绿色和平使用美国大气污染专家安德鲁·格雷博士建立的大气污染分布模型以评估大气污染物潜在的空气污染影响。格雷博士对中国 298 座电厂排放的二氧化硫、氮氧化物和颗粒物产生的空气质量和健康影响进行了建模。这些建模结果可以通过把新建电厂位置对应到距离最近的己建模的电厂上来模拟新建电厂的排放情形。

格雷博士使用 CALPUFF 大气污染分布模型以估算每个电厂在模型中排放 PM2.5(直径小于 2.5 微米的颗粒物)的年均浓度。估算的 PM2.5 排放包括(1)直接排放 PM2.5, (2) 硫

³² Air pollution from electricity-generating large combustion plants. http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_4/download



酸铵和(3)硝酸铵。 硫酸盐和硝酸盐是由排放的二氧化硫和氮氧化物在大气中经过化学反应形成的二次 PM2.5。

通过 CALPUFF 建模系统内置的 CALMET 程序可获取相应的气象数据。CALMET 程序可以生成一系列随时间变化的微观气象数据(每小时的三维温度场,每小时栅格化的稳定性级别,表面剪应力速度,混合层高度,莫宁奥布霍夫长度,对流速度尺度,大气密度,短波太阳辐射,表面相对湿度和温度,降水编码和降水率)以输入到 CALPUFF 模型之中。这些变量可以通过 CALMET 程序对地表观测数据、高空监测数据或 MM5 模型输出数据进行读取和计算。

在计算过程中共创造了三个气象数据集以录入 CALMET 程序,包括:

- 1、MM5 数据,包含了使用 TRC 大气研究组提供的东亚地区每小时三维预测 (MM5)模型;
- 2、地表观测数据,包含采集自在采样区内分布的 491 座地表监测站的每小时风速、风向、气温、气压、云高、云量、相对湿度和降水编码信息;
- 3、高空监测数据,包含采集自中国约 100 座探空观测站每日两次的探空资料(在不同高度测量的温度、气压、风速和风向)。

中国人口的空间分布是取自美国航空航天局 SEDAC 网站

(http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw)。这些数据是中国 2010 年中国每 2.5' x 2.5' 经纬度栅格内的人口数量估计值(经向和纬向各覆盖约 3 至 5 公里)。利用 CALPOST 程序将模型反演的 2915 个排放源排放的 PM2.5 浓度对应 CALPUFF 栅格内,并进一步对应到每个 2.5' x 2.5' 栅格的人口密度。

由 PM2. 5 导致的健康影响评估使用了世界卫生组织全球疾病负担(GBD)2010 项目³³结果中的暴露浓度反映关系和基线死亡数据。GBD2010 是目前最新且最权威的关注中国以及全球 PM2. 5 直接导致死亡的项目,并且已建立出一套新的风险模型以重点关注高浓度暴露下的模型适用性。总死亡数是四项病因别死亡数的总和,包括脑卒中(中风)、肺癌、缺血性心脏病和慢性阻塞性肺病。这四项病因占中国全部死亡案例病因的 45%。相比以往采用全部病

-

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



因死亡率的方法,采用病因别分析可以更好地提供不同国家之间的可比性,并对由燃煤电厂排放 PM2.5 导致的死亡案例进行病因分解。

除过早死亡之外,其他健康影响结果采用了中国大气污染专家阚海东教授推荐的暴露浓度-反应关系³⁴进行估算。

	暴露浓度−反	反应关系	
健康影响	污染物	年龄组	污染物浓度每升高 10 微克/立方米
儿童哮喘病	PM ₁₀	0-15	6. 95%
成人哮喘病	PM ₁₀	16-	0.4% (0.0% - 0.8%)
慢性支气管炎	PM ₁₀	全年龄	4. 6% (1. 5% - 7. 7%)
因呼吸系统疾病导致住院	PM ₁₀	全年龄	1. 3% (0. 1% - 2. 5%)
因心血管系统疾病导致住 院	PM ₁₀	全年龄	0. 95% (0. 6% - 1. 3%)
内科门诊就诊	PM ₁₀	全年龄	0. 34% (0. 19% - 0. 49%)
儿科门诊就诊	PM ₁₀	全年龄	0. 39% (0. 14% - 0. 64%)

在健康影响评价中使用的基准健康数据。

对于哮喘和慢性支气管炎,流行病学关系采用了发病率而不是每年新增案例数。

健康影响	基线发病率	单位	资料来源
脑卒中死亡率	0.14%	例/年	卫生部 2011
肺癌死亡率	0.04%	例/年	卫生部 2011
慢性阻塞性肺病死亡率	0.06%	例/年	卫生部 2011
缺血性心脏病死亡率	0.08%	例/年	卫生部 2011

³⁴ Kan HD, Chen BH, Chen CH, Wang BY & Fu QY 2005: Establishment of exposure-response functions of air particulate matter and adverse health outcomes in China and worldwide. Biomed Environ Sci. 2005 Jun;18(3):159-63.



中国和全球的大气颗粒物和不良健康反应之间的暴露-反应关系

健康影响	基线发病率	单位	资料来源
儿童哮喘病	1.97%	例	Chen 2003
成人哮喘病	1.42%	例	To et al 2012
慢性支气管炎	0.69%	例	卫生部 2011
因呼吸系统疾病导致住院	1.02%	例/年	卫生部 2011
因心血管系统疾病导致住院	1.37%	例/年	卫生部 2011

数据来源: 文献 35, 36, 37, 38

水资源风险评价

绿色和平使用世界水资源研究所的 Aqueduct Water Risk Atlas 2.1 工具软件³⁹分析了 审批通过的燃煤电厂水资源风险。该工具包含全球的地表淡水资源和全球水资源需求数据。 这些数据被用于分析电厂在审批时所提供地理位置的基线水资源风险水平。水资源风险被分类为三种风险水平:水资源极高风险水平(50%)、水资源高风险水平(5%)和干燥或水资源低利用(5%)。同时,绿色和平也分析了在这些区域的电厂使用的各种冷却系统所占比例。

水资源消耗的估算是基于每个电厂提交的环境影响评价(EIA)报告中的信息。⁴⁰每个电厂会按照环评信息中的机组规模数据和冷却系统类别被分配一定范围的水资源消耗因子。不同机组规模和冷却系统对应的水资源消耗因子是参考自文献⁴¹,水资源消耗因子如下表所示。

http://www.moh.gov.cn/htmlfiles/zwgkzt/ptjnj/year2011/index2011.html

http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2012/indexeh.htm

³⁵ Chen YZ 2003: 中国城区儿童哮喘患病率调查. 中华儿科杂志 2003 年 2 月第 41 卷第 2 期. http://past.cmaped.org.cn/view.asp?id=9650

³⁶ 卫生部 2011: 2011 中国卫生统计年鉴.

³⁷ 国家统计局 2012: 中国统计年鉴-2012.

 $^{^{38}}$ To T et al 2012: Global asthma prevalence in adults: findings from the cross-sectional world health survey. BMC Public Health 2012, 12:204.

http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-12-204

³⁹ http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct

⁴⁰ 个别热电联产煤电项目的冷却方式并不明确,我们假设这些项目采用循环水冷却系统。



冷却方式	装机	单位发 电量耗 水量 m3/MWh 平均	单位发 电量耗 水量 m3/MWh 低	单位发 电量耗 水量 m3/MWh 高
循环冷却	>1000 MW	1.688	1.64	1.736
	>600 MW	1.65	1.3	1.86
	>300 MW	1.89	1.57	2.27
	100-250 MW	2.16	1.69	2.94
	<100 MW	2.47	1.74	3.35
直流冷却	>1000 MW	0.228	0.19	0.37
	>600 MW	0.28	0.18	0.39
	>300 MW	0.343	0.17	0.488
	100-250 MW	0.556	0.27	0.93
	<100 MW	0.556	0.27	0.93
空气冷却	>1000 MW	0.31	0.31	0.31
	>600 MW	0.334	0.211	0.456
	>300 MW	0.417	0.25	0.591
	100-250 MW	0.59	0.5	0.68
	<100 MW	0.59	0.5	0.68

按照中国电力联合会提供的电厂级别数据,取 2012 年各电厂类别中效率最高的机组的平均每年运行小时数作为分析排放量时电厂可能的年度运行小时数的缺省值。通过每年运行小时数和水资源消耗因子可以共同推导出每个电厂每年的水资源消耗量,并将这些信息与地区本身的水资源枯竭程度整合,得出各个地区的水资源消耗程度。

⁴¹ <u>Chao Zhang, Lijin Zhong, Xiaotian Fu, Jiao Wang</u>, and <u>Zhixuan Wu</u>^s Revealing Water Stress by the Thermal Power Industry in China Based on a High Spatial Resolution Water Withdrawal and Consumption Inventory", Environ Sci Technol 2016 Feb 3;50(4):1642-52. Accessed online: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b05374



资本支出估算

为得出有代表性的估算结果,绿色和平从环评报告中采样获取了新建燃煤电厂的总资本支出(百万元/兆瓦),并将其作为同类型燃煤电厂的支出。取值见下表。

煤炭类型	机组类型	发电容量	环评报告中资本支出 (百万元/兆瓦)
煤矸石	区域热电联产	2×350	4.58
煤矸石	常规燃煤电厂	2×660	4.33
煤炭	常规燃煤电厂	2×1000	3.84
煤炭	常规燃煤电厂	2×1000	3.35
煤炭	区域热电联产	2×350	4.40
煤炭	工业热电联产	2×350	4.16
煤炭	常规燃煤电厂	4×660	3.14
煤炭	常规燃煤电厂	2×660	3.45

上述的总资本支出属于隔夜成本,不包括建设期间的利息和其他财政支出。