

气候临界点

《化石能源发展对控制全球升温 2°C 目标的可能性影响》研究

2013 年 1 月

GREENPEACE 绿色和平

目录

摘要	1
#1 全球 14 个大型新增化石能源项目的排放影响	5
1.1 全球 14 个大型新增化石能源项目及其产生的二氧化碳排放量	5
1.2 14 个决定性的化石能源项目：2°C VS 5~6°C	11
1.3 如果温度升高超过 2°C，世界会怎样	17
#2 气候变化走到临界点，应对气候变化的挑战迫在眉睫	22
2.1 减少煤炭的使用	23
2.2 减少石油的使用	25
2.3 只有进一步推动“能源革命”，气候危机才能被避免	29
#3 结语	30
#4 附录：中国西部省份煤电基地开发对气候变化影响的重要性	31
4.1 中国西部省份煤电基地开发概况	31
4.2 气候变化对中国的影响预测	32
4.3 中国应对气候变化的道路：能源转型	33
4.4 对中国西部省份煤电基地开发的建议	34
#5 参考文献	35







摘要

在全球气候变化形势日益严峻的今天，全球 14 个煤炭、石油和天然气开采利用大型项目正在规划建设。2012—2050 年，这 14 个大型化石能源项目将开采，生产以及消耗 496 亿 t 煤、29.4 万亿 m³ 天然气和 2600 亿桶石油，向大气中释放累计 3000 亿 t 二氧化碳当量。如果这 14 个化石能源项目全部得以实施，2020 年度全球化石能源所导致的二氧化碳排放量将较 2011 年上升 20%，推动全球气候变化跨越难以挽回的临界点，进入灾难性的 5~6 °C 升温轨道。

上述 14 个化石能源项目分别是：中国西部煤电基地扩张，澳大利亚、美国和印度尼西亚大规模扩大的煤炭开采与出口，加拿大和委内瑞拉的油砂田开采，北极石油开发，巴西海岸外海域石油开采，伊拉克、墨西哥湾和哈萨克斯坦地区的高风险、非常规的石油开采活动，美国的页岩气开发以及非洲和里海的天然气开采项目。

一旦全球温室气体排放跨过临界点，对人类社会的影响是极其可怕的。2012 年 9 月，由 20 个政府机构联合发布的新报告中对即将到来的灾难进行了深入的研究。此报告估算，气候变化已每年夺走 500 万条生命，而到了 2030 年，可达到 1 亿。¹ 各国将不可

避免的受到气候变化的影响。以中国为例，它面临着巨大风险如下：粮食产量受到影响、水资源危机和更频繁的极端天气现象，如干旱、暴雨、台风等。

自 2007 年，绿色和平已向世界提出了弃用化石能源的科学的可持续发展前景，即“能源革命”，推动能源结构转型：减少使用化石能源，推动可再生能源发展并提高能效。“能源革命”指出了政府机构和企业如何在不破坏环境和人类社会的基础上，经济地实现能源供给量和灵活性的最大化，“能源革命”能够提供更多的就业机会，更公平、稳定的能源获取渠道以及更高的生活标准。只有各国政府进一步积极推动“能源革命”，才可避免严重的气候危机。

化石能源的消费趋势将能决定全球应对气候变化挑战的成败。本文中提及的 14 个新增大型化石能源项目目前正在起步中，如果各国政府能立即采取行动，停止这 14 个项目，将其替换为安全清洁的可再生能源，则有机会将实现 2°C 控温目标的可能性保持在 75%，避免全球气候变化跨过不可挽回的临界点。如果不立即采取行动，在接下来的几十年里，各国政府将会付出极其昂贵的代价来应对气候灾难。

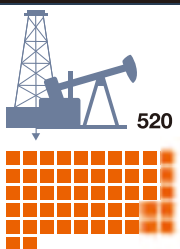
至2020年， 地球上最大新增 化石能源项目

在2020年度向大气中
增加63亿t CO₂排放

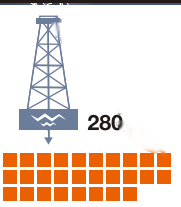
加拿大



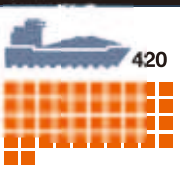
北极



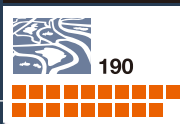
美国



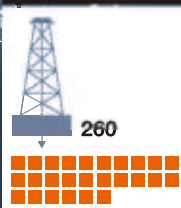
美国



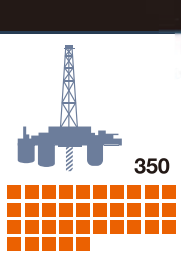
委内瑞拉



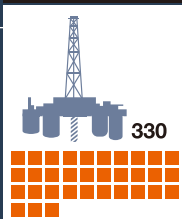
非洲



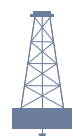
墨西哥湾



巴西



10⁹tCO₂



天然气开采



页岩气开采



煤炭出口



海洋石油开采



石油开采



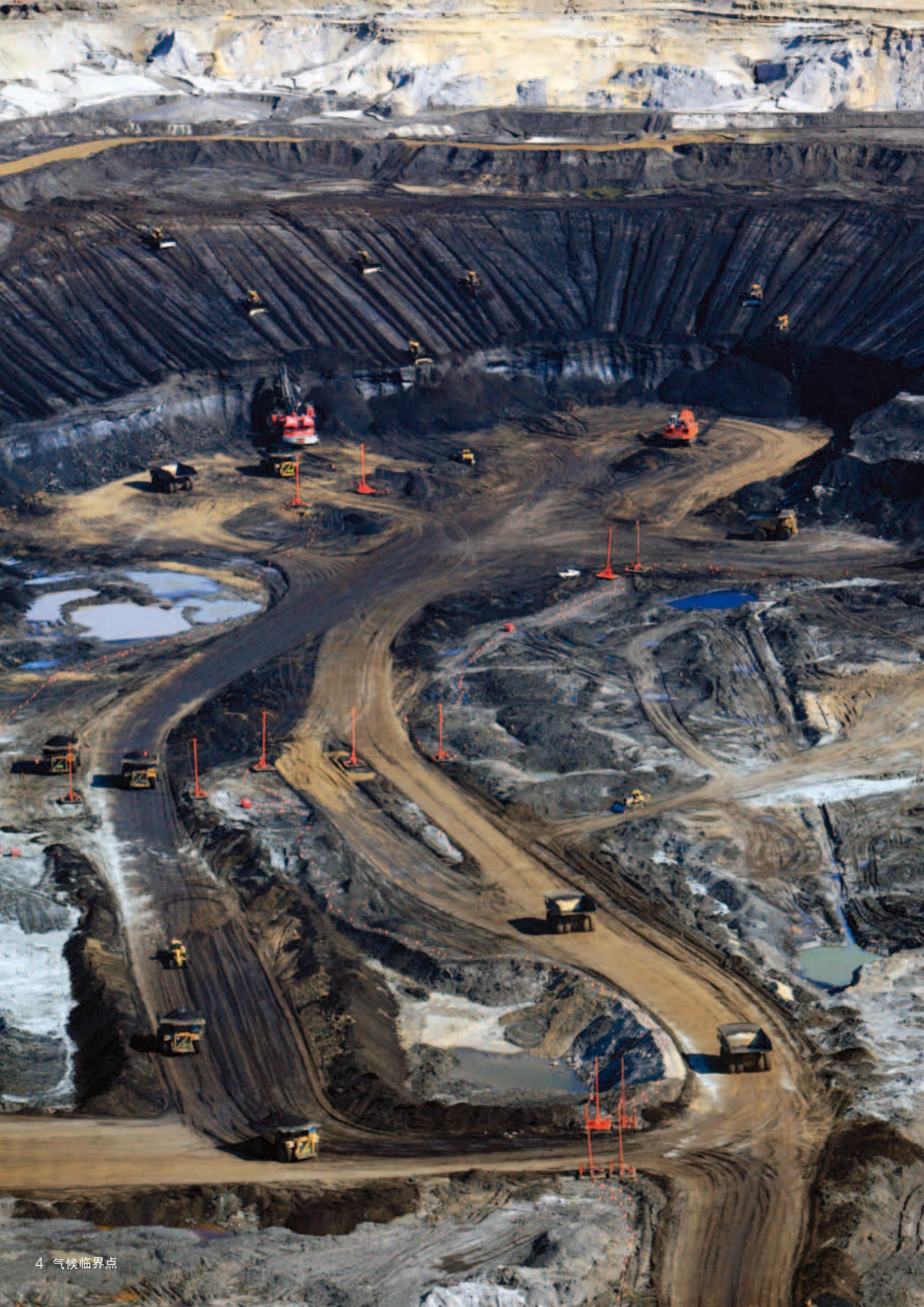
油砂开采



煤炭开采



图 1 至 2020 年全球最大的新增化石能源项目 (单位: MtCO_2 2020 年度总计向大气中增加 63 亿 tCO_2)



全球 14 个大型新增化石能源项目的排放影响

1.1 全球 14 个大型新增化石能源项目及其产生的二氧化碳排放量

2009 年，各国首脑在哥本哈根的联合国气候大会上，一致同意必须减排二氧化碳应对全球气候变化，并承诺采取行动。²可在接下来的两年（2010 年和 2011 年）中，全球二氧化碳排放速度剧增，是排放升温预测极其恶劣的情景（5~6 °C 升温情景）排放增长速度的两倍。³而如果不能在 2020 年前将排放增长与全球升温控制在 2°C 以内，对全球气候系统将造成不可逆转的影响。**这 14 个项目在接下来几年中将产生的二氧化碳排放量，会把全球排放曲线锁定在危险的高速增长轨道上，将全球气候推过无法挽回的临界点，届时整个人类世界恐怕都将被卷入灾难性的气候变化之中。**

绿色和平和 Ecofys⁴ 合作完成的《化石能源发展对控制全球升温 2°C 目标的可能性影响》研究（以下简称《研究》）中，对全球 14 个重要大规模煤炭、石油和天然气项目开发实施后可能产生的温室气体排放进行了研究。这 14 个项目皆为正在规划或建设中的，未来几十年全球最大的化石能源项目⁵（表 1），它们将成为迄今为止最大的排放项增长源，将导致温室气体排放最大规模的一轮上升。⁶2013 年至 2020 年是全球减排的关键时期，《研究》特别考虑了这些项目至 2020 年的排放量可能导致的后果。

2012 至 2050 年，《研究》中涉及的这 14 个大型化石能源项目将开采，生产以及消耗 496 亿 t 煤、29.4 万亿 m³ 天然气和 2600 亿桶石油，预计可向大气中累计新增排放量 3000 亿 t 二氧化碳当量。据预测，这 14 个项目将在 2020 年度向大气中增加 63 亿 t 二氧化碳排放，超过美国 2010 年度排放总额⁷，导致全

球的排放总量较 2011 年增加 20%，推动全球气候进入 5~6 °C 升温轨道。

详细内容如下：

- 澳大利亚：2025 年度煤炭出口量预计较 2011 年度增加 4.08 亿 t，相关二氧化碳排放可以达到 12 亿 t/a。当年澳大利亚因煤炭开采与出口所产生的二氧化碳排放将是该国本土总能源消费排放的 3 倍。⁹
- 中国：西部省份煤电基地开发计划 2015 年在 2011 年基础上新增煤炭产量 6.2 亿 t/a（详见表 2），等于新增 14 亿 t 二氧化碳排放，比俄罗斯全国在 2010 年的排放还要高。
- 美国：计划每年从太平洋西北岸增加煤炭出口 1.9 亿 t。此举在 2020 年前将向全球新增 4.2 亿 t 的二氧化碳排放量，相当于巴西 2010 年全部化石能源的排放。
- 印度尼西亚：规划的煤炭开采与出口的大规模扩张活动（来源于加里曼丹岛）将于 2020 年增加 4.6 亿 t/a 的二氧化碳排放量，并对当地居民和热带雨林造成可怕的环境影响。
- 加拿大：阿尔伯塔省油砂田的石油生产量将增至三倍，从 150 万桶/天增至 2035 年的 450 万桶/天，将向全球大气中增加 7.06 亿 t/a 的二氧化碳排放。到 2020 年，油砂项目扩张会导致新增年排放量 4.2 亿 t，相当于沙特阿拉伯的年排放量。
- 北极：石油公司计划利用环境敏感地区——北极海冰融化的现状，每天生产 800 万桶的石油和天然气。如果项目得以实施，除了装配技术层面的

表 1 全球规划中及在建 14 个大型化石能源项目

项目内容 (按 2020 年排放量从大到小排序)	预计 2012 年至 2050 年 累计产量 ⁸	2020 年新增二氧化碳排放量 (对比 2011 年) 单位: Gt/a
中国: 西部省份煤电基地开发 (* 详细内容见附录)	23000 Mt	1.4
澳大利亚: 煤炭开采与出口量扩张	13000 Mt	0.76
北极: 石油和天然气的开采	86000 Mboe	0.52
印度尼西亚: 煤炭开采与出口量扩张	6300 Mt	0.46
加拿大: 油砂开采	52000 Mboe	0.42
美国: 太平洋沿岸西北地区的煤炭开采与出口量扩张	7000 Mt	0.42
伊拉克: 石油开采	53000 Mboe	0.42
墨西哥: 墨西哥湾深海采油	27000 Mboe	0.35
巴西: 盐层下深海采油	41000 Mboe	0.33
哈萨克斯坦: 里海石油开采	29000 Mboe	0.29
美国: 非常规天然气——页岩气开采	8400 bcm	0.28
非洲: 天然气开采	7100 bcm	0.26
土库曼斯坦、阿塞拜疆和哈萨克斯坦: 里海天然气开采	4800 bcm	0.24
委内瑞拉: 奥里诺科河油砂开采	25000 Mboe	0.19
总计:	煤炭: 49600 Mt 石油: 260000 Mboe 天然气: 29400 bm ³	6.3 Gt CO ₂ e 2012 年至 2050 年累计 新增排放总额 :300Gt CO ₂ e

障碍将带来巨大的环境风险之外，全球将在 2020 年因此增加 5.2 亿 t/a 的二氧化碳排放，相当于加拿大全国总排放量，这个数字在 2030 年将增至 12 亿 t/a。

- 巴西：石油公司试图从巴西海域抽取 400 万桶 / 天的石油¹⁰，由此至 2035 年将向全球新增 6.6 亿 t/a 的二氧化碳排放量。
- 墨西哥湾：新的深海采油计划将于 2016 年产生石油 210 万桶 / 天，2020 年预计增加二氧化碳年排放量 3.5 亿 t，等于 2010 年法国的总排放。
- 委内瑞拉：截止于 2035 年，奥里诺科河油砂田将产生石油 230 万桶 / 天，在 2020 年预计增加二氧化碳排放量 1.9 亿 t。
- 美国：页岩气于 2035 年的开采将达到 3100 亿 /a，2020 年时预计增加二氧化碳排放量 2.8 亿 t。
- 哈萨克斯坦：至 2025 年里海的开发项目将提供石油 250 万桶 / 天，在 2020 年时预计增加二氧化碳排放量 2.9 亿 t。
- 土库曼斯坦、阿塞拜疆和哈萨克斯坦：里海的开发项目将于 2020 年前开采天然气 1000 亿，增加二氧化碳排放量 2.4 亿 t。
- 非洲：天然气的开采于 2015 年达到 640 亿 m³，2035 年达到 2500 亿 m³，2020 年将增加二氧化碳排放量 2.6 亿 t。
- 伊拉克：石油的开采于 2016 年达到 190 万桶 / 天，2035 年达到 490 万桶 / 天，2020 年将增加二氧化碳排放量 4.2 亿 t。

气候专家们为达到 2°C 目标可排放的二氧化碳总量设定了排放阈值，称之为“碳预算”。2012 年 11 月，IEA（国际能源署）在其年度报告《世界能源展望》中提到，如果想要达成 2°C 的目标，那么必须在 2050 年前，把化石能源消耗限制在全球探明储量的 1/3。¹¹

这部分化石能源使用空间称为“碳预算”。“碳预算”可理解为一个温室气体排放的临界点。而这 14 个项目的排放预计将于 2050 年占到上述“碳预算”总额的 30%。

全世界对化石能源的消耗已经成瘾。即便已证明低碳减排的可再生能源在能源供应中的地位已经日益重要，化石类燃料工业还在追逐一些最高风险、最具技术难度的化石能源开采。已经发生的案例包括：巴西外海和北极的化石能源开采技术的重大事故¹²，以及 2010 年灾难性的墨西哥湾“深水地平线”漏油事件。

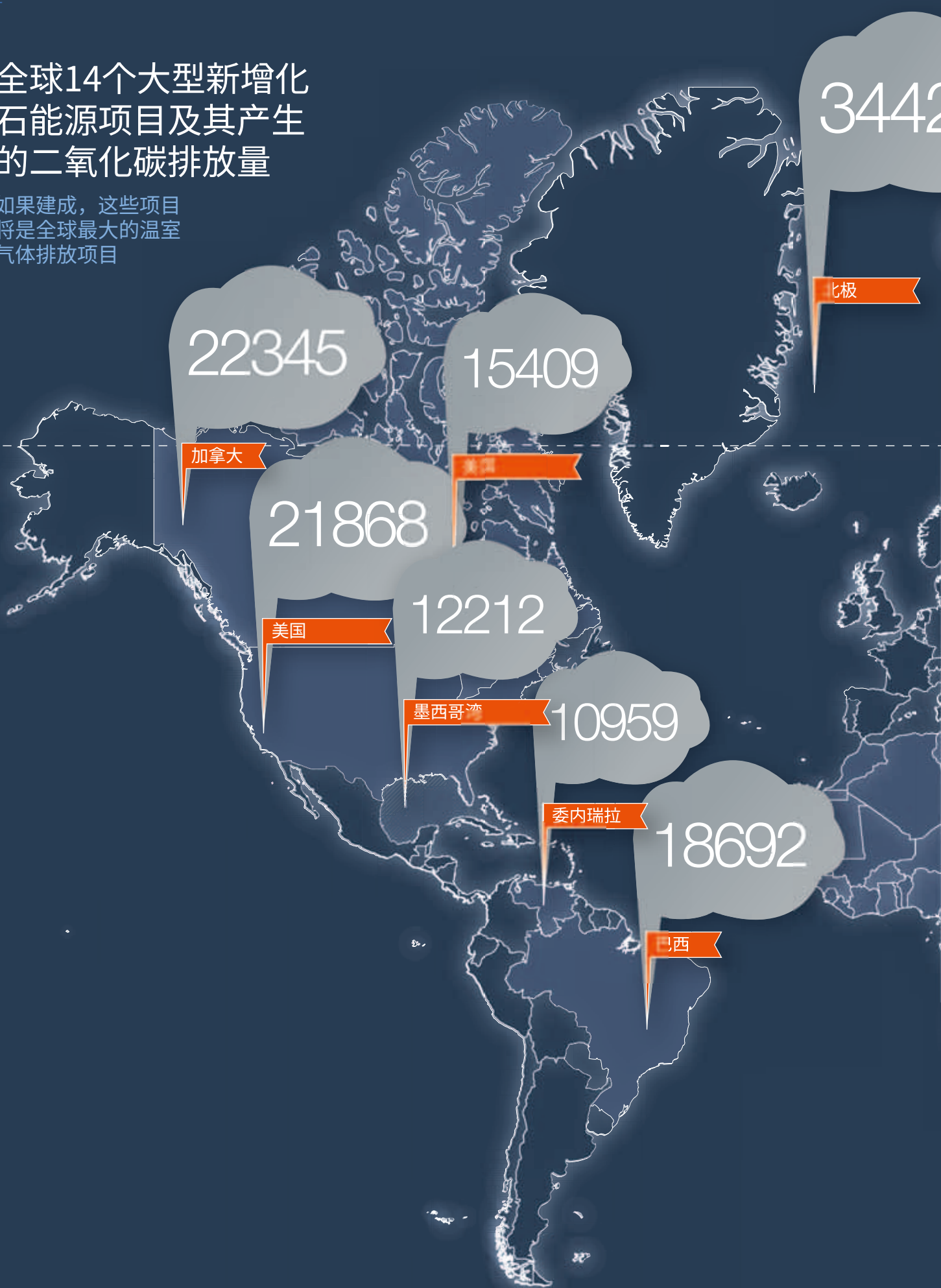
这 14 个化石能源项目的规划出台正是因为全世界还未真正痛下决心对化石能源的需求进行约束。如新煤矿的开发主要是因为全球对于新火电发电厂的建设需求，最主要集中在 中国、印度、欧盟和俄罗斯，其次为美国、越南、土耳其和南非。根据世界资源研究所 2012 年 11 月发布的报告中，各国政府正计划修建 1200 座新的煤电厂，这对全球气候来说可谓是一场灾难。¹³

虽然欧洲并没有进行上述规模的化石能源开发，但需要指出欧盟同样负有责任。欧盟自我定位为抗击气候变化的领袖，可欧盟同时又是化石能源消耗以及碳排放增加的区域之一。在过去的两年中，欧盟应对气候变化的政治意愿已经逐渐减弱¹⁴，同时其煤炭的消费力和随之的二氧化碳排放在过去的两年中持续了显著的增长。部分欧洲国家如：波兰、德国、意大利、罗马尼亚、荷兰、捷克共和国、保加利亚、希腊以及斯洛文尼亚仍然对化石能源电厂的新施工项目给予了批准许可。作为世界第二大的煤炭进口和石油消费区域，欧盟还有很多的工作要做来实现减排。

如想恢复其在应对气候变化中的领导地位，那么欧盟必须率先减少对化石能源的依赖。¹⁵ 欧盟一直在可再生能源、节能汽车和其他主要清洁能源政策的推进中充当着先锋的角色，面对现在的全球气候挑战欧盟必须在淘汰化石能源的工作中再次展现其领军的能力。

全球14个大型新增化石能源项目及其产生的二氧化碳排放量

如果建成，这些项目
将是全球最大的温室
气体排放项目



来源：Ecofys

图2 全球14个大型新增化石能源项目及其产生的二氧化碳排放量（单位：MtCO₂）

29

13239

11333

哈萨克斯坦

土库曼斯坦、阿塞拜疆、哈萨克斯坦

24081

伊拉克

51734

中国

16014

印度尼西亚

16845

非洲

38374

澳大利亚

307534

2050年温室气体总排放



1.2 14 个决定性的化石能源项目：2°C VS 5~6°C

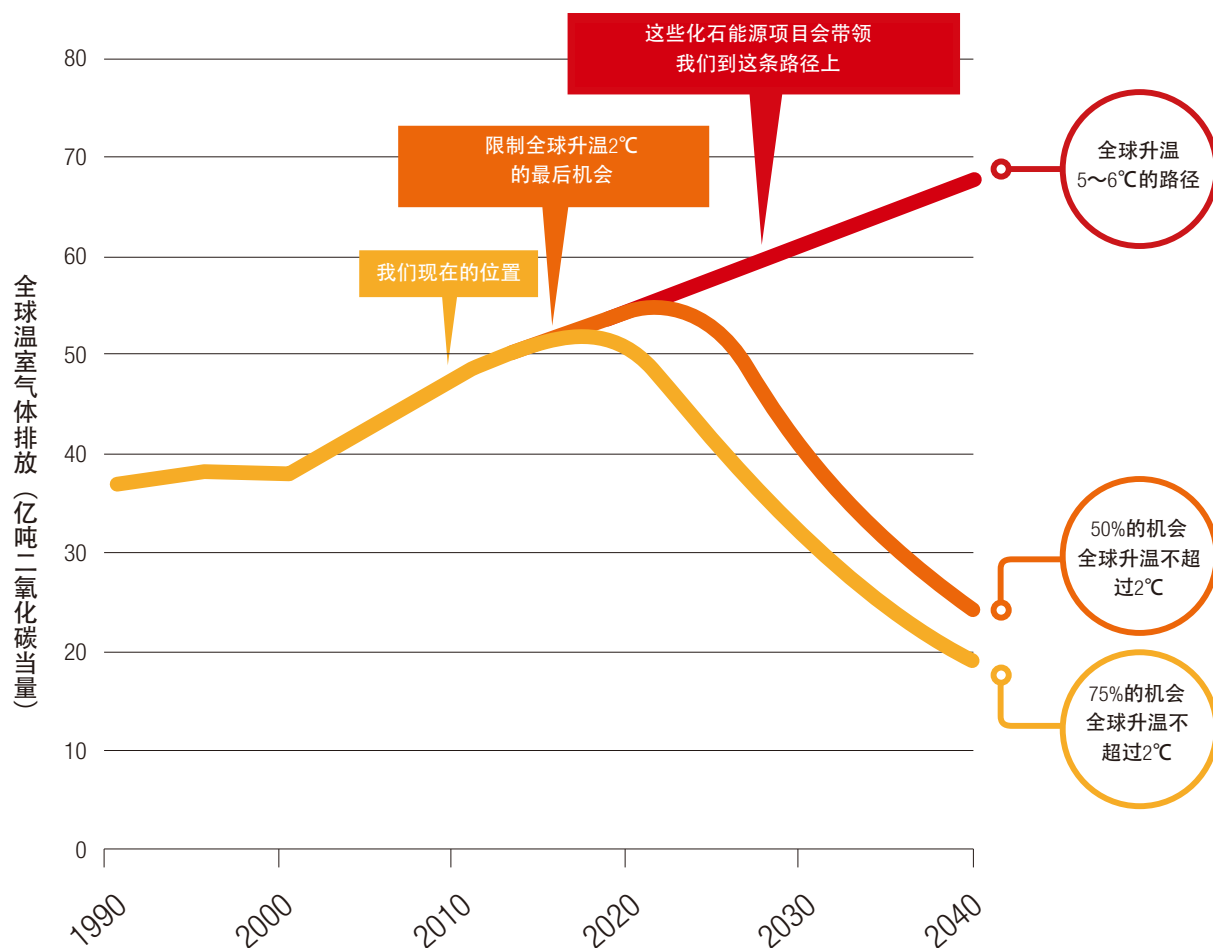


图3 跨过临界点：推动全球升温超过2°C的项目

《研究》表明，如果按照常规发展（Business As Usual），全球将在 2011 到 2050 年期间，累积排放量二氧化碳当量 2340Gt，其中包括本文所述 14 个项目。¹⁶ 这些排放将推动全球平均温度进入 5~6℃ 升温轨道，将直接导致气候灾难。¹⁷

《研究》结合“碳预算”分析指出，如果想保留 75% 的可能性控制全球平均温度上升不超过 2℃，则需要控制二氧化碳的累积排放量在 2010 至 2050 年内不得超过 1050Gt 二氧化碳当量；其间，全球排放量最迟不得晚于 2016 年达到峰值，然后开始下降。《化石能源影响》中的 14 个化石能源项目到 2050 年将累积排放 300Gt 二氧化碳当量。换句话说，如果各国政府能立即采取行动，停止这 14 个项目，将其替换为安全清洁的能源，则相当于保留了“碳预算”空间的 1/3。如果同时采取减排措施，则将实现 2℃ 控温目标的可能性保持在 75%。

现在全球温室气体排放已经失去控制。IEA 的数据显示，全球二氧化碳排放总量在 2010 年增长 5%（为至今有记录的最高绝对增长值），2011 年的增长率超过了 3%，这种速率业已超过 5~6℃ 升温情景下的二氧化碳排放增长率。¹⁸ IEA 提出，为了避免陷于不可挽回的全球变暖趋势，在未来的 5 年，如果没有及时进行有效国际合作以进行减排，化石能源项目必须停止增加。¹⁹

2011 年，IEA 发布的同期二氧化碳排放量最高记录 312 亿 t。IEA 推断：即便目前公布规划的减排措施和清洁能源目标均得到全面实施，“到 2035 年排放量将增加至 370 亿 t，其直接后果是全球平均温度的升温达 3.6℃。²⁰”。2012 年 11 月，IEA 和世界银行各自发布的报告中均指出全球正显然走向气候灾难。²¹

但目前的问题是，化石能源项目的投资建设工作，将使得全世界范围内形成对煤炭、石油和天然气的进一步严重依赖。IEA 估测，现存化石能源基础设施未来锁定排放量已达 590Gt 二氧化碳当量。为实现 2°C 目标，IEA 指出，如果没有及时进行有效国际合作以进行减排，2017 年之后新建的能源设备必须是零排放的。这不仅理论上成本极其昂贵，从政策上来说，也并不实际。²²

想要避免气候灾难的关键就在于应于十年内启动减排的工作。气候专家估算目前已累积于大气中的碳含量很有可能使平均气温再升高 0.8°C。鉴于各国政府机构开展的减排行动乏力，拯救气候面临的挑战就越来越大了。

《研究》认为实现 75% 可能性的途径是排放总量在 2015 年达到最高值，而在随后的时间内每年下降 5%，致使累积排放量下降至 1500Gt，其中包括

450Gt 二氧化碳当量的历史累积排放，以及《研究》估计的 1050Gt “碳预算”。

这 14 个化石能源项目所新增排放量中的最大一块是由煤炭的开采及消费造成的。煤电相较于其他常规能源发电来说向大气中排放了更多的二氧化碳。发电行业中煤电厂的碳排放占到了现有行业总排放量的 3/4。²³ 到 2020 年，化石能源项目预计将新开采煤炭 14 亿 t，此产量足够满足 550 个大型煤电厂的燃料需求。²⁴ 而二氧化碳排放在过去两年中以创纪录的速度增长的原因正是煤炭消费的提高。²⁵

这 14 个化石能源项目中的另一个重要部分是石油。目前全球每天要消耗 770 万桶石油，其中交通运输占到了 54%。²⁶ 而这 14 个项目预计将于 2020 年新增石油产量 13.6 万桶 / 天，其年二氧化碳排放量可达到 2.2 亿吨。²⁷ 此举相当于向道路上添加新汽车 5 亿辆。²⁸



《研究》分析中使用的方法学包括：

- 项目产量数据基于政府和企业公开信息。其中包括但不限于：巴西石油公司、巴西国有化石能源公司、伍德麦肯兹咨询公司、IEA 出版物、美国地质调查局和澳大利亚地球科学局。
- 估算这 14 个项目至 2050 年的预期产量。
- 计算 14 个项目年度排放量和 2012 至 2050 年总排放量时参考以下数据：二氧化碳排放系数参考 IPCC 报告，能量转换系数参考美国国家标准与技术研究院数据，IEA 和美国物理协会。
- 考虑化石能源生产环节（相对于消费环节）的二氧化碳排放量。在大多数项目中，生产环节的排放相当于消费环节排放的 15%，这种算法也同样适用于油砂田、常规天然气和页岩气的排放系数中。

《研究》考虑了以下内容：

- 所有加拿大亚伯塔省和委内瑞拉奥里诺科河地区的油砂田开采，因其非常规性均被视为新增项目。
- 所有来源于北极、巴西外海以及墨西哥湾的石油和天然气开采均被视为新增项目。
- 所有来自中国、澳大利亚、印度尼西亚和美国西北部的扩张性的煤炭开采均被视为新增项目。
- 因其在未来几十年内的快速增长，里海的石油和天然气开采亦被列为新增项目。
- 因其预期中的大幅增长，非洲的天然气和伊拉克的石油均被列为新增项目。



1.3 如果温度升高超过 2°C，世界会怎样

1.3.1 现阶段的气候变化已经带来的气候灾难

一方面，气候专家们已越来越紧密的将极端天气事件地同气候变化联系在一起²⁹，而另一方面，上述的煤炭、石油和天然气项目也正在向前推进。具有代表性的极端天气事件包括：2012 年的飓风桑迪³⁰、2011³¹ 和 2012³² 年发生在美国的干旱、2010 年俄罗斯的热浪和森林火灾³³、2003 年夺去成千上万条性命的欧洲热浪。³⁴ 这些全球正在遭受的灾难发生于全球平均温度仅仅上升了 0.8 °C 的情况下³⁵，很难想象全球气温升高 5~6°C 的情景将会怎样。

就目前气候变暖程度来说，已是到了一个悲剧频发的严重时期。收集到的新证据更表明了如果上升温度超过 2°C，其代价极其昂贵，对人类来说是致命的。

2012 年 10 月袭击美国东海岸的飓风桑迪就是气候变化的后果之一。桑迪途经的加勒比海和美国约有 200 人丧生，数百万人受其影响。³⁶ 就纽约一处就有 30 万房屋被毁，人们的工作因此中断，整个区域断电数日。仅纽约和新泽西因飓风桑迪造成的损失就达到 620 亿美元。³⁷

2012 年 11 月下旬至 2013 年 1 月，中国平均气温零下 3.8°C，较常年同期零下 2.5°C 偏低 1.3°C，为近 28 年最低。新疆北部多地遭受严寒风雪袭击，30 个县市不同程度发生雪灾和低温冷冻灾害。持续大雪天气共造成新疆 19.44 万人受灾，紧急转移安置和需要生活救助的有 1.97 万人，因灾伤病 896 人，因灾死亡大牲畜近万头（只）；辽东湾浮冰 10 海里；贵州省遭遇凝冻天气，全省共有 14 个县（市、区）出

现冻雨天气；湖南 77 个县市积雪，45 个县市出现电线覆冰。³⁸ 中国气象局国家气候中心高级工程师王启祯等不少气象专家认为，当前欧亚地区出现的极寒天气并不意味着全球气候变暖趋势发生变化。相反，全球变暖正是引起此次极寒天气的深层次原因。王启祯说，由于全球升温，特别是北极升温显著，北极海冰融化造成北极高度场升高，才导致近期北极冷空气向中高纬度地区扩散。³⁹

此外，科学家们都已认为近期的灾难性天气事件（例如：2003 年的欧洲热浪造成了 7 万人的死亡，2011 年美国德克萨斯州的干旱造成了 50 亿美元的损失⁴⁰）均为人为导致气候变化的恶果。⁴¹ 2012 年的美国干旱导致玉米产量的大幅下降，接连致使食物价格上涨。⁴² 如果全球平均温度持续攀升，极端天气事件亦将愈演愈烈。⁴³

目前的全球平均温度相较于前工业化时代只上升了 0.8°C，人道主义组织 DARA 发布的报告估算，每年因气候变化和化石能源依赖引发的空气污染、饥饿和疾病致死人数为 5 百万人。⁴⁴ 目前人类世界面临的还只是不到 1°C 的升温，就更不要提 2°C 或更高升温幅度时的情景。

目前世界上最贫穷的国家和地区在气候影响面前同时也是最脆弱的，他们面对的危险正在逐步加剧，如干旱、水资源匮乏、农作物歉收、贫穷和疾病。DARA 报告估算，目前的气候影响于 2010 年给全球造成了 800 亿美元的损失，其中包括了因气候产生的自然灾害、劳动生产率的下降、健康影响和农业等行

气候变化影响

不同程度全球变暖的影响



在前工业化情景下升温1.5°C



在前工业化情景下升温2°C

0.8度
目前的全球变暖程度



海平面上升~0.65米
(在2100年之前)



上亿人面临饮用水短缺



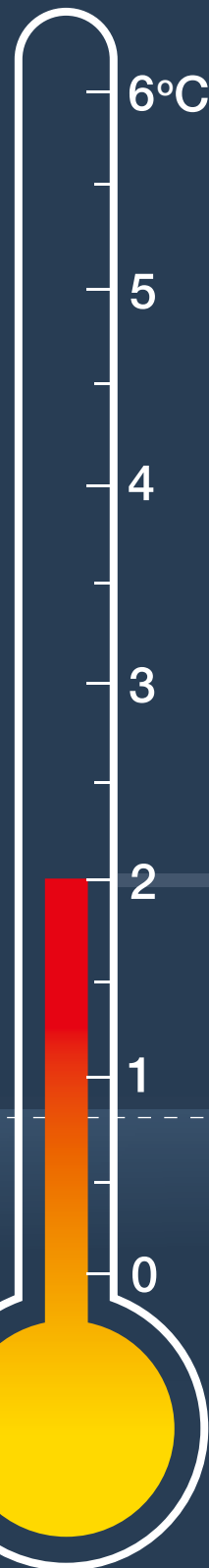
低纬度贫困地区谷物生产量下降



大量珊瑚死亡



生物种类变化，高灭绝风险



海平面上升~0.8米
(在2100年之前)



全球范围内农作物产量下降



海洋酸化导致珊瑚生长减缓
($>450 \text{ ppm CO}_2$)



大范围珊瑚脱色



印度洋珊瑚礁灭绝

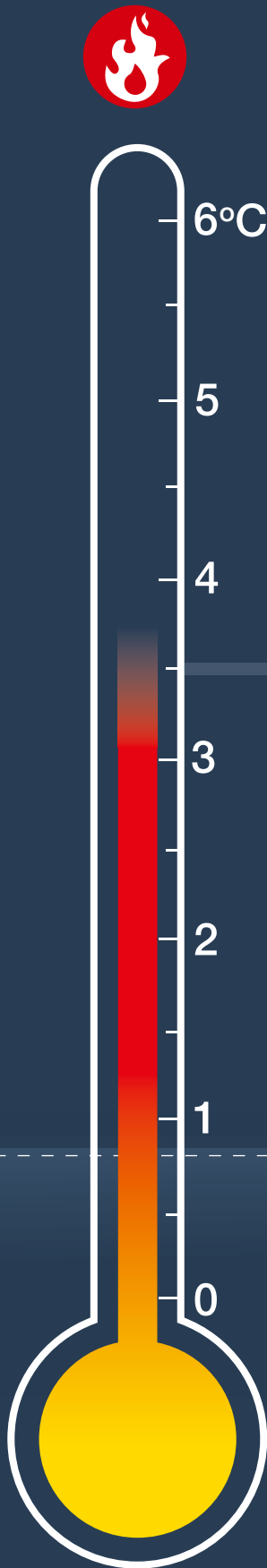


干旱以及亚马逊地区生物灭绝风险显著提高



地区性动植物存在灭绝风险

来源: Ecofys, Climate Analytics & Potsdam Institute for
Climate Impact Research 2011: *A snapshot of a warming world*.
<http://climateactiontracker.org/assets/CAT-Infographic-20111211.pdf>



在前工业化情境下升温3~4°C



海洋中的水合物和永久冻土中释放出二氧化碳和甲烷
(是1.5°C时的3倍)



大西洋洋流形势彻底变化存在50%可能性



非洲地区干旱和半干旱土地增加5~8%



海平面上升~1米 (在2100年前)



西南极冰层存在断裂风险 (导致~3米的长期海平面上升)



格陵兰地区存在60%的冰川最终消融的风险 (>550ppm二氧化碳浓度, 导致~5米的长期海平面上升)



非洲谷物产量下降



冰川消融导致在中亚和南美等干旱地区水资源减少



海洋酸化导致珊瑚礁腐蚀 (>550ppm二氧化碳浓度) 并在全球范围内消失



全球范围内的生物灭绝 (大约40%-70%的物种)



北方森林枯死



亚马逊森林枯死

图标

水



海平面上升



海洋风险



水资源短缺



珊瑚数量下降



海洋酸化

陆地



植物灭绝



农作物产量下降



北方森林枯死



亚马逊森林枯死



沙漠化

动物



物种灭绝

温度



温度上升

冰



冰川/冰层消融

碳



碳循环



业的损失。⁴⁵ 孟加拉国总理 Sheikh Hasina 说：“气温上升 1℃的结果是农业生产力下降 10%。这相当于损失 4 百万吨粮食，折成 25 亿美元，占 GDP2%。”⁴⁶

更频繁的极端天气事件引起的食物产量的下降将直接导致粮食价格的恶性上涨。⁴⁷ 2012 年美国中西部地区和俄罗斯的干旱使玉米和大豆的价格涨至历史新高。⁴⁸ 联合国的粮食部门敦促世界各国领导人迅速采取行动，以确保粮食价格的冲击不会演变成一场波及到数以百万计的人民群众灾难。⁴⁹ 这些部门表示，2007 到 2008 年的粮食价格上涨导致了非洲人口营养不良率上升了 8 个百分点。⁵⁰

1.3.2 如果全球升温 2℃的控制目标失败，地球将会面临的灾难

如果 2℃的控制目标失败，目前全球已遭受的影响将变得更加严重，一些新的影响也将随之浮现。1.8~2.8℃升温将导致海平面大幅度上升，这直接威胁海拔较低的岛屿的存在。如果温度上升值超过 3.5℃，意味着海平面将上升 2 米，直接威胁到诸多沿海村庄、乡镇和城市。如果比 19 世纪末升温达 3℃以上，大

部分珊瑚礁将白化并且发生大面积的死亡现象，全球 30% 的生物将有灭绝的风险。如果气候升温超过 4℃，那么 40% 的生物将面临灭绝的风险。⁵¹

气候升温超过 4℃可谓是灾难性的，各种预测中的临界点将在此时被打破。例如：亚马逊地区的变干将释放出更多的二氧化碳。⁵² 北极地区不断上升的气温将导致二氧化碳和甲烷从永冻土中释放，数量多于 10% 的剩余碳配额。⁵³ 超过 4℃这个临界点，气候变化很有可能演化成不可挽回的局面，而地球上的大部分区域也将变得不适宜居住。

如果全球温室气体排放跨过临界点，对人类社会的影响将是灾难性的。2012 年 9 月，由 20 个政府机构联合发布的新报告中对即将到来的灾难进行了深入的研究。此报告估算，气候变化每年夺走 500 万条生命，而到了 2030 年，这个总数可达到 1 亿。⁵⁴ 各国将不可避免的受到气候变化的影响。以中国为例，它面临着的巨大风险包括：食品产量受到影响，水资源危机和更频繁的极端天气现象，如干旱、暴雨、台风等。

气候变化走到临界点，应对气候变化的挑战迫在眉睫

《研究》在指出大型化石能源开发项目正将全球推向灾难性的排放轨道的同时，也提出了避免气候灾难的方法。

《研究》建议，如果各国展开减排工作，那还有75%的可能性将全球平均温度的上升控制在2°C以内。这有一定的难度，但也并不是不可能实现的。要实现这个目的，需要各国政府机构兑现其降低全球排放的

承诺，其需要采取的关键行动之一，便是避免本报告中提到的14个大型化石能源项目温室气体排放的发生。上述的75%可能性是建立在全球排放量于2015年达到峰值，其后每年下降5%的前提下的。⁵⁵实际上，升温超过2°C所导致的气候灾难能够被避免。现在全球已拥有替代这14个化石能源项目的科技和方法。

2.1 减少煤炭的使用

2005 年，可再生能源在全球新增电力供给中的占比还不到 5%，而到 2011 年，这一比例超过了 30%。⁵⁶ 如此快速的发展趋势应继续保持。

绿色和平研究的全球可再生能源发展情景——“能源革命”中提出了解决能源的供应问题的方案，在零排放和不破坏生态环境的前提下替代上述 14 个化石能源项目，该方案不但更快，也会更加经济⁵⁷。

“能源革命”指出，到 2020 年，全球可再生能源可提供的能源总量将相当于本报告中重点强调的 4 个煤炭项目产量总和的 2 倍。⁵⁸ 更高效的交通工具，清洁的能源，以及能源在发电、建筑和工业中更有效率的使用，通过这些方式所节约下来的石油相当于本报告期内 7 个石油项目的总产量。⁵⁹ “能源革命”同时也提出，至 2035 年，可再生能源在全球电力供应中的占比必须提高到 65%，能源效率也必须得到大幅提升，这样才能逐步削弱气候变化已造成的影响。

“能源革命”指出，现存的一些能源技术，包括太阳能、风能、海洋能和地热能，可以在全球范围内因地制宜地进行推广，从而逐步取代煤炭的电力供应。例如，西班牙通过利用其丰富的太阳能资源，成为太阳能热发电领域的领导者，而对于拥有丰富风能潜力海岸线的丹麦，投资海上风电自然成为首选。同样的，电力生产可以本地化，创造本地就业机会，而不需要依靠过时的、维护成本昂贵的国家基础设施。如果能够给可再生能源创造一个恰当地发展环境，并且取消例如化石能源补贴这样不公平措施，可再生能源具备潜力发展成为一个巨大的全球化就业市场。根据“能源革命”情景分析，到 2020 年，可再生能源可以为全球提供多达 800 万的就业机会，与之相比，煤炭行

业只能提供 280 万。⁶⁰

摆脱化石能源的一个关键是提高能效。提高能效可以降低产品中的能耗成本，为消费者降低产品中能源成本价格。如果能通过执行严格的技术标准来保证所有电力设备都尽可能的节约能源，至少可以在经合组织国家（OECD Countries）关闭 340 座煤电厂，为全球减少 20 亿 t 的二氧化碳排放。仅仅通过实施高效能照明一项，便可以关停 80 座煤电厂，减少 5 亿 t 的二氧化碳排放。⁶¹ 如果住宅和汽车等的使用能得到重新考虑并设计的更加高能效，更大的节能空间将能够得到释放。

比起保存传统的电力能源，向可再生能源发电的转变将为世界节省更多资金。“能源革命”中的参照情景显示，和没有燃料成本的“能源革命”情景进行对比，如果继续依赖化石能源供给，全球每年需要多花 1.3 万亿美元在煤炭、石油和天然气上，这相当于全球每一个人都需要支付 200 美元。整体而言，由于更高的能效和降低的燃料费用，花费在可再生能源发电上的钱会比化石能源发电要少。⁶²

令人瞩目的可再生能源技术推广已经在发生。现在全球电力生产增量的 30% 由可再生能源提供。⁶³ 根据“能源革命”，要避免由于失去应对时机而带来的灾难性后果，到 2035 年，可再生能源需要在电力生产中的比例上升到 65%，届时能源效率也应该得到极大的提高。显然，可再生能源能够扭转煤炭的发展趋势。不需要过度燃烧美国、中国、印尼和澳大利亚的煤炭储备，当今世界已经拥有替代方案，其所需要的相关技术已经得到应用。

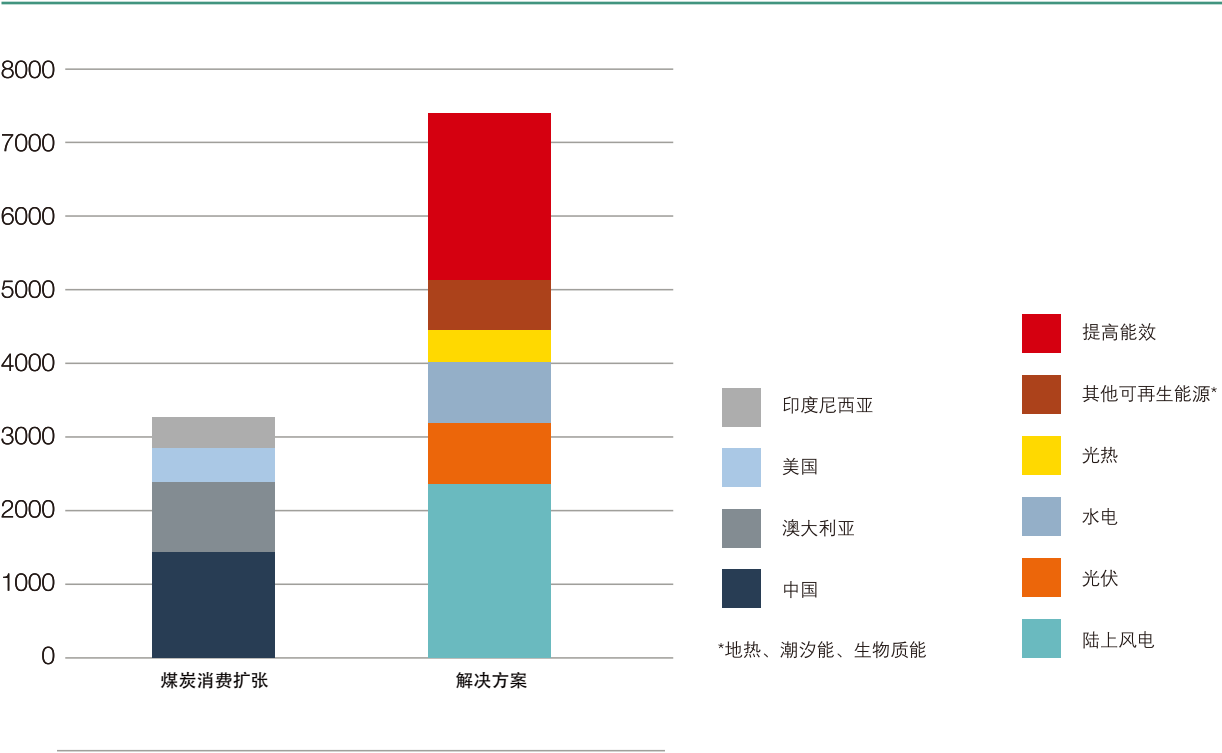


图 5 针对煤炭的解决方案（单位： 10^9 千瓦时 / 年 来源：绿色和平 2012 年《能源革命——可持续能源展望》）

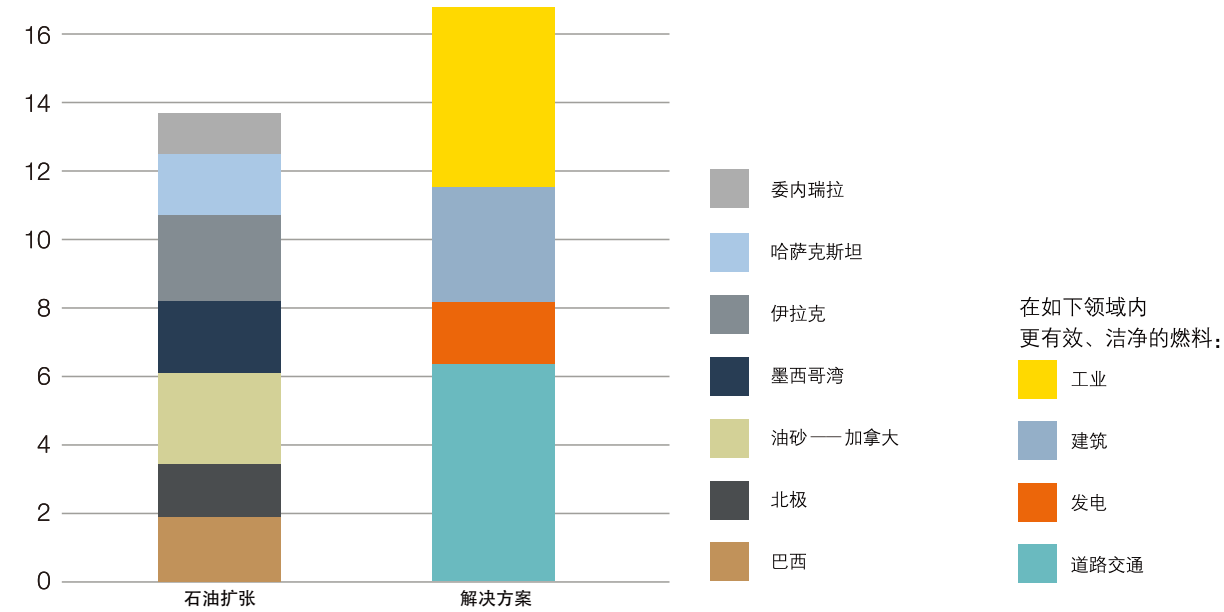


图 6 针对石油的解决方案（单位： 10^6 桶 / 天 来源：绿色和平 2012 年《能源革命——可持续能源展望》）

2.2 减少石油的使用

全球每日消耗的 7.7 千万桶石油中，54% 使用在了交通运输上⁶⁴，这包括了汽车、火车、飞机和船舶，其余的部分被使用在了建筑供热、工业过程和电力生产中。如果化石能源行业可以不受节制地钻取储存在巴西海域和北极圈的石油，或者予取予求地开采加拿大的油砂田，那么仅从这三个地方他们每日就可以生产出一千万桶的石油。这样的石油产量每年可以装满大约 4000 艘巨型油轮。⁶⁵

但是各国政府不需要为了满足全球的石油依赖而将气候推到悬崖边缘，或是将这些原始生态系统置于危险之中。只需要执行一些政策措施，例如提高燃油经济性标准，或者是转型使用电动汽车、可再生能源发电 / 供热等，全球的石油需求将大幅下降，下降量将比新建石油项目所能达到的产能总和还要多。

根据“能源革命”预测，如果能实行一系列组合措施，例如车辆采用更高能效技术、向电动车的大幅度切换，以及针对旅行者的二氧化碳减排激励措施，交通行业有可能到 2050 年相对 2007 年的排放水平减少排放 40%。⁶⁶ 绿色和平在“能源革命”情景中，同时提出了在其他交通行业中减少石油需求的对策。卡车和货船可通过改进负载达到空间最大化的方法来减少石油消耗。⁶⁷ 作为最高效运输方式的火车也可更

多地转换为电力列车。新的科技也同样可以大大帮助运输效率的提高。举例说明，2050 年的新飞行工具可以减少其 65% 的燃料使用。⁶⁸ 旅客运输需求的降低可以通过进一步的政策鼓励措施得以实现，例如：在家工作的激励措施，使用视频进行工作会议以及改善城市中的交通路径。

目前用于建筑温度控制和工业中的石油产品同样也可以用清洁燃料替代，例如：可再生能源电力、可持续的生物燃油、太阳能加热以及集中供热或冷气。智能科技和节能政策的实施可以降低能源需求，例如：应学习德国和欧洲的其他国家，成千上万新建筑只需要少量的能量进行供热和供冷；在澳大利亚和一些其他国家，一些翻新建筑物被要求使用可再生能源提供一定比例的供热和供冷活动。政府机构们应该推行热电联产 (combined heat and power, CHP)，顾名思义，利用生产和制造过程中产生的热量（通常被排空），将其回收，用为建筑物供热和周边热水供应。从政策上支持热电联产、低能耗住宅、清洁燃料以及可再生能源等，每天可节约的石油量约为 9 百万桶。若得落实，对于北极、巴西海岸线以及加拿大 Boreal 森林的环境破坏就变得完全没有必要。

能源革命

绿色和平的“能源革命”可以达到下列成果：



至2050年，每年投资1.2万亿美元用于新型
电厂建设将带来每年

1.3万亿美元

的燃料开支节省收益，从长远看，向可再
再生能源转型的投资具有可行性，因为与常
规能源不同，可再生能源的基础设施一旦
建立就**不用消耗任何燃料**，
因此节省了运营成本。



交通行业向小型化，智能化电动汽车以及
更高效的公共交通方式（如电力火车）转
型，以此来减少能源消耗。



**2030年
电力**

将提供
交通行业

能源需求的
12%

**2050年
达到44%**

2020年

可再生能源发电

占到 **37%**

2050年

可再生能源发电

占到 **94%**

届时可再生能源装机将达15100GW，主要来自于



地热



风能



太阳能光伏发电



更多工作岗位：

2020年将有2260万人从事能源行业的工作，而常规发展情景中的工作岗位为1780万人。



2.3 只有进一步推动“能源革命”，气候危机才能被避免

自 2007 年，绿色和平已向世界建构出了弃用化石能源科学的可持续途径发展前景，即推动能源结构转型：减少使用化石能源，推动可再生能源发展及提高能效。“能源革命”展示了政府机构和企业间如何在不破坏环境和人类社会的基础上，以更少的金钱实现能源供给量和灵活性的最大化。更多的就业机会，更公平、稳定的能源获取渠道以及更高的生活标准，这些不仅意味着对环境和气候的实质性好处，对经济和社会也是同样。

- 能源和交通行业的碳排放量于未来几年内达到峰值，并到 2050 年时降低 85%。⁶⁹
- 2020 年可再生能源发电占到 37%，于 2050 年达到 94%。届时可再生能源装机将达 15100GW，主要来自于地热、风能和太阳能光伏发电。⁷⁰
- 交通行业向小型化，智能化电动汽车以及更高效

的公共交通方式（如电力火车）转型，以此来减少能源消耗。2030 年电力将提供交通行业能源需求的 12%，2050 年达到 44%。⁷¹

- 至 2050 年，每年投资 1.2 万亿美元用于新型电厂建设将带来每年 1.3 万亿美元的燃料开支节省收益，从长远看，向可再生能源转型的投资具有可行性，因为与常规能源不同，可再生能源的基础设施一旦建立就不用消耗任何燃料，因此节省了运营成本。⁷²
- 更多工作岗位：2020 年将有 2260 万人从事能源行业的工作，而常规发展情景中的工作岗位为 1780 万人。⁷³

由各国政府机构、企业和社区推行的可再生能源项目在全世界范围内发展迅速，这表明曾是梦想中的清洁能源未来已开始向现实转变。只有进一步推动全球能源革命，才可以避免严重的气候危机。

结语

《研究》标志着绿色和平持续性、全球性努力的开端。绿色和平呼吁阻止本报告中的化石能源对全球气候所带来的威胁及其伴随的环境破坏，致力于以可持续能源等解决方案取而代之，从而保护地球生态环境。我们已得到公众以及许多社区以及其他 NGO 组织的支持，在一些地区开展相关的项目，并取得了成效，例如：呼吁停止连接加拿大油砂田和美国之间的石油管道项目⁷⁴，对中国煤电基地开发所造成的环境

影响进行分析，阻止壳牌在生态敏感的北极地区开采石油⁷⁵，等等。化石能源的使用能够决定全球应对气候变化挑战的成败。本报告中提及的 14 个新增大型化石能源项目目前正在起步中，我们还有时间做出改变。

绿色和平呼吁各国政府立即采取行动，避免全球气候变化跨过不可挽回的临界点。

#4

附录：中国西部省份煤电基地开发对气候变化影响的重要性

4.1 中国西部省份煤电基地开发概况

根据中国《“十二五”规划纲要》，将在“十二五”期间建设山西、鄂尔多斯盆地、内蒙古东部地区、西南地区 and 新疆五大国家综合能源基地，煤电是这些能源基地的主要内容。国家《能源发展“十二五”规划（征求意见稿）》与《煤炭工业发展“十二五”规划》中明确提出，“十二五”期间要重点建设 14 个大型煤炭基地，包括晋东、晋中、晋北、陕北、黄陇、宁东、神东、蒙东、新疆、冀中、鲁西、河南、两淮和云贵。并计划在此范围内进一步开发 16 个煤电基地，这些基地可开发火电装机总规模预计超过 6 亿 kW。上下游产业链包括煤炭开采产业、火力发电产业和煤化工

产业。以上煤电基地重点集中在中国西部地区，特别是新疆、内蒙古、陕西、甘肃和宁夏等省区（以下简称西北五省区）。这西北五省区的煤炭开采量计划在“十二五”末（2015 年）达到 22.58 亿吨，占“十二五”规划中全国开采量（39 亿 t）的 58%，较“十二五”规划首年（2011 年）增长 38%。在全球层面上，西北五省区煤电基地扩张预计将在 2015 年产生约 14 亿 t 新增 CO₂（对比“十二五”规划开局之年 2011 年），占本报告中涉及 14 个项目总排放量的 22%，超过俄罗斯一年的排放量。

表 2 中国西部五省区“十二五”首年和末年煤炭产量对比*（单位：亿 t）

	各省区 2011 年煤炭产量	各省区 2015 年煤炭产量
内蒙古	9.9	10
新疆	1.2	4.2
宁夏	0.78	1.2
甘肃	0.486	1.175
陕西	4.05	6
总计	16.42	22.58

* 数据来源：各省区“十二五”规划、网站资料等。

4.2 气候变化对中国的影响预测

由于中国地域辽阔，气候多样，不同区域的地理环境、气候特征、经济发展水平等差异显著，气候变化对各区域影响的重点也有所不同。气候变化对中国七大区域的影响程度不同，重点领域不同，越是生态环境脆弱的地区受影响越是显著。⁷⁶

4.2.1. 华北地区

华北地区近 50 年年均气温呈明显上升趋势，增温率为 0.22℃/10a，降水呈逐年代减少趋势，气候暖干化趋势明显，加剧了水资源紧张态势，引起浅层地下水位不断下降。气候变暖使得热量增加从而影响该地区的农业产量及布局。

4.2.2. 东北地区

东北地区近 50 年年平均气温上升速率为 0.3℃/10a，年降水量呈略减少趋势，减少速率为 15mm/10a，降水减少，蒸发增加引起东北西部特别是吉林省中西部地区干旱趋势加重，土地向沙漠化和盐渍化发展，而农作物由于积温增加、种植面积扩大，粮食生产由于受降水影响而波动增大。

4.2.3. 华东地区

华东地区 1961—2005 年平均气温上升速率为 0.21℃/10a，降水量没有明显的变化趋势。气候变暖常伴随热浪发生频率及强度的增加，导致心血管、脑血管及呼吸系统等疾病的发病率和病死率增加，夏季持续高温使用电量不断增长，上海夏季日最高温度每增加 1℃，日用电量增加 367kW，严重影响区域能源安全。进入 20 世纪 80 年代以来，华东地区洪涝灾害日趋加重，发生频率逐渐增多。

4.2.4. 华中地区

华中地区 1961—2005 年平均气温上升速率为 0.12℃/10a，年降水量变化趋势不明显，但降水量的空间分布变化明显。气候变化引起该地区洪涝灾害加剧，湿地面积不断减小。另外，气候变化还使得该

地区适宜于钉螺和血吸虫生长的时间在过去几十年中有不同程度的延长，血吸虫病爆发几率增大。

4.2.5. 华南地区

华南地区近 50 年平均气温的增温速率为 0.16℃/10a，而年平均降水没有明显增加或减少趋势。气候变化使得登陆华南热带气旋个数减少，强度增大，登陆时间偏早，移动路径复杂。南海海平面加速上升，近 30 年南海海平面平均上升速率为 2.6mm/a。气候变化特别是长期的人为破坏还引起华南地区红树林和珊瑚礁生态系统严重退化。气候变化伴随大规模城市化叠加作用，使得珠三角城市群灾害加剧，用水安全风险加大。

4.2.6. 西南地区

20 世纪后 40 年西南地区川西高原、云贵高原的增温趋势明显，与全球气候变暖一致，而四川盆地气温存在明显的下降趋势，降水表现为降雨日数的逐步减少。气候变化引起干旱、洪涝灾害频次增多，程度加重，山地灾害的发生呈现出点多、面广、规模大、成灾快、暴发频率高、延续时间长等特点，该地区山地灾害占全国同类灾害的 30%以上。气候变化还造成西南地区生物多样性减少、生态系统退化、岩溶石漠化呈现加剧的趋势。

4.2.7. 西北地区

西北地区年和各季平均增温率都比全国平均要高，近 50 年区域年平均气温变化幅度达 0.37℃/10a，降水量时空分布不均。气候变化对西北地区的水资源造成严重影响，约 82%的冰川处于退缩状态，自 20 世纪 60 年代到 21 世纪初的近 50 年冰川面积减少 4.5%，地下水资源总体呈减少趋势，一些地区土地沙漠化问题突出。气候变暖还影响西北地区农牧业发展，近 50 年的气候变暖虽然使绿洲灌溉区农作物的气候产量提高了大约 10%~20%，但使雨养旱作农业区作物气候产量减少了 10%~20%。

4.3 中国应对气候变化的道路：能源转型

4.3.1. 可再生能源潜力巨大

相较于较为贫乏的油气资源，以及开发受到诸多限制的煤炭资源，中国的可再生能源潜力巨大，前景广阔：规划建设中的 7 个千万千瓦级风电基地中有 4 个位于西北五省区，其风能潜在开发总量达 1760GW，可装机总量达 526GW，折合约 1.3 亿 t 标准煤；开发利用中国大约 120 万 km² 的戈壁和荒漠中（大部分位于西北五省区）5% 的太阳能即可安装超过 50 亿 kW(5000GW) 太阳能光伏发电系统，年发电量可达 6 万亿 KWh，相当于中国 2015 年预测的发电总量⁷⁷；加上有待进一步开发的生物质能，地热能等能源，在不远的未来，中国完全有能力逐步摆脱对煤炭的过度依赖。

4.3.2. 已经在起步

在过去的几年间，中国可再生能源发展迅猛，其中尤以风能开发为著。“十一五”期间，可再生能源总利用量从 2005 年的 1.66 亿 t 标准煤增加到 2010 年的 2.86 亿 t 标准煤，年均增长率为 11.5%。其中风电累计装机量达到 62364MW（截至 2011 年），位居世界第一。⁷⁸

根据中国政府的可再生能源发展“十二五”规划，到 2015 年，可再生能源的年利用量将达到 4.78 亿吨标准煤，在能源消费中的比重达到 9.5% 以上，其中到 2015 年可再生能源发电量争取达到总发电量的 20% 以上，按照目前的形势，中国有望届时超额完成该指标。

除了发展可再生能源保障能源供给外，中国也有巨大的能效提高空间。根据绿色和平“能源革命”情境分析，到 2050 年，通过提高能效，能够控制中国能源消耗增量（2009—2050 年）从 89% 降低到 9%，其收益主要来自于引入使用电力的公共交通工具，更高效的电动汽车，以及使用地热能取代现有传统供热方式等。⁷⁹

根据绿色和平“能源革命”情境，通过大力发展可再生能源及提高能效，到 2050 年，可再生能源将能满足中国约 82% 的能源消费⁸⁰，这意味着经过 20 至 40 年时间的努力，可再生能源将完全可以取代煤炭在中国能源结构中的主体地位，中国政府完全有能力摆脱化石能源依赖。中国能否走上这条绿色大道，避免被锁定在化石能源上，最近两个五年计划阶段是非常关键的。

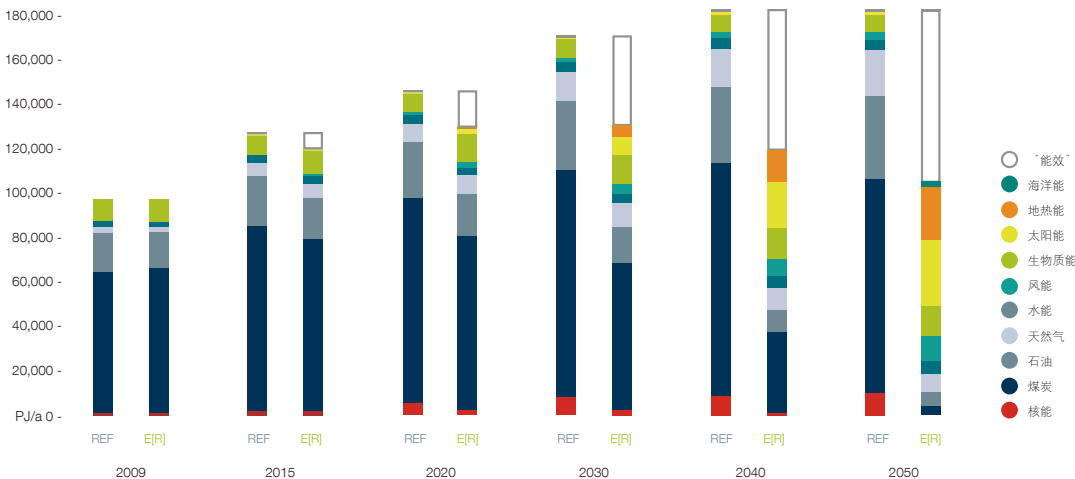


图 8 参照情景及“能源革命”情境下中国的一次能源消费

4.4 对中国西部省份煤电基地开发的建议

2009 年 11 月 25 日，中国国务院宣布了 2020 年单位 GDP 的 CO₂ 排放比 2005 年下降 40% 至 45%⁸¹ 的目标，以及随后发布 2015 年全国单位国内生产总值二氧化碳排放比 2010 年下降 17% 的行动路线。在中国国家发展和改革委员会（以下简称“发改委”）于 2012 年 3 月发布的《煤炭工业发展“十二五”规划》中，明确提出“降低煤炭消费增速，也是煤炭工业可持续发展的客观需要，2015 年消费总量宜控制在 39 亿 t 左右。”

从上述强制或者“宜控制”的目标中，中国展现出了强烈的希望成为气候领袖，做出低碳改变的意愿。然而，为了实现这些意愿所做出的实际行动依旧滞后。在《煤炭工业发展“十二五”规划》中，在总量 39 亿吨的控制目标下，“西部煤炭产量 20.9 亿 t，占全国的 53%”。这里的西部包括了内蒙古、陕西、新疆、宁夏、甘肃、贵州、云南、重庆和四川。而其中，仅内蒙古、陕西、新疆、宁夏、甘肃五省区的省级“十二五”规划煤炭产量就已经超过了 20.9 亿吨（见表 3），占全国总量 57.9%，较《煤炭工业发展“十二五”规划》中的比例提高 4.9%，增加约 1.68 亿 t。而在国家发改委关于印发《煤炭工业发展十二五规划 2012 年度实施方案》的通知中，西部其余四个省市贵州、云南、重庆和四川 2012 年预计总产量将达到 3.68 亿 t。在这种规划发展下，中央政府的“十二五”煤炭总量控制目标在地方层面没有得到有力执行，地方和中央对煤炭工业的不同规划和寄予将威胁中国“十二五”节能减排目标的达成。

在这 14 个项目中，中国在“十二五”规划中的煤电基地扩张所带来的影响最为显著。内蒙古、新疆、宁夏、甘肃、陕西这五个中国西北省区的煤炭开采量计划在“十二五”末（2015 年）达到 22.58 亿 t，占“十二五”规划中全国开采量（39 亿 t）的 58%，较“十二五”规划首年（2011 年）增长 38%。全球层面，

到 2015 年中国西北五省区煤电基地扩张预计将新增排放约 14 亿吨 CO₂（对比“十二五”规划开局之年 2011 年），约占本报告中涉及 14 个项目总排放量的 22%，几乎相当于俄罗斯 2010 年的总排放量。

为此，绿色和平呼吁中国政府履行其应对气候变化的承诺，加强应对措施的执行力度，尽快采取以下举措：

- 开展严格的煤电基地建设的温室气体排放总量预测及审查。
- 结合中国“十二五”期间节能减排目标，根据节能减排空间调整煤电基地发展规模及速度。
- 中国国家发展和改革委员会应该从减缓气候变化的角度，重新审视煤炭工业的发展和规划，确保《煤炭工业发展“十二五”规划》中煤炭总量目标在地方对应的规划中得到执行。
- 各省/市/自治区发改委及相关规划部门，重新审视该地区煤炭工业的发展和规划，确保和国家的总体目标保持一致，并确保这些规划在项目层次上得到执行。
- 积极以政策经济手段推动可再生能源及节能减排项目发展。

表 3 中国西部五省区“十二五”规划煤炭产量（单位：亿 t）

各省区“十二五”规划煤炭产量	
内蒙古	10
新疆	4.2
宁夏	1.2
甘肃	1.175
陕西	6
总计	22.58
占全国总量的百分比	57.9%

参考文献

- [1].DARA and the Climate Vulnerable Forum. 2012. Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet. 2nd Edition, DARA, Madrid, Spain, p. 24. <http://daraint.org/climate-vulnerability-monitor/climate-vulnerability-monitor-2012/>
- [2].United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2009. Copenhagen Climate Change Conference - December 2009. http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/meeting/6295.php
- [3].IEA 2012 op. cit. and IEA 24 May 2012: Global carbon-dioxide emissions increase by 1.0 Gt in 2011 to record high. Press release.; Olivier, J. G.J., Janssens-Maenhout, G., Peters, J. A.H.W. 2012. Trends in global CO₂ emissions. 2012 Report. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>; Olivier, J. G.J., Janssens-Maenhout, G., Peters, J. A.H.W., Wilson J. 2011. Long-term trend in global CO₂ emissions. 2011 report. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_d%20s/CO₂%20Mondiaal_%20webdef_19sept.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_d%20s/CO2%20Mondiaal_%20webdef_19sept.pdf)
- [4]. 关于本报告中关于这 14 个大型煤炭、石油和页岩气的能源项目所导致的影响的支持研究由 Ecofys 分析完成。Ecofys 是一家知名的气候政策分析和研究应对气候变化的可持续能源对策的咨询公司。
- [5].Meindertsma W. & Blok K. 2012. op. cit. p.12
- [6]. 所有产量及排放数据引自 Ecofys 报告：Meindertsma W. & Blok K. 2012. Effects of New Fossil Fuel Developments on the Possibilities of Meeting 2 °C Scenarios.Ecofys, Netherlands.
- 所有国家排放数据引自 IEA 2012 CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2012.
- [7].U.S. emissions from fossil fuel burning stood at 5.4 GtCO₂GtCO₂ in 2010. Meindertsma W. & Blok K. 20122013. Effects of New Fossil Fuel Developments on the Possibilities of Meeting 2 °C Scenarios. IEA 2012. CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2012.
- [8]. 由于可获得数据有限，不能预测全部项目至 2050 年的产量，因此部分项目在可以获得信息的年份之后假设产量与该年保持不变。
- [9].Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). 2012. op. cit.
- [10].Petrobras. 2012. Deep Future. °C tober 2012. <http://www.petrobras.com/en/magazine/post/deep-future.htm>
- [11].Barrett, P.M. & Millard, P. 2012. Chevron Brazil Spill Shows Drillers Still Trip in Crises. Bloomberg. 11th May 2012. <http://www.bloomberg.com/news/2012-05-10/chevron-brazil-spill-shows-drillers-still-trip-in-crises.html>
- [12].IEA 2012. 全球能源展望 2012.
- [13].Barrett, P.M. & Millard, P. 2012. Chevron Brazil Spill Shows Drillers Still Trip in Crises. Bloomberg. 11th May 2012. <http://www.bloomberg.com/news/2012-05-10/chevron-brazil-spill-shows-drillers-still-trip-in-crises.html>
- [14].Yang, A., Yiyun, C. & Pan. M. 2012. Global Coal Risk Assessment Working Paper. World Resources

- Institute, Washington D.C, United States. <http://www.wri.org/publication/global-coal-risk-assessment>
- [15].European Environment Agency. 2012. Why did greenhouse gas emissions increase in the EU in 2010? EEA Analysis In Brief. EEA, Copenhagen, Denmark, p. 5. <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2012/why-did-greenhouse-gas-emissions.pdf>
- Eurostat. 2011. Energy Production and Imports. $^{\circ}\text{C}$ tober 2012. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports
- [16]. 常规发展 (Business as usual) 情景参考 Potsdam 研究所的气候影响研究基准线情景 PRIMAP4. <http://sites.google.com/a/primap.org/www/the-primap-model/d%C3%9Cumentation/baselines/primap4>
- [17].International Energy Agency (IEA) 2012. World Energy Outlook 2012. IEA, Paris, France, p. 246.
- [18].IEA2012 (见前引) 和 IEA 2012 年 5 月 24 日发表的新闻稿中说道: 全球二氧化碳排放于 2011 年增长 10 亿吨至历史新高。2010 年全球二氧化碳排放量增长 13.3 亿吨, 打破了 2004 年 12.4 亿吨的纪录。1990 至 2011 年的平均增长率为 1.9%, IEA 在《全球能源展望 2011》的目前政策情景中, 预测 2009 至 2020 年的增长率可达 2.1%, 与其一致的情景趋势是长期升温为 5.3°C .
- [19].IEA 2011. 全球能源展望 2011.
- [20].IEA. 2012. World Energy Outlook 2012. Factsheet. <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/factsheets.pdf>
- [21].IEA 2012. World Energy Outlook 2012; World Bank 2012: Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided.
- [22].International Energy Agency (IEA). 2011.World Energy Outlook 2011.IEA, Paris, France, p. 205.
- [23].IEA. 2011a. op. cit. p. 232.
- [24]. 根据本研究计算, 6.2 亿吨来自中国, 4.1 亿吨来自澳大利亚, 2.0 亿吨来自美国, 1.8 亿吨来自印度尼西亚。与之比较的大型煤电厂的燃料需求如下: 1GW 的装机, 43% 的热效率 (低位发热值), 年运行小时数 7000 小时。
- [25].BP. 2012. Statistical review of world energy, 2012. June 2012. <http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>
- [26].IEA 2012. World Energy Outlook.
- [27]. 根据 Ecogys 的计算, 2.0 mbd 来自巴西, 1.5mbd 来自北极, 2.7mbd 来自加拿大, 2.1mbd 来自墨西哥湾, 2.5mbd 来自伊拉克, 1.7mbd 来自哈萨克斯坦, 以及 1.2mbd 来自委内瑞拉。
- [28]. 假设耗油量为 6L/100km, 每辆车行驶里程为 30,000km/year。
- [29].Hansen, J. 2012. Climate change is here — and worse than we thought. The Washington Post, 4th August 2012. http://www.washingtonpost.com/opinions/climate-change-is-here--and-worse-than-we-thought/2012/08/03/6ae604c2-dd90-11e1-8e43-4a3c4375504a_story.html

-
- [30].The New York Times. 2012. Hurricanes and Tropical Storms (Hurricane Sandy)http://topics.nytimes.com/top/reference/timestopics/subjects/h/hurricanes_and_tropical_storms/index.html?inline=nyt-classifier
- [31].Severson, K., Johnson, K. 2011. Drought spreads pain from Florida to Arizona. The New York Times, 11th July 2011, <http://www.nytimes.com/2011/07/12/us/12drought.html?pagewanted=all&r=0>
- [32].The New York Times. 2012. Drought (U.S. Drought of 2012) <http://topics.nytimes.com/top/news/science/topics/drought/index.html>
- [33].Gilbert, N. 2010. Russia counts environmental cost of wildfires. Nature. 12th August 2010. <http://www.nature.com/news/2010/100812/full/news.2010.404.html>; Rozhnov, K. 2010. Russia counts the cost of drought and wildfires. BBC, 25th August 2010. <http://www.bbc.co.uk/news/business-11084236>
- [34].Robine, J.-M.,Siu Lan K. C., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J.P., Herrmann, F. R., 2008. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies* 331 (2): 171–178. doi:10.1016/j.crv.2007.12.001.
- [35].NASA Earth Observatory. 2010. Global Temperatures 1880-2009. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/decadaltemp.php>
- [36].Reuters 16 Nov 2012. Factbox: Storm Sandy blamed for at least 132 deaths in U.S., Canada.<http://www.reuters.com/article/2012/11/16/us-storm-sandy-deaths-idUSBRE8AF0ZX20121116>; Associated Press 31 Oct 2012. Haiti storm death toll to 54; up to 71 for region.
- [37].Reuters 26 Nov 2012. New York, New Jersey put \$71 billion price tag on Sandy.
- [38].<http://env.people.com.cn/n/2013/0108/c1010-20127053.html>
- [39].http://news.xinhuanet.com/society/2012-02/07/c_111496736.htm
- [40].Robine, J.-M.,Siu Lan K. C., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J.P., Herrmann, F. R., 2008. op. cit.
- [41].Hansen, J. 2012. op. cit.
- [42].Lowrey, A., Nixon, R. 2012. Severe Drought Seen as Driving Cost of Food Up, The New York Times, 25th July 2012. <http://www.nytimes.com/2012/07/26/business/food-prices-to-rise-in-wake-of-severe-drought.html?hp&r=0>.Ruitenbergh, R. 2012. Europe Heat Wave Wilting Corn Adds to U.S. Drought, Bloomberg, 24th July 2012.<http://www.bloomberg.com/news/2012-07-23/europe-heat-wave-wilting-corn-adds-to-u-s-drought-commodities.html>
- [43].Hansen, J. 2012. op. cit.
- [44].DARA and the Climate Vulnerable Forum. 2012.op. cit.
- [45].DARA and the Climate Vulnerable Forum. 2012.op. cit.
- [46].Chestney, N. 2012. 100 mln will die by 2030 if world fails to act on climate report. Reuters, 27th September, 2012. <http://www.reuters.com/article/2012/09/25/climate-inaction-idINDEE88O0HH20120925>

-
- [47].Willenb°C kel, D. 2012. Extreme Weather Events and Crop Price Spikes in a Changing Climate, Oxfam, Oxford, United Kingdom. September 2012. www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/20120905-rr-extreme-weather-events-crop-price-spikes-en.pdf
- [48].Sydney Morning Herald. 2012.Climate change to hit poor through food price hikes: Oxfam. Sydney Morning Herald. 5th September, 2012. <http://www.smh.com.au/environment/climate-change-to-hit-poor-through-food-price-hikes-oxfam-20120905-25egb.html#ixzz27w4bczb7>
- [49].United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO). 2012. Joint statement from FAO, IFAD and WFP on international food prices: UN Agencies appeal for swift, coordinated action. September 2012. <http://www.fao.org/news/story/en/item/155472/icode/>
- [50].Compton, J., Wiggins, S. & Keats, S. (2010) Impact of the global food crisis on the poor: what is the evidence? Overseas Development Institute, London, United Kingdom. <http://www.odi.org.uk/resources/doc/s/6371.pdf>
- [51].Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [52].IPCC. 2007. op. cit.
- [53].UNEP 2012. Policy Implications of Warming Permafrost. Nairobi, Kenya. <http://www.unep.org/pdf/permafrost.pdf>
- [54].DARA and the Climate Vulnerable Forum. 2012. Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet. 2nd Edition, DARA, Madrid, Spain, p. 24. <http://daraint.org/climate-vulnerability-monitor/climate-vulnerability-monitor-2012/>
- [55].Meindertsma W. & Blok K. 2012. op. cit. p.20
- [56].McCrone, A., Usher, E., Sonntag-O'Brien, V., Moslener, U., & Gruening, C. et al. 2012. Global Trends in Renewable Energy Investment 2012. United Nations Environment Programme: Frankfurt School Collaborating Centre for Climate and Sustainable Energy Finance, Frankfurt, Germany. September 2012. <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsreport2012final.pdf>
- [57].Teske, S. 2012a. Energy Revolution: A Sustainable World Energy Outlook. Greenpeace International, Amsterdam, The Netherlands. September 2012. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/Energy-Revolution-2012/>
- [58].The coal produced from the dirty energy projects in 2020 would suffice to generate 3,500 TWh of electricity if fired in power plants with 43% thermal efficiency (LHV basis). The projected additions of renewable energy generation by 2020 in the Energy [R]evolution amount to 5,100 TWh/year, and increased use of energy-saving technologies results in an additional 2,300 TWh/year reduction in electricity consumption, net of measures that substitute electricity for fossil fuels in transport, industry and buildings. Teske, S. 2012a. op.

-
- cit. p. 295.
- [60]. Teske, S. 2012a. op. cit.
- [61]. Teske, S. 2010 年 . Energy Revolution: A Sustainable World Energy Outlook. Greenpeace International, Amsterdam, The Netherlands.
- [62]. Teske, S. 2012a. op. cit.
- [63]. Mcrone, A., Usher, E., Sonntag-O'Brien, V., Moslener, U., & Gruening, C. et al. 2012. Global Trends in Renewable Energy Investment 2012. United Nations Environment Programme: Frankfurt School Collaborating Centre for Climate and Sustainable Energy Finance, Frankfurt, Germany. September 2012. <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsreport2012final.pdf>
- [64]. IEA 2012. World Energy Outlook 2012.
- [65]. 120,000 DWT
- [66]. Teske, S. 2012a. op. cit.
- [67]. Teske, S. 2010a. Energy Revolution: A Sustainable World Energy Outlook. Greenpeace International, Amsterdam, The Netherlands.
- [68]. Teske, S. 2010a. op. cit.
- [69]. Teske, S. 2012a. op. cit., p. 85.
- [70]. Teske, S. 2012a. op. cit. p. 17.
- [71]. Teske, S. 2012a. op. cit. p. 18.
- [72]. Teske, S. 2012b. The Energy Revolution will pay off in savings and jobs. Greenpeace International. September 2012. <http://www.greenpeace.org/international/en/news/Blogs/makingwaves/the-energy-revolution-will-pay-off-in-savings/blog/40772/>
- [73]. Teske, S. 2012b. op. cit.
- [74]. <http://www.tarsandsaction.org/>
- [75]. <http://www.savethearctic.org/>
- [76]. 第二次气候变化国家评估报告 . 《第二次气候变化国家评估报告》编委会编著 . 北京 ; 科学出版社, 2011. vii – vii.
- [77]. 李俊峰, 王斯成 . 2011. 中国光伏发展报告 2011, 北京 , 中国 , p. 7.
- [78]. 李俊峰 . 2012. 中国风电发展报告 2012, 北京 , 中国 , p. 23.
- [79]. Teske, S. 2012a. op. cit., p. 168..
- [80]. Teske, S. 2012a. op. cit., p. 176..
- [81]. <http://www.chinanews.com/cj/cj-hbht/news/2009/11-26/1986490.shtml>



GREENPEACE 绿色和平

地址：北京市东城区新中街 68 号聚龙花园 7 号楼聚龙商务楼 3 层

邮编：100027

电话：+86 10 6554 6931

传真：+86 10 6554 6932

www.greenpeace.cn