

# 2050 世界的繁荣生活： 由全球计算器为您解读



## 目 录

概 述	3
主要结论	4
生活方式	4
技术和燃料	6
土地	8
成本	10
为什么将目标定在 2°C?	13
神话揭秘	13
使用更为清洁的化石燃料	13
用尽化石燃料	14
吸收大气中的碳	14

---

控制人口增长	14
<b>更多信息</b>	<b>14</b>
<b>这些信息是如何生成的?</b>	<b>14</b>
<b>附录：4种可能实现2°C情景的路径</b>	<b>15</b>
1. 分散式改善	16
2. 消费者意愿不强	16
3. 森林保护不力	17
4. 消费者意愿强烈	17

---

## 概述

2050 年世界人口将从今天的 70 亿增加到 100 亿，而世界经济的规模将是现在的三倍<sup>1</sup>。但是为了达到全球平均温度在 2050 年仅仅升高 2°C 的要求，我们需要将温室气体的排放量减少到今天的一半。是否确有可能实现人们能保持较高生活水准的同时，达到我们的这一气候目标？

为了回答这个问题，来自全球十大顶尖组织的国际专家共同构建了世界 2050 能源、土地、粮食和气候系统模型。这个叫做“全球计算器”的模型模拟了什么样的生活方式能够适应 2050 年世界人口、能源、材料、和土地的情况，甚至从人均出行距离到热量（卡路里）消耗和饮食都有涉及。政府间气候变化专门委员会（IPPC）的最新研究也引用了这个模型，阐述了不同路径的气候影响。而该模型已被来自全世界一百多个组织的专家充分论证。现在，其充分公开的方法论和情景假设可供您尽情使用。（见 [www.globalcalculator.org](http://www.globalcalculator.org)）

全球计算器工具显示，可达到 2°C 情景的路径有很多。研究人员设计了四种可能实现 2°C 情景的路径，这四种路径均可以保证人们能够实现良好的生活方式，但敏感性分析仅仅针对的是技术、燃料和土地利用三类不确定因素。根据这四种相对可行的路径可得出如下结论：

- 毫无疑问，能够实现让世界上超过一百亿的人口在吃的好、走的远、居住环境更舒适的同时实现持续减排，有 50% 的几率能够实现气温仅升高 2°C 的目标。
- 但是与此同时，我们不得不改变我们使用的能源和技术。比如说，到 2050 年全球单位发电量二氧化碳排放最少要下降 90%。另外，到 2050 年，全世界家庭供暖使用电力或者零碳资源的比例要从现在的 5% 上升到 25%-50%。
- 同时，我们还要更科学有效地利用有限的土地资源。尤其是森林，作为最有价值的碳汇集手段，我们应该保护并扩大森林面积，在 2050 年之前将森林面积增加 5% 到 15%。

全球计算器由于没有分地区，所以不能显示哪些国家的技术应该被陆续推广应用或者谁应该为他们买单。并且它只能模拟全球每人的平均消耗量<sup>2</sup>，而不是针对具体某个国家。计算器工具显示，尽管 2050 年随着生活水平的提升，全球平均饮食量、交通工具的使用量和住房申请数会提高几个等级，但它并没有详细说明在一个国家里消耗量是具体如何分布的（比如说，最富有的国家是否该减少消耗）。这些问题超越了全球计算器的讨论范畴，上升到了政治性的高度。

然而全球计算器确切证明了在 2050 年我们可以在达到经济发展目标的同时兼顾气候改善。地球有充足的能源、土地和粮食资源支撑人类很好的生活。而现在，能够既保证经济发展，同时又兼顾环境改善目标的技术、燃料和土地利用方法已经问世。

但是，为了达到向低碳的转变，非常迫切地需要所有部门做出巨大努力。我们需要一步一步转变，要在电力、建筑、交通和制造业部门广泛使用清洁技术，并在土地管理方面要有显著地改善。而 2050 年并不意味着结束，为了达到 2100 年世界净温室气体零排放和气温上升控制在 2°C 以内的目标，我们必须将技术和土地管理改革贯穿在这个世纪剩下的时间里。

为了确保这些改变能够实现，有无商界、社会团体和政客的鼎力支持将决定是否能够在 2015 年 12 月的谈判中通过致力于采取紧急行动削减温室气体排放的全球性决议——联合国气候变化框架公约（UNFCCC）。

## 主要结论

### 生活方式

世界计算器发现我们可以在达到 2°C 目标的同时让更多的家庭用上电（目前是 84%，2050 年将达到 94%）<sup>3</sup>。我们居住的环境会更加舒适、室温适宜（如，在 2050 年城市冬季的平均室温将要从现在的 16°C 上升到 19°C；夏季的平均室温会从 27°C 下降到 24°C）。同时我们可以拥有更多的电器设备（如，从现在城市每户拥有 0.8 台洗衣机增加到 2050 年每户 1 台）。

未来我们可以出行更远的距离：到 2050 年平均每人的出行公里数从现在的 8300 公里增长到 12400 公里。这些里程中还包括每人乘坐飞机的 400 公里（相当于从伦敦飞往阿姆斯特丹）。人均出行里程中，开车出行的里程数占比到 2050 年有略微增长，从现在的 37% 增长到 40%-50%。

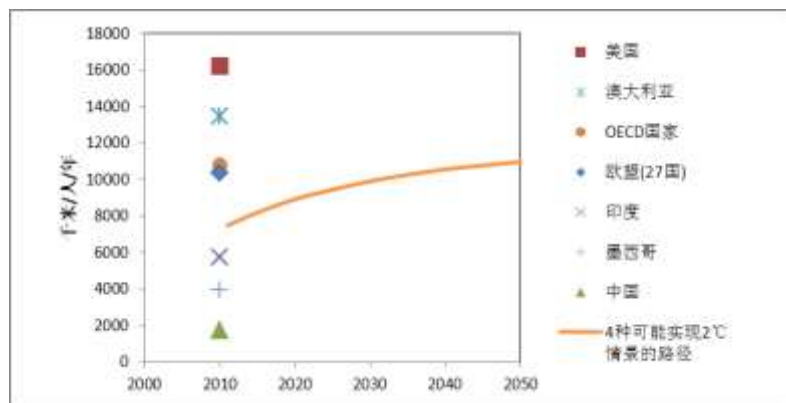
我们未来也有足够的土地确保每个人都有充足的粮食：到 2050 年，人均卡路里摄入量从现在的 2180 千卡增长到 2330 千卡（该水平超过了世界卫生组织推荐的能使人类保证健康且有活力的最低热量摄入水平——人均卡路里日摄入量 2100 千卡）。

### 什么是良好生活方式？

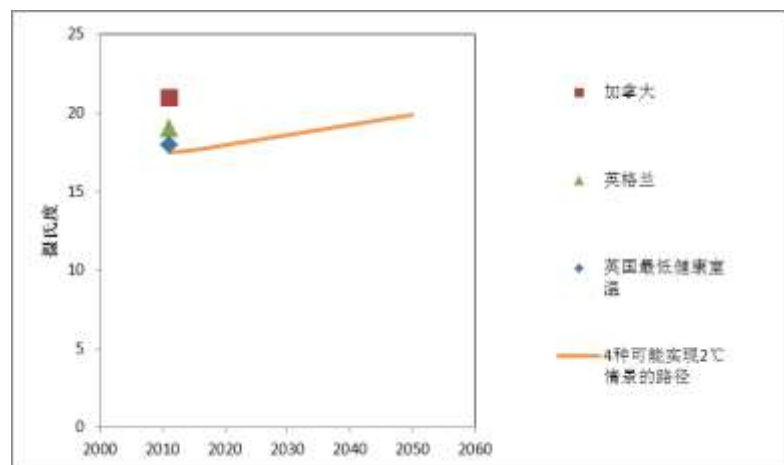
本报告中设置的四种可能实现 2°C 情景的路径中，有关生活方式的相关参数设定与趋势照常<sup>4</sup>情景下的设定几乎相同，即生活水平随经济发展而不断提高。通过将这些参数与历史数据和其他国家数据的横纵对比，可以发现全球消费水平的变化规律接近于现今一些诸如欧洲发达国家的水平。由于全球计算器仅仅着眼于世界平均值，这可能意味着到 2050 年人们生活水平的差异正在慢慢缩小，有更多的人生活水准接近世界平均生活水平；也可能意味着国与国之间仍像现今这样存在着明显的差异（如某些地区

食品被过度消耗)。

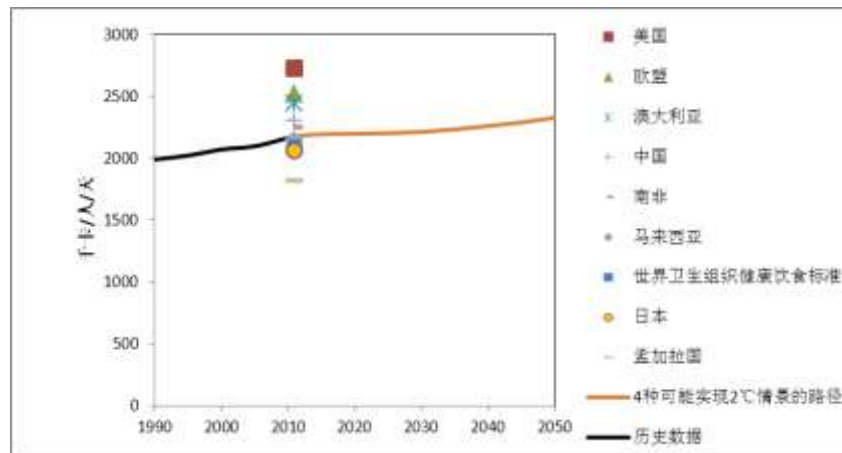
在我们的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中, 从 2011 年到 2050 年之间城市和农村年人均国内出行里程将会从 7500 公里增长到 11000 公里。<sup>5,6,7</sup>



在我们 4 种可能实现 2°C 情景的路径中, 从 2011 年到 2050 年城市家庭平均室温将从 17.5°C 提高到 19.9°C。<sup>8,9,10</sup>



在我们的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中, 从 2011 年到 2050 年之间全球平均卡路里摄入量将从 2180 千卡/人/天增长到 2330 千卡/人/天。



## 技术和燃料

全球人口的增长和人均消费的增加将导致全球能源需求的大幅增加。趋势照常情景下（生活标准与上同），能源需求量从现在到 2050 年将增加约 70%。然而，在本报告开篇提出的全球气温增长 2℃的几个路径中，保持与现在同样的生活标准，全球能源需求量到 2050 年最多只增加 25%。

能源需求限制目标的达到主要是由于能源效率的重要作用。我们的建筑隔热性能需比现在提高 50-65%，我们使用的家电的能效应该比现在更高（例如，未来我们的冰箱应该比现在能效提升 40%）。我们汽车的燃油效率应该提升 50%。到 2050 年，汽车、洗衣机等产品的制造商通过智能设计<sup>11</sup>生产工艺，可减少多达 25%的生产环节能耗。原材料的制造商也应该节约能源：例如通过提高能源效率和燃料更换<sup>12</sup>，到 2050 年，化工制品可减少约 10%的能源消耗。

技术的改变还有一个重要的方面。举例来说，全球家庭供暖能耗中 25-50%可以转变为来自电力或零碳源如热泵和太阳能供热。同时，在 2050 年，多达 35%的汽车可以使用电力或氢作为动力来源。

化石燃料替代也起着决定性作用。化石燃料的消费目前占到一次能源消费的 82%，这个数字必须在 2050 年下降到 40%。特别是煤的需求量，到 2050 年需从目前的 54.6 亿吨标准煤下降到 15.4-20.5 亿吨标准煤。这意味着在 2050 年之前，我们需要保有目前石油储量的约 35 - 50%、天然气储量的 50%、以及煤炭储量的 80-85%不再开采。

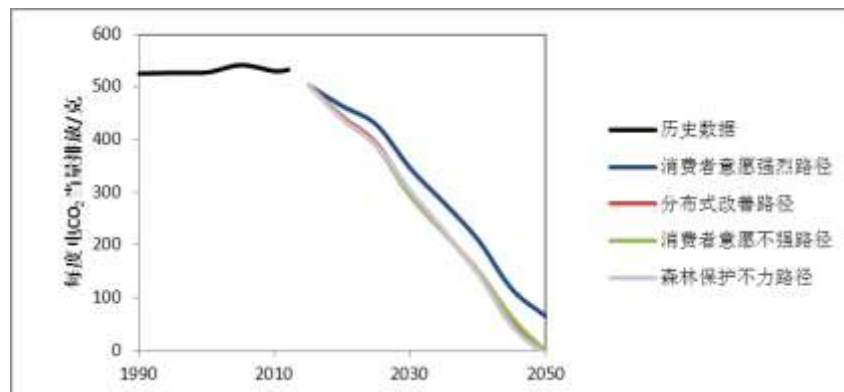
通过技术升级来改变现状，就要求全球的电力供应量从 2011 年到 2050 年实现翻倍。这就需要通过基本无碳化的电力生产来实现，也就意味着到 2050 年全球每单位发电量排放的

CO<sub>2</sub> 总量要至少下降 90%。发电的最大技术来源将是太阳能、风能、水能、核能发电，以及碳捕集与碳封存技术，而且我们至少要选择其中两种能源技术进行非常激进的发展。然而我们仍将需要一部分化石燃料来进行发电（为了平滑负荷），但是由此产生的排放一定要被全部清理。为产生直接的减排效果，我们需要禁止未减排的燃煤火电厂，并且到 2050 年前，为装机容量在 500 到 1500 兆瓦的化石燃料发电机组安装碳捕集与封存设备（相当于大约 700 到 2100 个发电厂）。

### 清洁化我们的技术和燃料将面临多大的挑战？

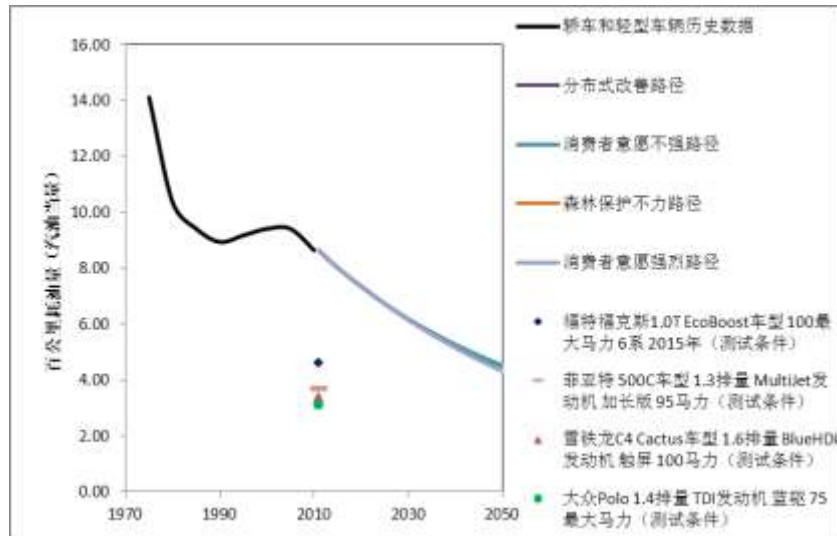
为了更好地理解清洁化我们的技术和燃料所面临的巨大挑战，我们通过比较需要做改变的历史数据来阐释说明。以下是一些关键的指标。

在我们的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中，全球发电环节的平均碳排放强度在 2050 年需要降到近零排放标准。<sup>13</sup>

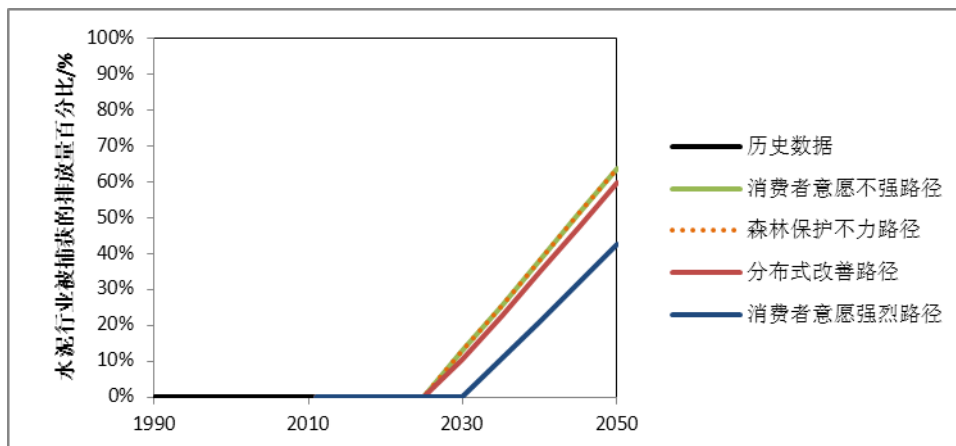


在我们的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中，从 2011 年到 2050 年之间全球载客车平均燃料消费量将从 8.6 升（汽油当量）/100 公里下降到 4.3-4.5 升（汽油当量）/100 公里。<sup>14</sup>





在我们的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中，水泥工业 CO<sub>2</sub> 排放捕集率在 2011 年为 0%，到 2050 年需要达到 64%。



## 土地

重整我们的能源系统或许能够解决问题，但并非万全之策。过去十年中，近两亿公顷森林遭到砍伐，部分原因是出于扩大农业用地的需求。到 2050 年，随着人口与财富的增长，食品总需求预计将上升约 45%<sup>15</sup>，这意味着砍伐森林的趋势仍有可能上升。但出于气候变暖的考虑，到 2050 年，森林面积应扩大 5%-15%，因为森林具有碳汇集的作用（森林能吸收



大气中的二氧化碳，并将其固定为树木和土壤中的炭）。为了达到这个目标，我们必须提高耕地的产出率。

我们需要特别注意牲畜类的管理与牲畜类制品的生产。例如，我们希望 2050 年，来自养殖场的牛肉比重占 3%-15%（现在的比重为 6%），2050 年每公顷（一万平方米）牧场养殖的奶牛平均数量从今天的 0.6 增加到 1。2050 年的作物产量也应比 2011 年的水平高 40% 至 60%。如果能开发出土地资源的多种用途（例如同时种植两种或多种农作物），就能最多减少 10% 的耕地面积，以此来进一步提高生产率。

另外，还可以通过减少牛肉消费，转而增加禽类、猪肉、蔬菜和谷物类消费，有效减少生产食物所需的土地。举例来说，一块足球场大小的土地，可以产出 250 千克牛肉，或 1000 千克家禽（均以谷物和厨余饲养），或 15000 千克蔬菜与水果。

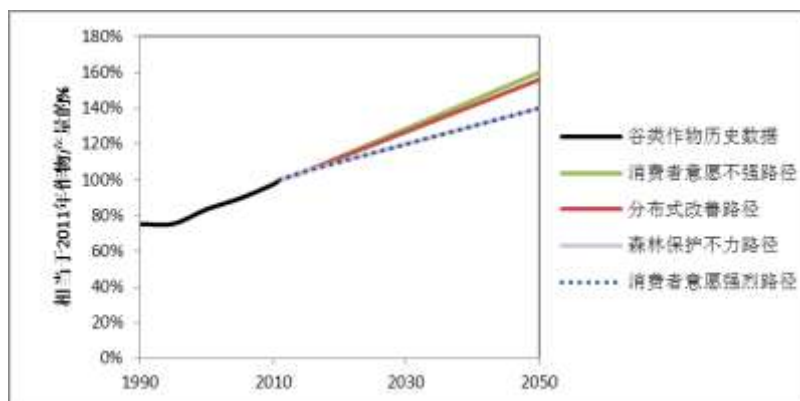
减少肉类在全球平均饮食中的份额对气候和个人健康都有好处。2050 年，如果每个人都能遵循世界卫生组织提出的健康饮食标准（人均每日摄入 2100 千卡，其中 160 千卡为肉类），森林就能得到保留，更多土地能被用来发展生物质能，可以减少 15 亿吨二氧化碳排放<sup>16</sup>，相当于 2011 年全球二氧化碳排放量的三分之一。

但就土地利用而言，存在种植粮食还是发展生物质能的潜在冲突。这一冲突是不可避免的：合理有效地利用土地资源能够保证森林得以保护甚至是扩张，同时能保证生产出充足的粮食，以及到 2050 年将生物质能用地从今天的 9800 万公顷发展到 3.5 亿公顷。到 2050 年，预计生物质能将占一次能源的 15-20%。

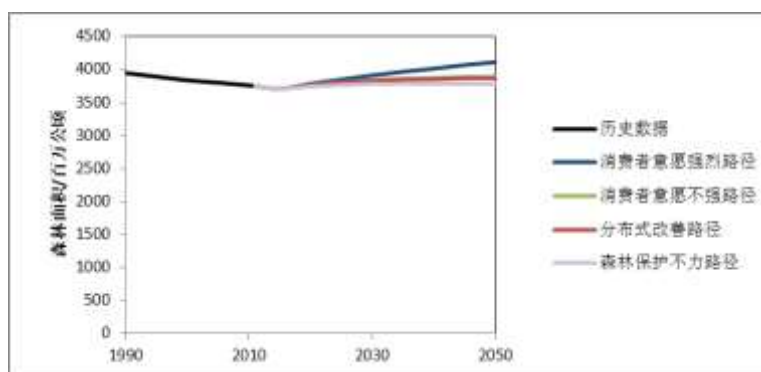
### 这些改变土地利用的计划有多宏大？

为了更直观地展示土地利用变化计划之宏大，我们来看一看这一领域的历史发展趋势。

**在我们提出的 4 种可能实现 2℃ 情景的路径中，粮食产量需在 2011 至 2050 年间增长 40%-60%。**



在我们提出的 4 种可能实现 2°C 情景的路径中，世界天然林面积需在 2011 至 2050 年间增长 40%-2500 万-3.6 亿公顷。



## 成本

全球计算器预测了到 2050 年的全球能源系统包括投资、运营和燃料成本在内的总成本。例如，这成本包括建造和维护发电站、风力涡轮机、热泵、锅炉，汽车火车、飞机、道路交通、制造业中用到的清洁技术，以及为这些技术提供动力的燃料，如化石燃料和生物质能。

在趋势照常路径下，从 2011 至 2050 年，能源系统总成本可能增长不止一倍。这反映了随着全球人口增长、财富增加，车辆和家电数量也会上升，全球能源需求将提升 70%。但一个低碳的能源系统的成本只比一味依靠石油燃料的系统成本微高一点，甚至可能更低。例如，通过本文中列举的可能实现 2°C 情景的路径，就可能实现仅比趋势照常路径多 3% 的全球

GDP，或少 2% 的全球 GDP<sup>17</sup>。这还没有加上转换到实现 2°C 情景的路径可能带来的更大的经济利益，特别是在趋势照常路径下，世界范围内可能多发洪水、干旱、热浪和农作物歉收。

能实现 2°C 情景的路径中，能源系统成本比趋势照常情景微高或更低，是有很多原因的。一方面，能实现 2°C 情景的路径可能略贵是因为和石油燃料相比，清洁技术的投资成本更高；例如，2050 年，一辆内燃机汽车的预计价格为 2 万美元左右，而一辆类似的电动车的预计价格为 3 万 5 千美元。但另一方面，能实现 2°C 情景的路径成本也可能更低，是因为能效措施能使总体能源需求减少。例如，在 2050 年，趋势照常路径中全球能源需求将达到 208 亿吨标准煤，但在 2°C 路径中，能源需求仅为 130-160 亿吨标准煤。可以看出能实现 2°C 情景的路径大大节省了燃料。

能实现 2°C 情景的路径可能成本更低的另一个原因是它可能带来人们生活方式的改变。例如，能实现 2°C 情景的“消费者意愿强烈”路径中假设人们的出行程度和趋势照常路径一样多，但人们更多使用公共交通工具、采取拼车、租车的方式（而不是买车）；这些行为的综合结果就是汽车数量的减少。按趋势照常模式发展，2050 年汽车数量将达到 23 亿辆，而“消费者意愿强烈”路径可以将这一数量减少到 14 亿辆<sup>18</sup>。这使得人们在车辆和道路上的花费变少，这笔节省下来的开支可以抵消甚至多于交通和铁路基础设施建设的投入，使总体能源系统的成本降低。在这一路径下，另一种生活方式的改变就是从消费牛羊肉转变到消费家禽与猪肉，这样一来，将会降低生产单位千克食物的土地占用量，从而释放 2.9 亿公顷用于养殖和放牧的土地需求，最终转为森林用地，而森林能有效吸收二氧化碳，从而减少其他方面的减排压力<sup>19</sup>。

全球计算器还强调了未来成本的不确定性。预测未来 35 年的成本是十分困难的——例如，很少有人能想到，到 2010 年太阳能板的价格比 1980 年下降了 85%<sup>20</sup>。全球计算器显示，在任一路径下，2011 至 2050 年间能源系统总成本的增长变化幅度可能比中间一级的增长预期设定高 45%，或低 25%<sup>21</sup>。事实上，不确定性主要集中在趋势照常路径和能实现 2°C 情景的路径所重合的部分，也就是说在某些情况下（例如当化石燃料价格高于预期，或可再生能源价格低于预期时），削减路径会比趋势照常路径成本更低；反之，假如电动汽车，热泵和生物质能价格高于预期，而化石燃料价格低于预期，则削减路径就比趋势照常路径的成本高了。

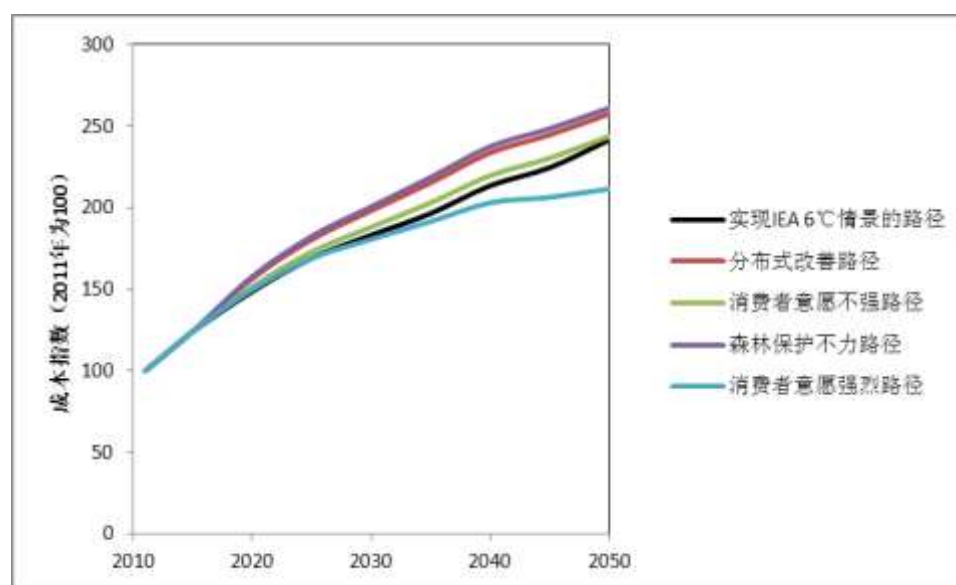
因此，降低清洁技术的投资成本，显然对降低总体成本至关重要。在过去 100 多年里，基于化石燃料的能源技术成本大大降低得益于大量研究和开发的投入。因此，我们现在的首要任务应放在扩大清洁技术的研发、示范与投入运营上。在投资成本方面，成效显著的技术有混合动力汽车、电动汽车和氢动力汽车、电力储能技术，碳补集与封存技术，热泵技术，陆上风力发电技术和太阳能光伏技术。因此，集中力量降低这几个领域的成本至关重要<sup>22</sup>。

决策制定者应发挥关键作用，通过直接投资的方式或建立激励机制来鼓励市场投资来（对这些技术）进行支持。

### 将全球减排成本置于特定背景之下：九牛一毛

在趋势照常路径下，由于世界在持续发展，从现在到 2050 年，能源系统总成本预期实际上涨 142%。全球计算器显示，选择一个 2°C 路径所增加的成本也仅仅是九牛一毛。4 个可实现 2°C 情景的路径中成本最大的一个，也同期相比仅增加 161% 的成本（相当于全球 GDP3% 的额外费用）。更有甚者，在其中一个情景中（消费者意愿强烈），能源系统的低碳化措施将会带来比趋势照常情景更低的成本（112%——相当于节省 2% 的世界 GDP）。

在趋势照常路径下，从 2011 到 2050 年，能源系统总成本将上升 142%；而同时，4 种可能实现 2°C 情景的路径下，能源系统总成本的上升量与其相接近（112%-161%）。



## 为什么将目标定在 2°C?

本报告是 195 个国家在联合国气候变化框架公约下签署的国际协议的起点。该协议旨在减少温室气体排放，使全球温度增幅控制在 2°C 以内，以“避免对气候环境造成严重的人为干预”<sup>23</sup>。

该协议由决策者制定，资料来源是政府间气候变化专门委员会的报告及其他科学文献。科学研究表明，气温升高会加剧对气候的不利影响，而将温度增幅控制在 2°C 以内将有助于避免造成最坏的影响。

全球计算器以方便用户的方式展现了政府间气候变化专门委员会最新发布的 5000 页报告中的部分信息。同时也昭示了气候如何被影响的这一不确定性。从计算器中可以看出，若温室气体仍延续目前的排放水平，那么到本世纪末全球平均气温将会上升约 6°C。这一平均气温会呈现巨大的地区差异：某些地区升温幅度会更大，到 2100<sup>24</sup>年北极地区升温将超过 10°C，且与此相关的社会经济影响也将十分显著。极端天气会更加频发且更为严重：例如，2003 年的欧洲热空气流可能在本世纪中期成为常态<sup>25</sup>。全球平均气温上升 6°C 是人类社会前所未有的：目前的全球气温与大约 20000 年前的最近一次冰川世纪（现在人类居住的许多地方当时都被数百米深的冰雪覆盖）相比，仅相差 4-7°C。

该报告中用于总结关键信息的四种样本路径有 50% 的可能性将升温幅度控制在联合国气候变化框架公约认可的 2°C 以内。但即便是在这些路径下还是存在不利影响。例如，虽然政府间气候变化专门委员会制定的 RCP 2.4 路径将升温幅度控制在 2°C 以内，但计算器显示到 2100 年，北极海冰仍有可能减少 43%。一些人认为目标应定得再高一些（如小岛屿国家联盟呼吁将升温幅度控制在 1.5°C 以内）。

## 神话揭秘

下列方法有时被视作应对气候变化的潜在主要措施，但它们的重要性有时会被夸大：

### 使用更为清洁的化石燃料

我们不能将由使用煤炭转为使用到天然气作为应对气候变化的主要手段。任何不可被削减的化石燃料都会引起气候变化：例如，当前一家高效的天然气发电厂每发一度电产生的 CO<sub>2</sub> 为 350 克<sup>26</sup>。但为了保证将升温控制在 2°C 以内的可能性达到 50%，2050 年前我们还需要将全球每单位发电量的 CO<sub>2</sub> 排放减少到接近于零克。



## 用尽化石燃料

遗憾的是，我们不能将耗尽化石燃料作为减缓气候变化的途径。世界范围内化石燃料的保有储量将足够使全球平均气温在 2100 年时上升 6°C 以上。

## 吸收大气中的碳

我们也不能依赖超前的未来技术来吸收大气中的碳以解决气候问题。毕竟这些技术在技术可行性、环境影响、公众接受度、能源消耗和成本方面存在极大的不确定性。例如直接从空气中捕获 CO<sub>2</sub>，这一技术需借助化学方法直接捕捉周围空气中的 CO<sub>2</sub> 并将其储存在地下。极其有限的证据表明这些技术是能够实现的，至多能够在 2050 年温室气体净排放量减少约 100 亿吨 CO<sub>2</sub> 当量<sup>27</sup>，这大致相当于趋势照常路径下 2050 年排放量的 10%<sup>28</sup>。

## 控制人口增长

全球人口预计会从当前的 70 亿增长至 2050 年的 100 亿。到 2050 年将全球人口控制在联合国较低的预计值（80 亿）只能减少约 100 亿吨 CO<sub>2</sub> 当量的排放<sup>29</sup>。这一点虽然很关键，但并不能达到一劳永逸的效果。

## 更多信息

---

如有企业希望获得对其所在行业领域发展趋势的指导性意见，或政府机构欲以 2°C 目标作为其国家治理和规范行业的基准准则，可以在我们的网站了解更多研究成果及细节。详情请登录 [www.globalcalculator.org](http://www.globalcalculator.org)。

您也可以自行登录使用全球计算器——这是完全免费、公开的资源，并附有如何操作的指导视频。该工具还包括一些其他组织的 2°C 路径。您也可以登录并建立自己的路径。也可以在我们的网站获取到现有的样本路径信息，详情请登录 [www.globalcalculator.org](http://www.globalcalculator.org)。

一个模型的质量直接决定其结论的好坏，因此，我们也将整个模型的 Excel 文档公布供社会各界检验。如有任何反馈，请邮件联系我们 [contact@globalcalculator.org](mailto:contact@globalcalculator.org)。

## 这些信息是如何生成的？

---

该工具表明到 2050 年会有许多不同的路径可能将升温幅度控制在 2°C 以内。为了生成本报告中的关键信息，我们创设了四种可行路径，它们都有 50% 的可能性将全球平均气温的升幅控制在 2°C 以内<sup>30</sup>。这些路径都有与经济发展相一致的生活方式的相关设置。同时，所有路径也是建立在全球人口将变化的这一核心假设之上。

---

而这些路径的区别之处则建立在其对技术、燃料、土地利用的选择，以及与之相匹配的生活方式之上。对每一种技术、燃料、土地利用的发展程度和利用水平，均设计了一个从高到低的衡量幅度。有关这些情景的更多细节，见附录及网站 [www.globalcalculator.org](http://www.globalcalculator.org)。

## 附录：4 种可能实现 2°C 情景的路径

该附录描述了报告中用以生成信息的四种可能实现 2°C 情景的路径。

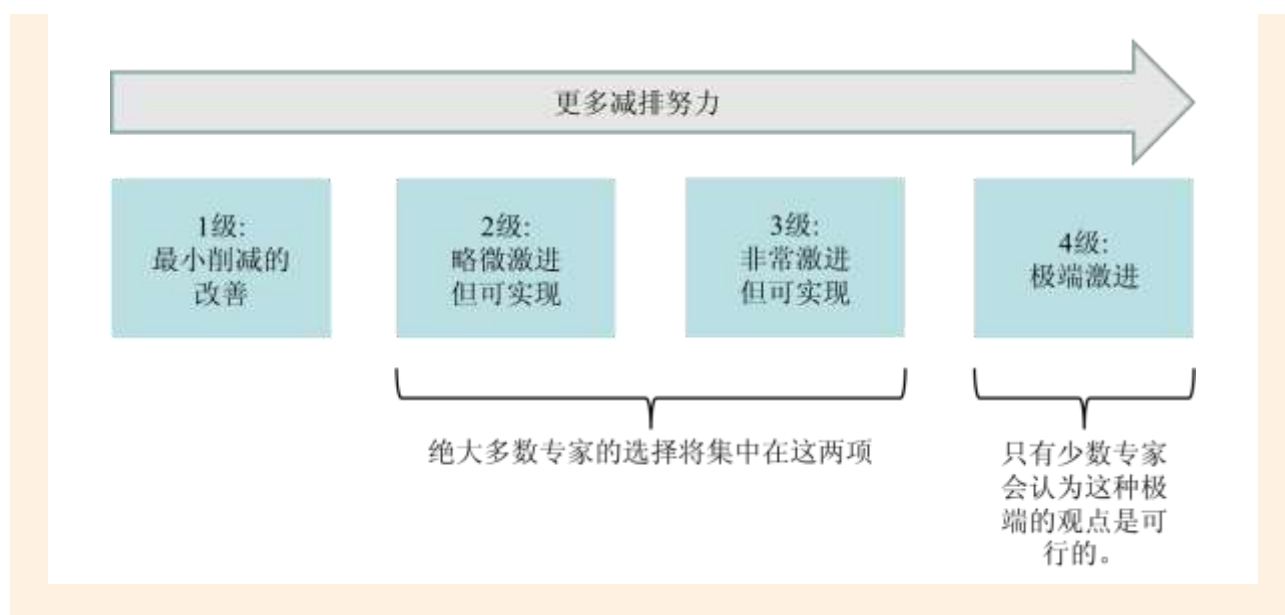
四条路径的共同点：

- 生活方式条目与国际能源署 6°C 情景趋势照常路径下的水平相一致（不包括“消费者意愿强烈”路径，该路径下“模式”、“居住和荷载”、“自备车或租用车”、“肉类数量”、“肉类品种”和“产品使用寿命及需求”条目会发生变动）。四种路径都可视作与经济预期的模式相一致。
- 人口与城镇化水平均设置在联合国中级预测（2 级）。
- 2050 年后的排放量暂时设置在 2.8 级，将有机会继续下降至零。
- 未选择 1 或 4 级来避免出现过激进或悲观的情景。
- 探索性的温室气体减排（GGR）技术因缺乏实证而未得到应用。

### 全球计算器中的 1-4 级

全球计算器中有关全球温室气体排放的条目约为 40 个，涵盖影响生活方式、技术与燃料、土地与粮食及人口因素的所有选项。用户可针对每一条目在 1-4 级中做出选择，具体设置方式如下：





## 1. 分散式改善

<http://tool.globalcalculator.org/distributedeffort>

在该路径下，碳减排的努力在各部分中是完全平均分布的。具体来说，所有技术与燃料和土地&粮食条目都是 2.8 级。

## 2. 消费者意愿不强

<http://tool.globalcalculator.org/consumerreluctance>

在该路径下，消费者不愿接受那些会立即对他们产生影响的新技术。特别是：

- 交通：继续使用内燃机汽车，电动汽车和氢动力汽车只占据一个非常小的比例。
- 建筑：继续用天然气做饭，使用相对较少的隔热材料和低碳制热技术，原因是消费者不想其房屋发生大的变动。
- 电力：由于消费者不愿风机过多影响视野，因而该路径相较于其他一些 2°C 路径使用了更少的风力发电。
- 废物与厨余垃圾：家中收集的厨余垃圾相对较少。

相反地，低碳活动以消费者不易直接察觉到的方式展开：

- 更多利用核能和碳捕集与封存技术。

- 土地利用情况良好（粮食产量更高等）以及相对较高的造林面积。

这是一种使用较多生物质能的低电气化路径。

该路径表明消费者可能会不愿接受会对他们产生直接影响的技术。但这意味着需要在其他地方作出更多努力，尤其是在土地利用、粮食生产、能源效率、交通以及工业等方面。

### 3. 森林保护不力

<http://tool.globalcalculator.org/lowactiononforests>

由于缺乏扩大森林面积的得力举措，因而 2011 到 2050 年间天然林面积仅增加了 1%。缺乏对森林的保护意味着几乎没有激励机制来提高粮食产量，所以农作物和家畜产量相对较低。鲜有土地来提供生物质能，因此就需要提高电气化水平。

该路径表明保护森林、植树造林在实现 2°C 目标中起到了至关重要的作用。森林面积未能充分扩大意味着要在其他能源部门各个方面采取极为激进的措施。

### 4. 消费者意愿强烈

<http://tool.globalcalculator.org/consumeractivism>

全世界的人类都在关注可能对自然环境产生意想不到的不利影响的技术（如核能和转基因作物）。为确保 2°C 目标的实现，消费者愿意积极接受他们所使用技术的改变，并适应相应的生活方式调整所带来的影响。具体说来：

- 相对使用较少核能
- 相对较低的农作物产量（反映出消费者不愿食用转基因作物和施了化肥的作物）
- 相对较低的家畜饲养集约化程度（表明消费者更看重有机 / 放养等农业生产方式）
- 出行方式部分由选用私人交通工具转为使用公共交通
- 肉类消费的数量和种类有所改变（由牛羊肉转而选择家禽和猪肉）
- 通过选择“产品使用寿命及需求”条目的更高级别来摆脱“一次性社会”。

该路径表明改变生活方式（如饮食和出行习惯）能显著减少温室气体排放，也就意味着可以减少在其他方面所作的努力。

© 气候变化-知识与创新体与国际能源署 2015



<sup>1</sup> 2011 年全球 GDP 为 27 万亿，预计到 2050 年达到 200 万亿（经济合作与发展组织，2014，经济展望 No.95，2014 年 5 月，长期基线预测。经济总量的潜在产出，“购买力评价”有关章节。获取自 <http://stats.oecd.org>）。

<sup>2</sup> 粮食的消耗量是根据全球的平均值计算的。出行行为是根据旅程所涵盖的区域的类别区分的（发达的农村地区、正在发展的农村地区、国际化地区、有城市汽车的地区、有城市轨道交通的地区以及蓬勃发展的城市地区）。建筑使用能源可分解为：通电的城市，没有通电的城市，通电的农村，没有通电的农村。

<sup>3</sup> 除非另有说明，本文的所有数据都是基于四种可能达到 2°C 情景的样本路径，分别为分散式改善，消费者意愿不强，森林保护不力，以及消费者意愿强烈。这些都在世界计算器中有说明：<http://tool.globalcalculator.org>。

<sup>4</sup> 在这篇文章中，趋势照常路径被定义为全球计算器的样本路径，近似于国际能源署的 6°C 情景路径。而且假定仅在当前的政策环境下。

<sup>5</sup> 在四个情景中，人均出行里程数大致与欧盟、OECD 国家平均水平相一致。目前，像美国、澳大利亚这一类国家的人均出行里程数要远远高出这一水平，但这样的国家也是国土面积大、人口密度较小的国家。因此，对于人口密度大一些小国，人均国内出行里程数没有必要，也没有可能如此之多，因此不能当作世界平均水平来参考。

<sup>6</sup> OECD，2015 年，乘客出行数据：内陆每百万乘客出行公里数。数据获取自：[http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF\\_PASSENGER\\_TRANSPORT](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF_PASSENGER_TRANSPORT)

<sup>7</sup> OECD，2015 年，人口数据。获取自：[http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=POP\\_FIVE\\_HIST](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=POP_FIVE_HIST)

<sup>8</sup> 加拿大政府，2014 年，调节你的控温器。获取自：<http://www.nrcan.gc.ca/science/expert/video/1499>

- <sup>9</sup> BRE 集团及英国能源气候变化部，2013 年，能源跟踪调查。报告 2：家庭平均室温。获取自：  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/274770/2\\_Mean\\_Household\\_Temperatures.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/274770/2_Mean_Household_Temperatures.pdf)
- <sup>10</sup> 英格兰公共健康，2014 年，保证健康冬季的最低室温——系统文献综述。获取自：  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/365755/Min\\_temp\\_threshold\\_for\\_homes\\_in\\_winter.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/365755/Min_temp_threshold_for_homes_in_winter.pdf)
- <sup>11</sup> 在趋势照常路径中（国际能源署的 6°C 情景路径）将“设计、材料和回收”三个条目设置在 3 级（这是在 4 个可能实现 2°C 情景的路径中最激进的选择），制造业总的能源需求将下降 25%。
- <sup>12</sup> 在趋势照常路径中（国际能源署的 6°C 情景路径）将“化工产品”条目设置在 3 级（这是在 4 个可能实现 2°C 情景的路径中最激进的选择），化工产品的能源需求将下降 10%。
- <sup>13</sup> 1990 到 2010 年发电环节的碳排放强度数据是从 2014 年的 IEA 出版物：《燃料燃烧中的 CO<sub>2</sub> 排放》一书中而来。
- <sup>14</sup> 下一代绿色汽车，2015 年，下一代绿色汽车数据库。获取自：[www.nextgreencar.com/new-car-search](http://www.nextgreencar.com/new-car-search)
- <sup>15</sup> 假设 2050 年人均卡路里消耗量将从 2180 千卡上升到 2330 千卡（2 级），以及人口数上升到 96 亿（2 级）。
- <sup>16</sup> “消费者意愿不强”路径下的计算结果，将之与世界卫生组织提出的健康标准对比（卡路里消耗量为 4 级，肉类消耗量为 3 级）。
- <sup>17</sup> 在 4 条可能 2°C 路径中，成本最低的是“消费者意愿强烈”：2011 至 2050 年期间，年平均能源系统成本比趋势照常路径低 2 万亿美元（相当于节省 2% 的全球 GDP）。而成本最高的是“森林保护不力”：2011 至 2050 年期间，年平均能源系统成本比趋势照常路径高 4.2 万亿美元（相当于增加 3% 的全球 GDP）。这是基于核心成本预测。趋势照常路径被定义为“国际能源署 6°C 情景”路径。2011 至 2050 年期间，年平均全球 GDP 增长将达到 129 万亿美元。
- <sup>18</sup> 比较“消费者意愿强烈”路径与国际能源署 6°C 情景路径下的汽车数量。
- <sup>19</sup> “消费者意愿强烈”路径下的计算结果，将之与趋势照常路径下“肉类种类”设为 2 级相比。
- <sup>20</sup> 美国国家可再生能源实验室太阳能技术市场报告，2010 年 1 月。基于 2009 年每瓦的成本。
- <sup>21</sup> 例如，在“消费者意愿强烈”路径中，能源系统总成本指数（2011 年为 100）预计在 2050 年达到 212。对成本指数较高的预测是 305（比点估计高出 44%），较低的预测是 160（比点估计低 24%）。
- <sup>22</sup> 基于“分散式改善”路径中的低碳技术和最高累计资金成本。
- <sup>23</sup> 联合国气候变化框架公约，1992 年，联合国气候变化框架公约，第二条：目的。获取自：  
[http://unfccc.int/essential\\_background/convention/background/items/1353.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php)
- <sup>24</sup> 政府间气候变化专门委员会第一工作组第五次评估报告第 12 章，图 12.11。
- <sup>25</sup> 根据 Stott 等人的研究。到本世纪 40 年代，2003 年事件平均每隔一年就会发生一次。到本世纪 80 年代，夏天在“BAU 情景”（趋势照常）下可能会变得凉爽。
- <sup>26</sup> 目前燃气轮机联合循环发电机组满负荷运行时每发一度电产生的 CO<sub>2</sub> 为 350 克。参见国际能源署《2014 能源技术展望》，第 170 页。
- <sup>27</sup> 依据将分散式改善路径中“不设计温室气体减排”条目设置为 4 级的数据计算所得。
- <sup>28</sup> 利用“国际能源署 6 度情景（近似）”路径计算所得。
- <sup>29</sup> 通过比较分散式改善路径下 2050 年的排放量（180 亿吨 CO<sub>2</sub> 当量）和将人口条目设置在 3 级时的排放量（80 亿吨 CO<sub>2</sub> 当量）而得出的结果。
- <sup>30</sup> 具体来说，到 2100 年每一路径的 CO<sub>2</sub> 累积排放量至多达到 3.01 万亿吨 CO<sub>2</sub>，政府间气候变化专门委员会建议这一水平的累积排放量应与 50% 的可能性将全球平均气温的升幅控制在 2°C 以内的结论相关联。