

## 行为改变：缓解气候变化之关键

通过行为方案减缓全球变暖



### 瑞尔知识课堂

为你带来全球行为科学与研究成果和  
对话最新进展。

## 作者

凯蒂·威廉姆森 (Katie Williamson)、艾文·萨特·梅洛伊 (Aven Satre-Meloy)、凯蒂·韦拉斯科 (Katie Velasco)、凯文·格林 (Kevin Green)

## 引用信息

凯蒂·威廉姆森、艾文·萨特·梅洛伊、凯蒂·韦拉斯科、凯文·格林, 2018. 行为改变: 缓解气候变化之关键——通过行为方案减缓全球变暖. 弗吉利亚州阿灵顿: 瑞尔保护协会.

登陆瑞尔保护协会的官网阅读: [rare.org/center](http://rare.org/center)

## 致谢

本报告是在保尔·霍肯 (Paul Hawken) 及合著者具有开创性的著作《缩减: 史上最全面的全球变暖逆转计划》基础上写成的。在此要感谢瑞尔保护协会行为与环境中心的科学传播研究员、耶鲁大学林业与环境研究学院的研究生爱丽丝·吉尔克里斯特 (Elise Gilchrist) 的重要贡献。同时还要感谢安·凯瑟琳·纽瑞瑟 (Ann-Kathrin Neureuther)、布雷特·詹克斯 (Brett Jenks)、托比·帕克 (Toby Park)、保罗·卡巴莱罗 (Paula Caballero) 等人对本报告的评论和建议。

感谢以下机构的大力支持:



## 编辑及设计

科林·韦勒 (Corinn Weiler)

凯拉·汀布莱克 (Kyla Timeberlake)



## 目录

前言 .....	5
理论基础：气候变化和人类行为 .....	7
通过行为方案减排 .....	13
理解人类行为 .....	33
行为改变工具助力自然资源保护和气候行动促成 .....	39
附录 A 《缩减 (Drawdown) 》中 80 个行为方案的完整清单 .....	44
参考文献 .....	48
尾注 .....	51



全球气候变化的危机能否消除，最终将依赖于人类行为的改变



拍摄 : Jason Houston

# 前言

气候变化是我们这个时代一个重要的全球性挑战。过去几十年，全球气候发生了快速的变化，对人类社会和自然系统造成了广泛的影响。这些变化如果按这样的规模持续下去，将会给我们这个星球带来严重且不可逆的影响，这些影响将持续几十万年的时间，从而对世界各地的居民和社区造成进一步威胁。

要减少气候变化的影响，就需要在本世纪大力推动控制全球变暖的行动。这取决于人类在未来几十年内实现快速、可持续的温室气体减排的能力。而做到这一点又需要我们的经济和生产及消费体系进行转型，这意味着从我们生产能源和食品的方式到消费商品和服务的方式都需要转变。虽然这些大部分是需要政府和行业推动的大规模转型，但个人、家庭和社会层面的改变带来的影响要远远超过大部分人的想象。

人们通常会抱有绝望的情绪，认为个体无法对气候变化这样的大事情产生足够的影响。**但如果每个人都做出行为改变，几十亿人的行为就会带来决定性的变化：**全球将近三分之二的全球温室气体排放都和人类消耗直接或间接相关。不管新闻标题怎么说，即便是最保守的估计也表明，如果我们能改变行为，减少对自然资源的消耗，就能对减少全球排放做出巨大的贡献。但是，要实现这一点，却是一个艰巨的挑战。这要求个人、家庭和社会寻找创新的方法，改变我们日常生活中根深蒂固的生产和消费方式。

缓解气候变化的运动将主要依赖以下几类解决方案：广泛的全球政策改革、可以影响行业的补偿和经济激励，以及基于信息的传播造势。毫无疑问，以上各项都是阻止全球变暖的国际行动的重要组成部分，但我们知道，人性远比这些解决方案所预设的要复杂得多。

人类行为学的新见解已经让我们对于人类行为动机的理解发生了转变。从这些研究中，我们了解到情绪在人的决策过程中发挥了重要作用。正如神经科学家安东尼奥·达马西奥写的那样：“（人类）不是有感情的思考机器，而更像是可以思考的感情机器。”<sup>1</sup> 进化生物学的最新理论告诉我们，人类天生是社会性动物，“利己主义”比之前想象的更为复杂。在合适的条件下，我们可以非常出色地合作，寻求互惠，按照社会规则行动。我们也了解到，我们的决策过程很大程度上受当时的环境和摆在我们面前的选择的影响。**要让人们改变，我们需要利用**

**情感因素、社会激励和选择架构来设计出适合他们的创新解决方案，就像我们在经济和政策方面所做的那样。**

科学家一致认为，人类是全球变暖的主要原因，而且这一过程正在以前所未有的速度发生。我们需要更多的政治意愿来采取行动并达成一致的全球温控目标，避免最坏的灾难性的结果发生。但是，气候变化需要每个人的参与。这一点在《缩减（Drawdown）》<sup>2</sup> 以及其他工作中得到了证明。《缩减》是最近出版的一本指南，里面提供了80个<sup>i</sup>最为实在的应对全球变暖的方法，并且量化了来自几十个不同领域的解决方案对中温室气体排放的影响（这些方案对缓解气候变化的作用）。本报告中的分析是建立在《缩减》的基础之上的，我们将具体评估个人行为的作用以及个人行为对减少排放可能产生的作用。经过评估，**我们确认了可以让全球排在2020-2050年之间减少19.9%-36.8%的30种行为改变方案。**确实，可持续的行为改变是应对气候变化挑战的一个关键因素，当不同的社会和国家采取集体行动，让行为改变达到一定规模的时候更是如此。

2017年，瑞尔保护协会成立了行为与环境中心，利用行为科学方面的最佳理念和设计来应对全球性、难以解决的环境挑战。在众多的环境和环保项目当中，我们仍然非常需要用行为科学的见解来制定有效的方法，并让人们注意到在全世界范围内有哪些解决方案已经在小规模地应用。

确认这些解决方案，详细地论证它们的有效性，为在全球范围内加快实施这些方案的机构提供支持，这些对于我们应对这个时代最紧迫的全球环境挑战十分关键，尤其是在当前人类对于自然资源的消耗让这些挑战更为艰巨的背景下。本报告接下来会首先会对人类消耗如何造成气候变化进行一个简短的总结，然后会列出个人和家庭层面最有效的行为改变方案类型。最后，报告还将讨论建立在行为学基础之上的解决方案如何能实现规模化的减排效应，为解决气候危机做出革命性的贡献。

<sup>i</sup> 《缩减》试图找出100个最优的解决方案，但其中有20个尚处于开发阶段，因此在本报告中，我们重点关注前80个已被验证过的解决方案。





拍摄：Jason Houston

# 理论基础：气候变化和人类行为

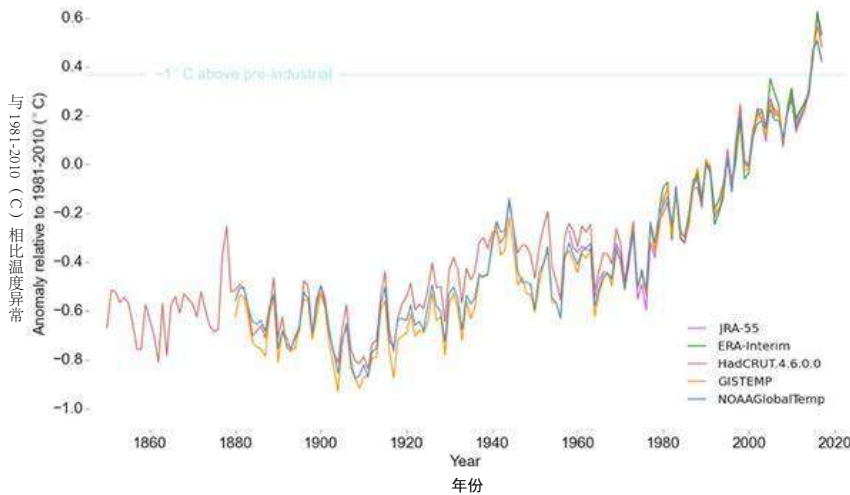


图 1. 1850–2017 和 1981–2010 年的对比，全球平均表面温度变迁。来源：世界气象组织，2017。

## 气候变化的最新趋势

2017 年，地球的气候对我们发出了警告：陆地表面温度、海洋表面温度以及海冰面积都创造了新的记录。美国国家航空航天局（NASA）和美国国家海洋和大气管理局（NOAA）近期的分析显示，2017 年是自 1880 年以来全球表面温度第二高或第三高的年份（具体第几取决于使用的分析方法<sup>3</sup>）。尽管有证据表明全球温度在 2014–2016 年之间已经达到了一个高值，但在 2017 年全球变暖继续呈现了上升的趋势。在对平均近地表温度记录的 136 年中，18 个最暖的年份中有 16 个都出现在 2001 年以后，全球平均表面温度比前工业化时期水平（即 1850–1900 年间的平均温度）已经升高了约  $1.1^{\circ}\text{C}$ <sup>4</sup>。

图 1 显示了自前工业化时期以来全球平均表面温度的变化情况。2017 年也是史上海洋热含量最高的一年<sup>5</sup>。海洋热含量是一个更可信的气候变化指标，因为温室气体（GHG）浓度升高以后导致热聚集，而其中被海洋吸收的部分高达 90% 以上，同时，与表面温度相比，海洋热含量的增长更加平稳<sup>6</sup>。除了这两个记录以外，2017 年我们还看到了史上最小

的海冰面积，在北极和南极都是如此，这进一步延续了自上世纪 70 年代末以来海冰面积长期下滑的趋势<sup>7</sup>。这些趋势只是气候变化加速发展的明证之一。

全球变暖背后的推手是温室气体浓度的上升。到 2017 年底，温室气体的浓度已经达到了历史最高水平。2017 年，全球年平均大气二氧化碳浓度已超过  $405\text{ppm}$ <sup>8,9</sup>，甚至超过了 2016 年的  $400\text{ppm}$ ，这也是现代进行大气观测以来以及冰芯记录在过去 80 万年中首次出现如此高的峰值。这些最新的数据也许只是初步数据，但它们证明了温室气体累计浓度在增加的事实，而且，如果不能采取快速、果断的措施来大幅减少温室气体的排放，温室气体浓度还将上升至过去 80 万年中最高水平的约 2–3 倍。<sup>10</sup>



## 人类在全球变暖过程中的作用

无数针对气候系统的综合评估都得出结论：人类活动造成的温室气体浓度上升是 20 世纪中叶以来全球变暖的主要推手。<sup>11,12</sup> 虽然大气温室气体浓度在历史上也发生过变化，从而导致在过去的 65 万年间出现了七次冰川进退的周期，但是，今天温室气体浓度和全球温度的上升速度之快是千年来前所未有的。

排放到大气中的温室气体量的高低和温室气体的源和汇有关。温室气体的源包括任何导致温室气体排放量上升的东西，比如生物的分解、化石燃料的燃烧、化肥的使用等。另一方面，汇是指任何可以储存温室气体的东西，比如森林、海洋和土壤。<sup>13</sup> 通过改变源和汇之间的平衡，我们可以减少导致全球变暖的温室气体在大气中的浓度。人们常用浴缸来比喻温室气体进入和离开大气的过程。<sup>14</sup> 在这个比喻中，进入浴缸的水就像是温室气体的源，浴缸的地漏就像是吸收温室气体的汇。我们今天所面临的挑战就是温室气体源的能力大于温室气体汇的能力，因为我们将水龙头拧到了“最大”。如果我们没有及时降低流速或关掉水龙头，浴缸的进水速度就会大于排水速度，导致水“溢出”。在我们的真实世界中，这将导致地球上生命赖以生存的自然系统全面崩溃。即便我们明天就关掉水龙头，仍然需要处理浴缸中已有的水，而浴缸中的水就是大气中的温室气体，正是它们导致了全球变暖。我们重点需要关注排放的速度以及随着时间的推移在大气中积累的排放总量。<sup>15</sup>

**这些快速增长的温室气体累计排放总量对气候变化的影响在未来几个世纪甚至一千年之内都可能存在。**

有效应对气候危机需要深刻理解每一个行业（如交通、能源、农业）是如何推动全球变暖的。各个行业都应该积极行动以减少排放，这一观点已为人所知，新的技术也为我们实现快速脱碳提供了机会。我们缺乏的常常是采取行动的政治意愿，而这又常常导致社会不了解不采取行动所带来的代价以及采取气候行动可以带来的诸多发展好处。<sup>16</sup> 另一个关键因素是社会自上而下的彻底决心，即从个人层面开始，进行深刻而快速的转变。气候变化向人类行为提出了巨大的挑战，因为它抽象、规模大、遥远、似乎与个人无关，不像那些具体、紧迫的问题，能让大脑产生立即采取行动的指令。<sup>17</sup> 我们需要分享有效的、可行的战略，激励和赋权给个人，让他们也做出自己的贡献，这样才能降低全球环境问题给我们带来的最坏影响，并要求政府采取更多行动。

## 缓解气候变化

缓解气候变化是指通过人类的干预来减少温室气体源或增加温室气体汇。<sup>18</sup> **2015 年《巴黎协定》第一次确定了全球减排和控制全球温度上升的目标，这是应对气候危机方面的一次重大突破。**《巴黎协定》的主要目标是将本世纪全球温度上升幅度控制在工业化时期水平之上的 2°C 以内，并力争尽量将升温幅度控制在 1.5°C 以内。<sup>19</sup> 根据《巴黎协定》，所有国家承诺按照各自的国家自主贡献预案（NDCs）中设立的目标进行减排。重要的是，该协定中做出的正式承诺还设立了一个五年期的壮志计划，旨在确保各国按照一致通过的温控目标持续减排。这个“雄心壮志机制”对于《巴黎协定》目标的达成非常关键。目前，即便各国完全兑现了各自国家自主贡献预案中的气候行动承诺，包括有条件及无条件的承诺，我们估计温度仍会上升 2.7-3.7°C<sup>20</sup>，因此我们需要更加努力。图 2 显示了不同程度的升温幅度对气候的影响预计。

要实现《巴黎协定》的目标，就需要全球经济体通力合作，尤其是那些高排放国家的合作，以便采取强有力的减缓措施。要实现协定中设定的“2°C 以下”的温控目标，需要全球二氧化碳排放量在 2020-2030 年间达到峰值，随后快速下降，在本世纪后半叶达到净零排放。<sup>21</sup> 关键在于，采取减排行动的时间越靠近排放峰值，减排的速度和幅度就需要越大，这就会带来技术和经济方面的双重挑战（见图 3）。减排情景中会涉及到的脱碳率（在未来几十年都需要保持在一定水平）在历史上只被短期观测过，即大萧条时期和二战时期。<sup>22</sup>

鉴于这些挑战的严峻性，我们必须采取快速、持续和大规模的措施，才能在短期内快速减排，而这需要各国社会的积极参与。近年来一些让人振奋的迹象，如某些国家的经济发展和排放量脱钩，可再生能源技术的成本迅速降低，几个主要经济体减少对煤的使用等，这些都表明在未来几十年内让全球温室气体排放量达到峰值是有可能实现的。但要实现《巴黎协定》中制定的温控目标，我们的经济体系，尤其是能源和商品的生产及消耗方式、土地的使用方式和大众崇尚的生活方式仍需要经历大的变革。



### 气候变化的影响预计

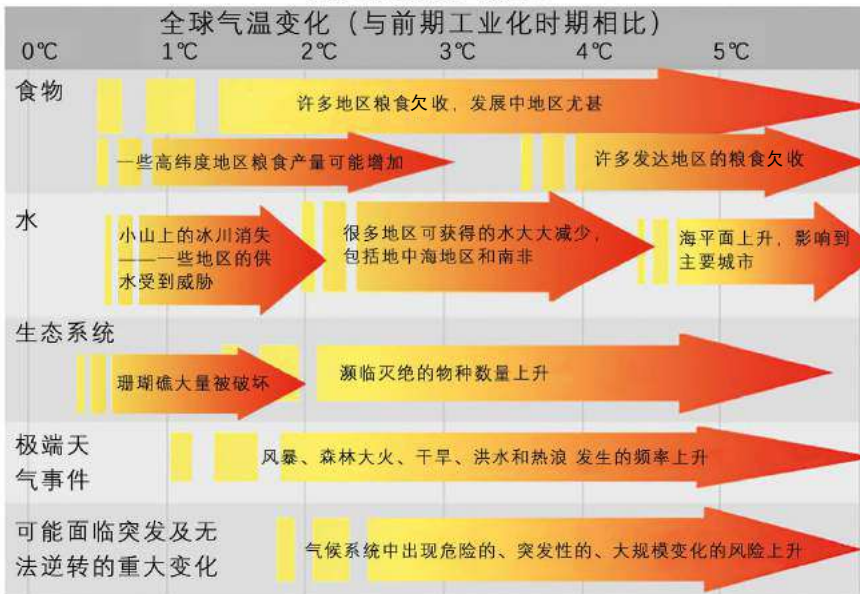


图2. 气候变化的影响预计  
 每一行代表着全球温度变化达到不同程度时可能会对不同领域带来的威胁  
 来源：斯特恩报告，2008.

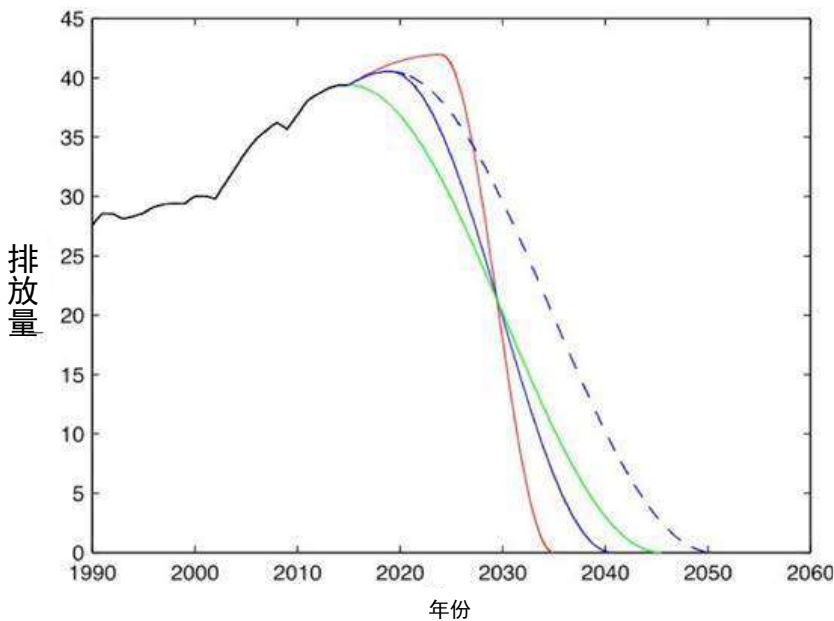


图3. 在二氧化碳排放量不变的条件下，实现净零排放的三种情景。  
 绿线表示排放值在2016年达到峰值，蓝线表示2020年达到峰值，红线表示2025年达到峰值，此时二氧化碳排放量达到600 Gt，虚线表示到2050年实现净零排放，二氧化碳排放量达到800 Gt。根据图示，每晚一年采取行动，就需要付出更大的脱碳努力。

来源：Mission 2020, 2017

## 令人类消耗成为减少全球排放的机会

人类对于原始自然资源的消耗是全球经济的核心，因此，这也是采取可行性干预最理想的领域。几乎我们所做的每一件事都需要消耗资源，包括树木、水、耕地、金属矿石，以及化石燃料。全球的消耗速度一直在增加，经济增长和资源使用量的增加成正比。根据联合国环境规划署（UNEP）发布的来自国际资源专家组（IRP）的最新报告，人类对全球资源的消耗在 2017 年达到了 886 亿吨，是 1970 年的三倍多。高收入国家的人均消耗是低收入国家的 10 倍。<sup>23</sup>2018 年，全球自然资源消耗量，又称作“全球生态足迹”，

在 8 月 1 日就超过了地球一年内资源再生的能力，截至年底的总消耗量相当于地球每年可获取资源量的 1.7 倍。<sup>24</sup>如图 4 所示，由过度消耗自然资源所导致的生态“赤字”在增长，它的影响也在整个自然和人类系统中显现，对全球气候的影响尤甚。但是，这些影响在世界范围内的分布并不平均，比如穷国和被边缘化的国家受到气候变化影响最大，但它们的排放量却最少。<sup>25</sup>



图 4. 地球超载日以及超载天数，1971-2018。2018 年 8 月 1 日，我们使用的自然资源数量已经超过了地球当年可以再生的量。

来源：GFN，2018

2007年，一个全球供应链方面里程碑式的研究评估了家庭消耗对温室气体排放的直接和间接作用。<sup>26</sup>根据这项研究，家庭购买了70%的全球土地（主要用于种植或居住），使用了48%的原材料（主要用于食品、服务及产品制造），并消耗了81%的淡水资源，其中5%以下是直接消耗的。<sup>27</sup>农业和畜牧业的消耗占了全球间接水足迹的74%，导致了全球80%的毁林。<sup>28,29</sup>在这些领域中，家庭消耗占了自然资源总消耗量的50-80%，主要的消耗来自于发达及新兴经济体，比如金砖国家（巴西、俄罗斯、印度、中国和南非）。

显然，我们需要在自然资源消耗行为方面做出巨大改变，以有效缓解气候变化。以《巴黎协定》设定的国家温控目标为基础，有关推动气候变化领域的“人文尺度视角”的争论在近年来愈来愈盛。<sup>30,31</sup>它们将个人行为 and 全球温室气体排放联系起来，证明个人行为如何影响排放结果，自然资源的消耗必须和温室气体减排目标保持一

致。它同时还认为，如果人们被赋予权利，并为应对气候危机做出贡献，他们就会要求政府和私营部门采取更多行动。一些作者已经倡议采用个人排放配额，这样，就能实现减排的一系列目标，实现人均排放的平等性。<sup>32</sup>虽然实施这样一个系统需要面临政治挑战，它仍强调了人类消耗形式方面需要作出重大改变，尤其是那些会过度消耗食品、水和自然资源的活动。换言之，**解决全球气候变化危机归根结底要依赖人类行为的改变。**

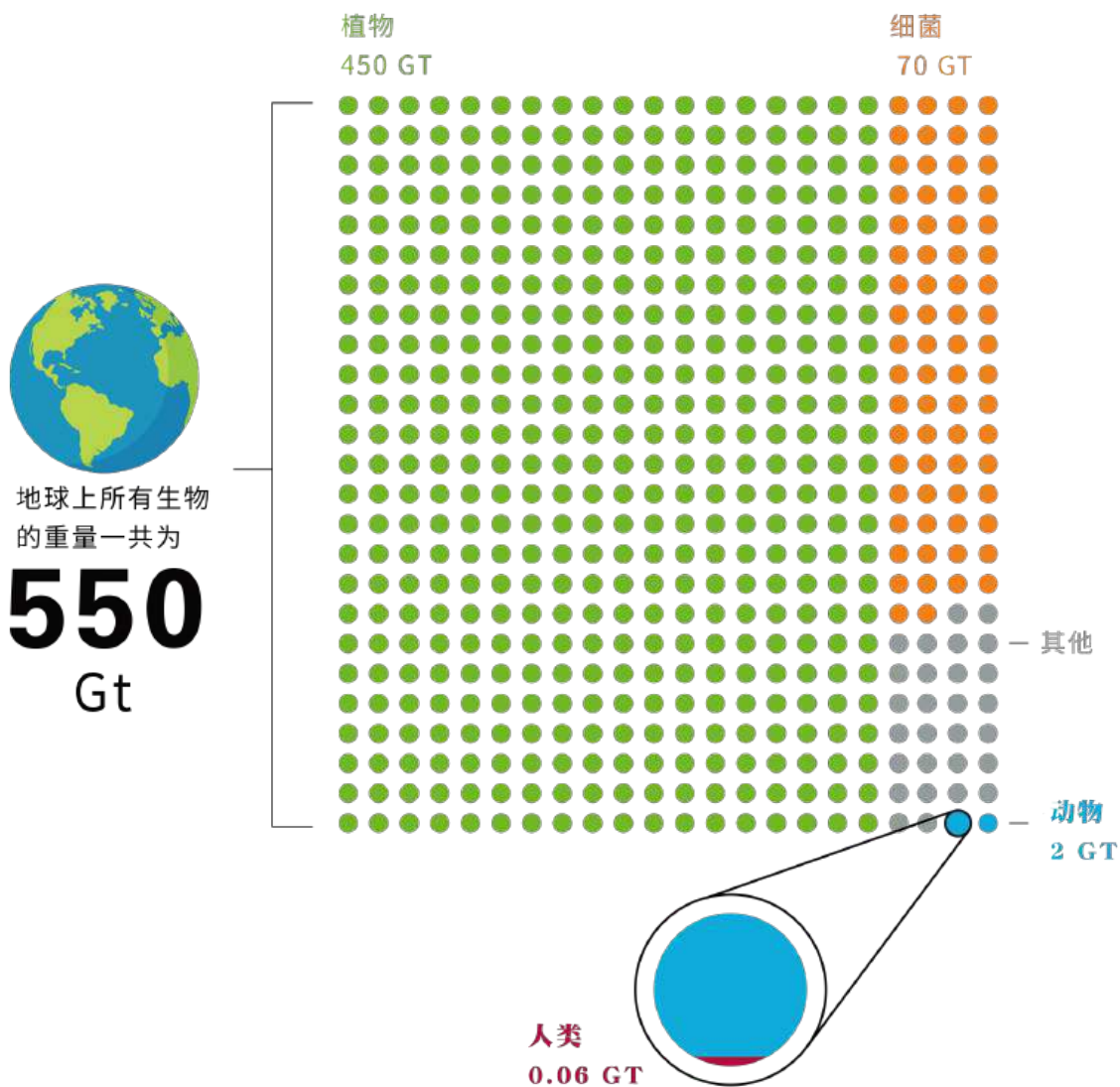


# 人类只占地球上生物总量很小的一部分，但对于环境却有着不成比例的巨大影响

## 什么是 Gt?

Gt 就是十亿公吨，那到底有多少呢？

来源：Pennisi, 2018.



# 通过行为方案减排

## 引言

通过改变各国人民消耗来自自然资源的产品和服务的方式，我们能够大大减少温室气体的排放。最近刚出版的畅销书《缩减：史上最全面的全球变暖逆转计划》描述了80种最切实的现有气候变化解决方案（见附录），并对它们进行了效果衡量和建模。<sup>33</sup>书中的很多方案都有赖于个人或家庭层面的努力，且和人类消耗模式直接相关。其他研究者将此类个人行为称之为减排事业拼图中的“行为版块”。<sup>34,35</sup>《缩减》的方法是从整个全球经济入手寻找解决方案，从食品、原材料、能源到交通，然后搭建几个场景，展示从2020-2050年几种解决方案带来的不同的气候变化缓解结果。此书展示了三种减排力度不同的情景，从务实的实施速度（务实情景）一直到最快速度——即到2050年，传统技术和做法被完全取代（优化情景）。每一种情景都和同一个参照情景进行对比，即假设未来30年我们没有什么改变，而排放增速按照过去直至2050年的历史趋势设定。这个参照情景是基于一些全球系统模型的敏感性分析之上的，其中包括来自国际应用系统分析研究所（IIASA）的模型，而联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）的大部分预测都是以IIASA的模型为基础的。<sup>36</sup>

《缩减》的方法是评估每一种解决方案的市场潜能，并使用已发布的、经过同行评审的数据和文献为这些方案描绘实施轨迹。《缩减》的一个核心假设是我们已具备制定和扩大实施这些解决方案的基础架构，以及方案实施所需的政策和法规支持。因此，《缩减》提出了一个问题：如果我们能快速地将这些可行的解决方案扩大实施范围，那么从财务成本和减排的角度来说，能带来什么样的全球收益？

接着我们又问：这些方案中有多少是有赖于人们

的行为改变的，无论是指单个家庭的消费模式的改变，还是农业活动方式的改变，亦或是依赖于社区规模的行为转变？那么，如果个人层面进行改变，又总共可以获得多少减排效果？本报告后面的章节中提到的解决方案是基于合理的假设的，它们证明我们需要的不仅仅是一个技术转型或突破，而是个人和社会改变的意愿。我们的方案清单来自于《缩减》，这也是为了保证假设的一致性，但这并不是说这张清单是一份完整的清单，囊括了减排所需的所有行为改变方案。但这份清单无疑表明，个人和社会在为缓解全球变暖方面可以发挥巨大作用。我们相信，为个人赋权，让他们成为改变的发起者，可以进一步促进企业、政府、地区和国家为气候变化而采取积极的行动。

表1是一张含有30种解决方案的清单，分为四类：食品、农业和土地管理、交通以及能源和材料。我们对每一种方案都进行了定义，描述了它对于碳排放的影响，并根据《缩减》中的计算方法，按照务实情景和优化情景预估了减排效果。在两项（水稻耕种和垃圾回收）中，我们还并入了类似的解决方案，考虑了它们的累计值而不仅仅是单个影响。这些方案的总体减排量可能会在393Gt（务实情景）和729 Gt（优化情景）二氧化碳当量（GtCO<sub>2</sub>-eq）之间。根据《缩减》的模型，2020-2050年间的温室气体总排放量预计为1979 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>37,38</sup>因此，大规模的实施这30种行为改变方案可以在2020-2050年间减少19.9%-36.8%的排放，从而让我们更有可能完成必要节点，实现升温幅度不超过2°C的全球温控目标。

## 30 种缓解气候变化的行为方案

表 1. 30 种通过改变人类在主要经济领域的消耗而实现减排的方案，并区分了不同的情景。排名是按照优化情景的减排效果估值。

注：减排效果的范围是基于对全球范围内实施方案水平差异的假设

领域	方案 (按减排效果排序)	描述	务实情景—优化情景的减排量 (GtCO <sub>2</sub> -eq)
食品	1. 减少食物浪费	从收割到消费的全供应链流程中减少食物的损失和浪费	70.5-93.7
	2. 富含植物的饮食	多吃植物类的食品，少吃动物蛋白和动物类制品（如肉类、奶类等）	66.1-87.0
	13. 清洁炉具	使用清洁炉具可以让燃料效率更高	15.8-24.3
	25. 堆肥	让可降解的垃圾变成有用的肥料，而不是进入垃圾填埋场	2.3-3.6
农业和土地管理	3. 林草复合	在牧场上种树，提高生产力	31.2-65.0
	5. 热带果树	种植树木以及其他多年生的作物，获取果树蛋白、脂肪和淀粉	20.2-47.2
	7. 农林间作	在一块地上同时种树和一年生作物	17.2-37.0
	8. 再生农业	以下六种农业操作方法中至少使用四种：施堆肥、种植覆盖作物、轮作、使用绿肥、免耕或少耕，及 / 或有机种植	23.2-32.4
	9. 农田恢复	恢复退化、荒废了的农田，种植作物或本地植物	14.1-30.8
	10. 放牧管理	调整草场上的载畜率、放牧时机以及放牧强度	16.3-27.9
	12. 水稻强化栽培体系 及改进水稻耕种方式	各种规模的农田都可采用 低甲烷排放的水稻种植方法	14.5-26.1
	19. 保护性农业	采用轮作、种植覆盖作物、少耕	17.4-10.3
	28. 养分管理	减少农田的肥料使用	1.8-2.7
	29. 农田灌溉	安装节水节能灌溉系统，比如滴灌	1.3-2.3



# 交通

4 . 电动汽车	驾驶电动汽车而非传统汽车	<b>10 .8-52 .4</b>
26 . 共享出行	使用共享服务及 / 或拼车	<b>6 .9-29 .5</b>
11 . 公共交通	市内使用公共交通通勤，而非自己开车	<b>6 .6-26 .3</b>
15 . 远程呈现	利用视频会议技术，而非坐商业航班赴会	<b>2 .0-17 .2</b>
16 . 混合动力车	驾驶混合动力车，而非传统汽车	<b>4 .0-15 .7</b>
17 . 单车基础设施	推动市内骑车出行，而非开车	<b>2 .3-11 .4</b>
18 . 步行友好型城市	推动市内步行出行，而非开车	<b>2 .9-11 .1</b>
22 . 电动自行车	市内骑电动自行车出行，而非开车	<b>1 .0-7 .1</b>

# 能源和材料

6 . 屋顶太阳能	安装 1 兆瓦以下的屋顶太阳能光伏系统	<b>24 .6-40 .3</b>
14 . 太阳能热水器	利用太阳辐射预热或加热水，供楼宇使用	<b>6 .1-17 .7</b>
20 . 沼气池	利用有机废弃物厌氧消化技术产生沼气，为家庭供暖	<b>1 .9-9 .8</b>
21 . LED 照明	家庭中使用高能效照明灯具	<b>7 .8-8 .7</b>
23 . 家庭节水	家庭中利用节水装置，如低流量淋浴喷头	<b>4 .6-6 .3</b>
24 . 智能温度计	通过家庭中的感应器和设置，调低暖气或调高冷气温度	<b>2 .6-5 .8</b>
27 . 家庭垃圾回收和再生纸	回收纸张、金属、塑料和玻璃材料	<b>3 .7-5 .5</b>
30 . 微型风力发电机	安装小型风力发电机，为家庭供电	<b>0 .2-0 .1</b>

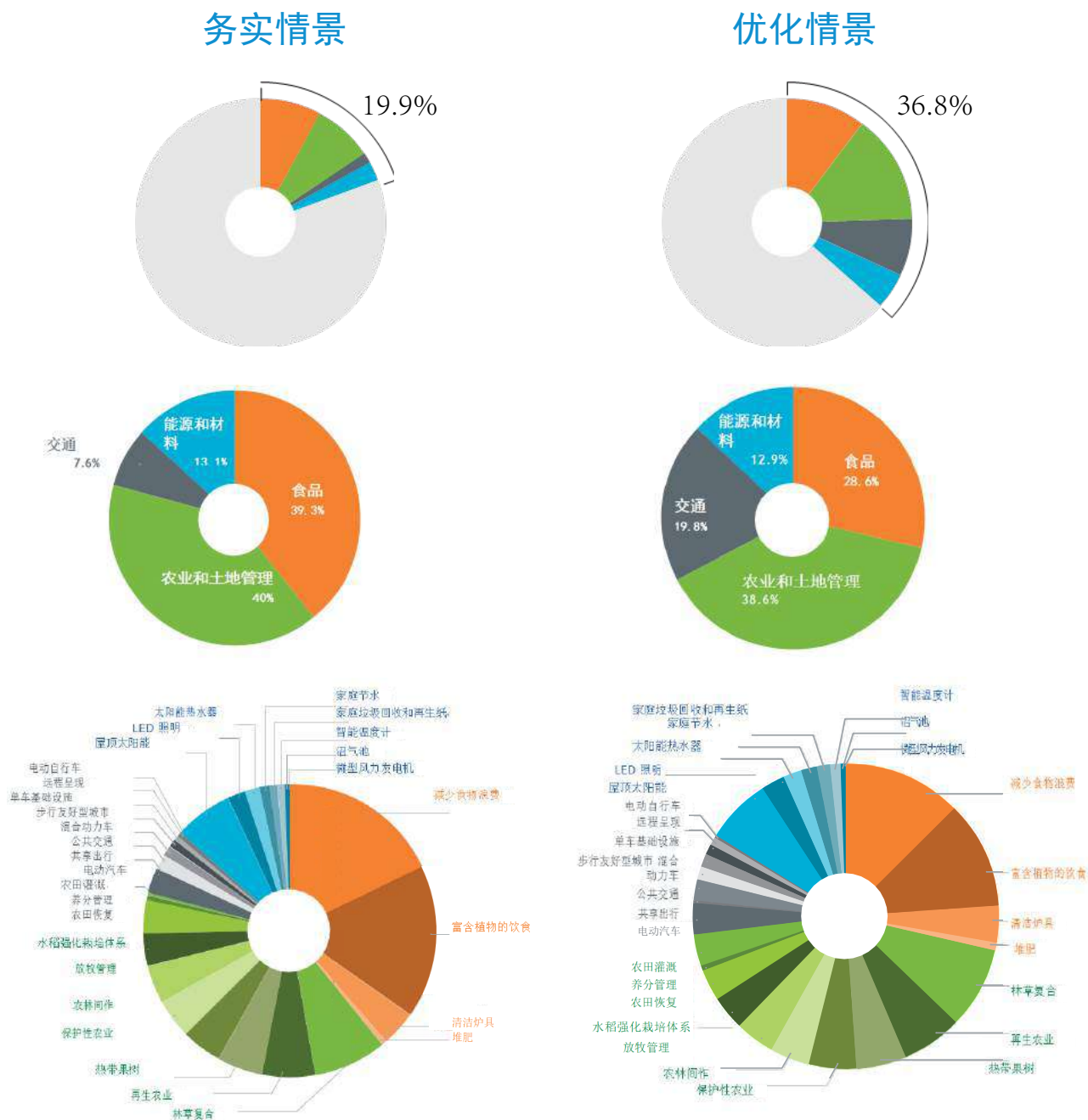
<b>总量</b>		<b>393-729</b> GtCO <sub>2</sub> -eq
减少排放		<b>19 .9-36 .8%</b>

有必要强调的是，这些方案中很多都能给我们带来多方面的收益，而不仅仅是减排方面，包括经济、人类健康和幸福方面的收益。《缩减》是分行业确定并严谨评估现有的可行方案，以减缓及减少全球变暖的初步努力。虽然初衷并不是关注任何一种具体的解决方案，无论是行为方面或非行为方面，但它确实告诉我们：最优的解

决方案中很多都有赖于人类行为的改变。以上行为方案中有 12 个排在《缩减》的前 25 个最优减排方案中，其中 2 个，即减少食物浪费和富含植物的饮食，在减少排放方面位列最有效的前五位。下面的章节将进一步对这些方案进行解释，并举例说明。

## 行为方案对 2020-2050 年间的减排作用如何？

图 4. 30 种行为方案的减排效果，按照《缩减》中的“务实”和“优化”场景进行预测，并与 2020-2050 年间预计累计排放量的参照情景进行对比。第一行的饼图显示的是使用我们的 30 种方案（按领域用颜色做了区分）的总体减排效果，第二行显示了四个领域各自方案的减排贡献，第三行显示了每一种方案的减排贡献。





## 食物

我们选择的食物、烹饪的方法，以及处理相应垃圾的办法都会对温室气体排放产生重要影响。投资基于食物的解决方案会带来双重收益，改善人类健康、食品安全和土地肥沃度。这些方案和农业相关，尤其针对高度依赖个人行为改变的食品供应链。

来源：联合国政府间气候变化专门委员会，2014。



## 减少食物浪费

方案：减少从收获到消费的食品供应链全过程中食物的损失和浪费。

影响：联合国粮农组织（FAO）估计，全球生产用于消费的食物中有三分之一没有到达最终用户手里，导致了每年 4.4 GtCO<sub>2</sub>-eq，相当于 8% 的由人类造成的温室气体排放总量。<sup>39</sup> 这意味着食物浪费导致的全球排放量几乎和全球道路交通的排放量相当。联合国粮农组织还估计，高收入国家中来自于食物浪费的人均排放足迹是低收入国家的两倍多。<sup>40</sup> 食物浪费在供应链的各个阶段都存在，浪费导致的最高的碳足迹发生在最终消费阶段，占浪费的食品总量的 22%，总排放量的 35% 以上，因为供应链中的食物损失碳密集度更高。<sup>41</sup> 虽然在发展中国家，大部分的食物浪费发生在农场和配送阶段，但是在发达国家，食物更可能被浪费掉，这仅仅是因为消费者不喜欢某些食物的“样子”或因为食物已过了保质期。<sup>42</sup> 据估计，这些方案在减少排放方面的效益是巨大的，每年减少的排放量约在 1.3-4.5 GtCO<sub>2</sub>-eq 之间，到 2050 年，累计减少排放为 70.5-93.7 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>43, 44, 45</sup>



## 富含植物的饮食

方案：个人可以食用更多的水果、蔬菜、谷物和豆类，少吃动物蛋白和动物类制品（如牛肉、鸡肉、牛奶），同时要多采购当地食物并关注营养。

影响：动物蛋白是气候变化的主要推手，每年来自畜牧业的排放预计为 7.1 GtCO<sub>2</sub>-eq，占人类相关的温室气体排放总量的 14.5%。<sup>46</sup> 牛肉和牛奶制品占了这个领域排放量的 60%，而猪和禽类制品占了另外的 15-20%。如果全球的牛组成一个国家的话，它将是全球第三大温室气体排放国。<sup>47</sup> 根据世界资源研究所（WRI）的资料，2009 年全球人均蛋白消耗量超过了饮食需要；通过减少 45% 的动物蛋白消耗，美国人可以将与饮食相关的排放减少一半。<sup>48</sup> 畜牧业对于环境有很大的影响，这是因为它对自然资源的消耗是通过几个领域实现的：开荒（通常是砍伐森林）以修建牧场、生产作物来为动物提供饲料，奶制品生产全过程的冷藏冷冻，绿肥储藏和加工，以及贯穿供应链的化石燃料的消耗。如果能转而采用富含植物的饮食，到 2030 年，每年全球可以少排放约 1.5 GtCO<sub>2</sub>-eq 的温室气体，到 2050 年，总共减少排放 66.1-87 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>49, 50</sup>



## 清洁炉具

方案：使用能效高的炉具和燃料，弃用传统的炉具或使用明火的烹饪方式。

影响：今天，世界上有约 30 亿人使用炉具和生物质燃料。<sup>51</sup> 这种方式会产生温室气体排放，排放不仅产生于烹饪的过程中，还产生于从森林中收集燃料的过程中，两者加起来占了全球温室气体排放量的 2%-5%。<sup>52</sup> 同时，由于会接触到炭黑，长期使用传统炉具还对健康有影响。如果能用 1 亿台改进后的炉具进行替代，就可以让全球排放减少约 11%-17%，因为与传统炉具相比，改进后的炉具可以减少 95% 的排放。<sup>53</sup> 成本和社会及文化传统仍然是采用新炉具的障碍，<sup>54</sup> 但如果在 2050 年之前改进后的炉具能占据 16% 的市场，我们就可以减少排放 15.8-24.3 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>55</sup>



## 堆肥

方案：可将降解的废弃物（如食物碎片、植物材料）转化成土壤肥料，而非送往填埋场。

影响：在全球的城市里，每年产生的 13 亿吨城市固体废弃物（MSW）中几乎有一半是有机废弃物。<sup>56</sup> 如果将有机废弃物填埋，它们会进行厌氧分解，产生甲烷，而甲烷是一种危害很大的温室气体。堆肥可以将有机废弃物转化成稳定的土壤碳且不产生甲烷，这样它们就可以成为肥料，改善土壤状况，而且能进一步固碳。<sup>57</sup> 如果所有国家都能达到欧盟国家中常见的堆肥率，即将 57% 左右的有机城市固体废弃物用于堆肥，那么预计到 2050 年，全球可减少 2.3-3.6 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放，这相当于减少了这些废弃物送往填埋场后产生的甲烷排放量，还不算施堆肥后的固碳量。<sup>58</sup>



## 农业和土地管理

联合国政府间气候变化专门委员会估计，农业、林业和其他使用土地的领域(AFOLU)每年的排放量为10-12 GtCO<sub>2</sub>-eq，相当于与人类相关的全球温室气体排放量的近1/4。减少排放的方案包括解决高排放或不可持续的土地使用和农业操作的方法。在这两个领域中，行为改变对减排都有巨大的作用，也会带来生态系统和经济方面的收益。下面的方案是从行为改变的角度看，潜力尤为突出的。

来源：联合国政府间气候变化专门委员会，2014



## 林草复合

方案：在牧场上种树，在养殖的同时还提高了生产力。

影响：有树的牧场相比同样面积但没有树的牧场，固碳的能力要高4-9倍。<sup>59</sup> 林草复合有额外的收益，比如改善土地和动物的健康和产量，同时还为农民带来了可销售的产品，如坚果和水果。<sup>60</sup> 如果全球采用林草复合的土地面积在2050年以前能从目前的3.51亿英亩扩展到5.54亿英亩，这个方案就可以减少31.2-65 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放量。<sup>61</sup>



## 热带果树

方案：从种植一年生作物转为种植多年生木本作物，以生产食物。

影响：我们每年种植的作物主要是一年生作物。多年生作物每年都可以收获，产量和上一年类似，但固碳率会更高。热带果树消耗的能源、肥料和杀虫剂都更少。<sup>62</sup> 如果到 2050 年这些果树的种植面积能扩展到 1.53 亿英亩，那么这些植物就可以固碳 20.2-47.2 GtCO<sub>2</sub>-eq。此分析的假设前提是在不毁林的情况下在现有的土地上增加果树种植。<sup>63</sup>



## 农林间作

方案：在同一块土地上种植一年生作物和树木。

影响：农林间作可以增加土壤中的碳含量，同时提高土地的生产力。<sup>64</sup> 农林间作有许多种形式，可以带来不同的收益。<sup>65</sup> 有一些系统用树木来帮助作物生产，其他的则用树来保持水土，防洪或防风。在全球 5.71 亿英亩的土地上应用这种方法可以在 30 多年的时间里固碳 17.2-37 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>66</sup>



## 再生农业

方案：以下六种农业操作中至少采用四种：施堆肥、种植覆盖作物，进行轮作，使用绿肥，免耕或少耕，或/及有机种植。

影响：和保护性农业一样，再生农业也有很多优势，它们的主要区别在于是施堆肥和有机质来提高土壤性能还是使用杀虫剂或化肥。<sup>67</sup> 实施再生农业的农场发现，土壤中碳的含量在过去十年从 1-2% 上升到 5-8%，也就是说每英亩土地可以储存 25-60 吨碳。最理想的是，保护性农业（19 号方案）随着时间的推移可以转为再生农业，以获得最大的收益。这种类型的农业到 2050 年预计可以减少 23.2-32.4 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>68</sup>



## 农田恢复

方案：恢复退化、荒废了的农田，种植作物或本地植物。

影响：全世界估计有 9.5-11 亿英亩的荒废农田。<sup>69</sup> 这些土地原先是种植作物或用来放牧的，现在成了荒地，无人来开发或将其恢复成森林。这些地里的土壤因为被侵蚀，可能会成为排放源，而将这些荒废的土地重新恢复成农田则可以让它们成为碳汇。<sup>70</sup> 农田恢复的方法可以是种树，鼓励种植本地植物，或引入再生农业。71 到 2050 年，有 4.24 亿英亩的荒地可以被恢复，这一共将减少 14.1-30.8 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>72</sup>





## 放牧管理

方案：通过调整草场上的载畜率、放牧时机以及强度，改变放牧操作。

影响：草场因为有了迁移的草食动物而受益，它们成群结队地来，猛一阵吃草，用蹄子搅动土壤，然后继续前行。<sup>73</sup> 放牧管理是模拟兽群行为的一系列操作，具体包括控制牲畜在一个具体区域吃草的时间以及在下次牲畜来吃草前草地的休息时间等。<sup>74</sup> 经过管理的放牧行为可以为每英亩牧场固定 0.5 到 3 吨碳中。<sup>75</sup> 到 2050 年，这种方案一共可固碳 16.3–27.9 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>76</sup>



## 水稻强化栽培体系及改进水稻耕种方式

方案：通过改变灌水和种植模式等一系列的创新技术，对各种规模的农田采用低甲烷排放的水稻种植方法。

影响：全球来看，水稻种植至少占农业总排放量的 10%，主要原因是水稻田的环境很适合产生甲烷的微生物繁殖。<sup>77</sup> 经过改良的水稻种植以及水稻强化栽培体系（SRI）可以在增加水稻产量的同时减少排放。这些方法包括几种不同的技术：排掉中稻田的水以减少稻田中的水量，以及令稻田在干湿状态之间轮换；种植需水量低的品种，同时在两株秧苗中间留更多空间；免耕播种并施堆肥来改善土壤健康等。<sup>78</sup> 目前全球已有 400–500 万农民在使用这些方法，获得的好处包括产量提高 50%–100% 的同时种子和水的用量降低。如果进一步实施这些方法，将可能在 2050 年以前共减少超过 14–26.1 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放量。<sup>79</sup>



## 保护性农业

方案：采用轮作、种植覆盖作物、少耕。

影响：保护性农业的好处包括增加富含碳的土壤有机质（SOM），从而固定大气中的碳，提高作物产量，缓解土壤流失和退化的问题。<sup>80</sup> 如果在占地球陆地面积 37% 的全球农田上采用这些方法，其减排的效果将是巨大的：到 2050 年，保护性农业可以减少高达 17.4 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>81, 82</sup> 行为改变有两种方法：一是直接影响种植者（如农民），让他们采用改进后的农业种植法，二是影响消费者，让他们购买以这些方法种植的产品。



## 养分管理

方案：农民更有效地管理在农业系统中使用的氮肥。

影响：自氮肥被引入农业系统后，农业产量得以大大提高，但施氮肥也会带来一氧化二氮（一种危害很大的温室气体）的排放。<sup>83</sup> 在很多国家，施肥常常是过量的，而多余的氮如果不能被植物吸收，就会产生一些不良的后果。<sup>84</sup> 另外，化肥的生产也是一个高能耗的过程，会产生额外的二氧化碳排放。我们只需在2050年以前将21亿英亩的农田所使用的化肥量减少10%，就能减少相当于1.8-2.7 GtCO<sub>2</sub>-eq的一氧化二氮排放。<sup>85</sup>



## 农田灌溉

方案：改善全球灌溉系统，利用喷淋技术和滴灌技术。

影响：农业消耗了全球70%的淡水资源。<sup>86</sup> 根据世界水资源评估计划，灌溉对于全球40%的粮食生产都是非常关键的。灌溉系统对能源需求高，需要泵水及输送，因此，灌溉也是碳排放的来源。改进后的灌溉技术，如滴灌和喷淋灌溉，能帮助农民更加准确高效地使用水。<sup>87</sup> 如果使用改进后的灌溉技术的农田面积能从2020年的1.33亿英亩上升到2050年的4.48亿英亩，将不仅能节水，还能减少1.3-2.3 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放。<sup>88</sup>

## 交通

2010年，能源总需求中超过25%以上来自于交通领域。据预计，在2050年之前，这种上升的态势还将继续。因此，交通领域的减排应该尽快采用低碳技术，尤其在世界的城市化进程仍在继续的背景下。虽然技术革新对于实现减排目标非常重要，但个人和家庭的活动也是排放增长的一个主要原因，因此如果个人和家庭的行为能改变，就会产生很大的效果，实现很高的减排量。目前，很多的相关技术已经存在，我们只需要在更大范围内推广。以下行为方案包括零排放或低碳的出行方式。一旦规模化推广，包括以下方案在内的很多手段都能够大幅减少交通领域排放。

来源：联合国政府间气候变化专门委员会，2014







## 电动汽车

方案：驾驶电动汽车而非传统汽车。

影响：电动汽车正逐步替代现有的燃油车。今天，路上行驶的电动汽车已有 100 万辆。<sup>89</sup> 这些电动汽车由电机和高性能电池驱动。根据电的来源不同，与燃油车相比，它们可以减少 50–95% 的排放。同时，电动汽车更易制造和维护。这些车辆单次充电后可以行驶 80–90 英里，一些更新的车型甚至可以达到 200 英里。如果电动汽车的使用率在 2050 年之前能达到 16%，就可以为我们减少 10.8–52.4 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>90</sup>



## 共享出行

方案：使用共享服务以及 / 或拼车出行，而非私家车。

影响：共享出行可以减少单人单车的传统通勤方式。在很多国家，尤其是美国和加拿大，单人单车是主要的出行方式。在共享出行的方式中，连接乘客和驾驶人的技术很关键，比如手机应用。有些国家的主要出行方式为单人单车，这种出行方式已成为全球增长最快的排放源，因此，行为改变也同样重要，我们需要让新的出行方式在这些国家成为常态。<sup>91</sup> 对于新的出行方式推广后可能带来的减排效果，大家有不同的预估，但通过将拼车率从 10% 提升到 15%，从而减少车辆的行驶里程数（VMT），就可以在 2050 年以前减少 6.9–29.5 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放量。<sup>92</sup>



## 公共交通

方案：市内选择公共交通通勤而非私家车。

影响：和共享出行一样，公共交通（如公汽、地铁、有轨电车、通勤列车）可以减少私家车的使用，而后者是当今世界增长最快的排放源。手机应用的使用以及公共交通不断提升的效率和可靠性使得公共交通成为人们更加轻松的选择。此外，公共交通还减少了出行的车辆数量，缓解了交通拥堵，同时也让人们的出行更加安全，活动范围更大。<sup>93</sup> 如果在 2050 年以前，公共交通的使用比重能上升到 40%，就能共减少碳排放 6.6–26.3 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>94</sup>



## 远程呈现

方案：利用视频会议技术，而非乘坐商业航班赶赴远距离的商业会议。

影响：2010 年，航空业的排放占据全球排放总量的 2%，交通行业排放的 12%。国际民航组织预测，到 2050 年，航空业的排放将增加 300–700%，使得航空业成为增长最快的温室气体排放源之一。<sup>95</sup> 这些预测中还没有考虑非二氧化碳源对于气候的影响，比如水蒸气、气溶胶和氮氧化物。它们会造成高纬度地区更多的辐射强迫，并将对气候造成比二氧化碳排放还高 2–4 倍的历史性影响。<sup>96</sup> 在企业中更多地使用远程呈现和视频会议技术可以减少出差带来的排放，同时，改变消费者的行为，让他们减少坐飞机旅游的频率也是直接降低航空业排放的方法。如果能用远程呈现的方式代替 1.4 亿次的差旅飞行，就可以在 2050 年之前减少 2.0–17.2 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>97</sup>





## 混合动力车

方案：个人由驾驶传统的内燃机汽车转为驾驶混合动力车。

影响：由于混合动力车有一个电动机、一块电池，还有一个内燃机发动机，它们比传统汽车能效更高，且排放量更低。提高乘用车的燃油效率是减少交通行业排放的一个关键策略。<sup>98</sup>混合动力车被认为是零碳交通出现之前的一个优质的中期解决方案。<sup>99</sup>如果在 2050 年之前混合动力车的市场份额能达到 6%，增加 3.5 亿辆混合动力车，就可以减少二氧化碳排放 4–15.7 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>100</sup>



## 单车基础设施

方案：市内骑车出行而不是开车或使用其他机动车出行，以及建设自行车配套设施。

影响：2014 年，全球城市中骑车出行的比例占出行方式的 3–5.5%，有些城市甚至高达 20%。<sup>101</sup>选择骑车出行还可以降低汽车行驶里程（VMT），从而减少交通行业的排放。此外，它还可以改善空气质量和人们的健康状况。增加骑车出行比例需要新的城市规划和自行车基础设施，同时人们的行为改变也是必要的。在丹麦，市内 18% 的出行方式都是骑行，荷兰的比例则高达 27%，<sup>102</sup>而美国则只有 1%。市内出行方式中骑行的比重只需在现有的 5.5% 基础上略微提高 2 个百分点，就可以在 2050 年之前减少 2.2 万亿 VMT，相当于 2.3–11.4 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放量。<sup>103</sup>



## 步行友好型城市

方案：市内步行出行而不是开车或使用其他机动车出行，以及建设适合步行的环境。

影响：全世界人们每天步行的平均时间只有7分钟，而我们选择开车的时长却是走路的7倍。<sup>104</sup>和骑行一样，步行也有诸如减少碳排放，改善空气质量和个人健康状况等诸多好处。它也是一种简单无成本的交通方式。建设步行友好型城市不仅意味着让短距离步行到方便的地点成为可能，还意味着要让人们享受步行过程。如果用步行代替车辆出行的比例能上升5%，我们可以在2050年之前减少排放2.9-11.1 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>105</sup>



## 电动自行车

方案：市内出行使用电动自行车而非驾车。

影响：当今世界最环保的机动出行方式非电动自行车莫属。<sup>106</sup>电动自行车有一个由电池驱动的小电动机，能让它比自行车的行驶速度快，也能去更远的地方。尽管电动自行车的排放比普通自行车要高，它们的能效仍然比包括电动汽车在内的汽车要高一些。<sup>107</sup>如果在2050年以前，骑电动自行车出行的距离能从2014年的2490亿英里上升到1.2万亿英里，这个方案将可以减少1-7.1 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放。<sup>108</sup>

## 能源和材料

如果不对当今的能源结构做任何改变，在基线情景下，能源领域的碳排放到 2050 年将至少会翻一番。能源和材料消耗带来的诸多影响都和不同的经济领域相关，比如，消耗来自于棕榈油、木材以及类似物品的商品会推动毁林和土地使用性质的改变。减少对这些产品的需求可以保护森林和生态系统，提高固碳率。当这样的需求实在不能减少时，重复使用或回收也是能减少排放并降低经济成本的方法。能源和技术方案的价格越来越低，有助于我们鼓励可持续的行为方式，消耗更少的水、燃料和自然资源。

来源：联合国政府间气候变化专门委员会，2014





### 屋顶太阳能

方案：安装小规模太阳能光伏系统，为家庭提供能源。

影响：到2050年，通过利用太阳能来产生清洁能源的屋顶太阳能系统可以帮助我们大幅减少温室气体排放。随着太阳能系统的价格越来越亲民，有人预计，到2050年屋顶太阳能系统可以占据全球发电总量的6.88%，即大概3578太瓦时，相当于在2020-2050年之间减少24.6-40.3 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放。<sup>109</sup>



### 太阳能热水器

方案：利用太阳能辐射预热或加热水供家庭和楼宇使用，而不是使用化石燃料。

影响：全球住宅能源需求中有25%是对热水的需求。用太阳能烧水可以减少50-70%的燃料需求。<sup>110</sup>由于太阳能热水器大大节约了能源，因此成本很快就可以收回，并继续为用户带来长期的经济效益。塞浦路斯、以色列等国目前的太阳能热水器使用率达到了90%，这是因为从上世纪80年代起，它们就颁布了推广太阳能热水器的政令。事实也证明，太阳能热水器适用于所有的国家和各种气候条件。如果到2050年，太阳能热水器能占据25%的市场份额，就可以减少6.1-17.7 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放。<sup>111</sup>



### 沼气池

方案：将有机废弃物（如绿肥）放进密封好的池子里，通过厌氧消化就可以生成沼气，为家庭供暖，而无需使用烧木柴、木炭或化石燃料的炉子。

影响：沼气池可以产生更清洁的燃料和产品供家庭使用，同时还能减少绿肥由于分解而产生的甲烷和一氧化二氮的排放。同为温室气体，甲烷却比二氧化碳的危害大30倍，这也使得绿肥的管理更加重要。除了沼气以外，沼气池还能产生可用来做肥料的固体物质。每个沼气池每年可以减少1.25-2.95吨二氧化碳当量的排放，<sup>112, 113</sup>如果能在更大范围内实施，到2050年，将可以减少共1.9-9.8 GtCO<sub>2</sub>-eq的排放。<sup>114</sup>燃烧过程中，每燃烧一兆焦耳的燃料<sup>115</sup>，沼气池仍会产生0.02千克的二氧化碳，但是由于副产品更加清洁，因此和传统的木柴或木炭相比，对健康更有好处。



### LED 照明

方案：在住宅中使用高效的发光二极管（LEDs）而不是其他的传统住宅照明方式（如紧凑型荧光灯、卤素灯、白炽灯）。

影响：LED灯能效高是因为它们的设计原理是将大部分的能量转化为光而不是热，因此耗电量更低。当前，LED灯只占照明领域的一小部分，但据预计，到2050年，它们可以占据90-100%的市场份额，尤其考虑到目前LED灯的价格还在继续下降的因素。<sup>116</sup>LED灯的平均寿命为5-10年，从长期来看可以省钱。住宅用LED可以在2050年以前帮助我们减排7.8-8.7 GtCO<sub>2</sub>-eq。<sup>117</sup>





### 家庭节水

方案：在家中安装和使用节水装置，如低流量的淋浴喷头和水龙头。

影响：家庭对能源和水的消耗占据了全球能源总需求的 23% 左右。<sup>118</sup> 由于家庭中照明和电器、供暖供冷以及烧水所使用的能源大部分来自于化石燃料，因此家庭对能源和水的需求占了全球二氧化碳排放量的 17%。<sup>119</sup> 在世界范围内，由于热水占据了住宅能源需求的 25%，因此鼓励人们主动减少家庭的能源和水消耗可以大大减少排放。<sup>120</sup> 虽然人们的预测大不相同，但通过一些家庭节水措施，比如缩短淋浴时间，凑满一整筒脏衣再洗，以及一些节能措施，如把温度设定在一个适当的位置，不用的时候关掉灯和电器，可以减少多达 15-20% 的家庭能源用量。<sup>121</sup> 即便是仅仅使用低流量的淋浴喷头和水龙头一项，就可以在 2050 年之前减少 4.6-6.3 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放量。<sup>122</sup>



### 智能温度计

方案：在家中安装可以控制供暖和供冷的装置来替代传统的温度计，最大化地实现节能。

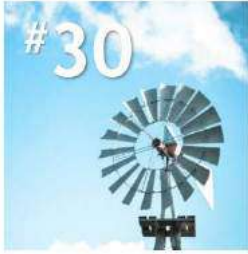
影响：当前的趋势显示，大部分有温度计的房主并没有用它们来设置温度以实现能源使用的最优化。智能温度计可以存储有关房主喜好的数据，同时还可以在白天和黑夜调整供暖和供冷模式。这就可以节约 10-15% 的能源，同时还能将家庭的温度维持在一个舒适的水平。如果智能温度计能在 2050 年以前被 46% 的有网络连接的家庭使用，就有可能减少 2.6-5.8 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>123</sup>



### 家庭垃圾回收和再生纸

方案：回收和再利用纸张、金属、塑料和玻璃材料。

影响：世界各地快速的都市化进程导致了固体废弃物的数量失控。金属、塑料、玻璃和其他材料的废弃物比其他任何的环境污染物产生的速度都要快，包括温室气体在内。<sup>124</sup> 到 2000 年的时候，生活在城市的 29 亿居民每天产生的固体废弃物数量已经达到了 300 万吨，而到 2025 年，这个数字还将翻一番。<sup>125</sup> 有效的废弃物管理策略包括废弃物减量、废弃物转化和废弃物再利用等，通过这些措施，可以节省本来处理废弃物或制造新材料所需要的能源，从而实现减排。生铝的生产能耗非常高，但是再生铝的制造却可以减少 95% 的能耗和排放。<sup>126</sup> 塑料制品的浪费很大，全球每分钟就会卖出 100 万个塑料瓶，但只有不到 1/2 被回收再利用，只有 7% 被制成新的塑料瓶。<sup>127</sup> 自 2010 年以来，全球纸浆和纸张年产量一直在 4 亿吨以上。<sup>128</sup> 在世界先进城市，各种材料的回收率已经达到了 65% 以上，如果全球平均水平能达到这个水平，那么到 2050 年，总共可以减少 3.7-5.5 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。<sup>129</sup>



### 微型风力发电

方案：安装 100 千瓦以下的小型风力发电机而非使用化石燃料为家庭供电。

影响：虽然不如作为公用设施的大型风力发电机流行，微型风力发电机能够让处于城市以及农村地区的家庭、小农场或楼宇满足自身电力需求。即使是在非常偏远的地方，也能用它们来泵水，照明和充电。如果到 2050 年小型风力发电机的发电量能占全球发电量的 1%，就能减少 0.2 GtCO<sub>2</sub>-eq 的排放。目前，小型风力发电机的成本太高，这成为它实现规模化的一个重要障碍。但一旦实现规模化，那么在无法接入中央电网的地区，这种清洁、可再生的能源就能产生巨大的影响。<sup>130</sup>

## 总结：30 种用于减排的行为方案

本章中特别提到的这 30 种方案只是减少温室气体排放的所有行为方案中的一部分。《缩减》中预计，仅仅通过使用这些方案，就能在 2050 年之前减少 393 .3-728 .9 GtCO<sub>2</sub> 的排放，相当于全球累计排放估值的 19.9-36.8%。如果我们将这 30 种方案和《缩减》中含 80 个方案的完整清单对比，就会发现我们选出的方案占了减排预计总量的 39.7-45.2%。具体的百分比取决于用哪种情景来预测未来的排放增长——对于包括了全球能源、建筑和交通领域快速脱碳行动的更宏大的情景，行为方案将占据减排方案中更大的份额。当全球希望将升温幅度控制在 1.5 或 2°C 以下时，行为方案对于实现这样的目标就尤为重要了。

在很多情况下，行为方案还节省大量成本并带来额外的收益，比如改善人们的健康和自然环境。尽管很多技术已经是现成的，也有支持行为改变的理论，但到今天，很多的解决方案的最大作用仍未得以发挥。要让这些方案完全实现它们的功能，就需要新的方法来改变人们的消费模式。好消息是，在社会和行为科学领域兴起的一场革命告诉我们，社会心理学、行为经济学、社会学、政治学、进化生物学和许多其他的不同学科给我们提供了新的策略，来帮助人们改变行为，减少对我们这个地球上自然资源的过度消耗。





# 理解人类行为

## 导言

科学家长期以来一直在研究人类社会中个人和集体的行为。人类行为学在过去几十年中迅速发展。跨越经济学、人类学、政治学、进化生物学、心理学、神经学和其他学科的新观点已经转变了全球对于人类行为和决策的认识。公共及私有部门以及非政府组织也随之做出了改变。超过 100 个政府和机构正委托“行为改变团队”或“助推小组”通过运用人类决策机制的新手段来帮助它们改善政策。<sup>131, 132</sup> 产品营销者在升级渠道开发、广告及销售的方法。公民社会，尤其是公共卫生和农村发展领域也在仿效。这种转变使人们对人类行为改变方面的见解和专业知识有越来越多的需求。

环境挑战需要我们的行为改变，行为改变的话题也已经跨越学科被广泛研究。人类行为的理论模型，尤其是和消费相关的模型对于认识行为是非常重要的，它同时也告诉我们行为是如何被改变的。这些模型帮助我们理解了社会和心理方面的因素是如何影响行为的，而这又能进一步帮助我们找到有效的干预策略。消费者行为的理论模型方面的文献很多也很复杂。<sup>133</sup> 本章将简要介绍这些模型中的几个，作为“行为改变理论工具包”，并重点关注由理性选择模型转向支持当代行为学进步的模型的现象。

## 行为学概览

### 理性选择理论

指导过许多现有政策的行为理论是我们所熟知的“理性选择模型”，它声称行为来自于个人为获得个人决定的最大的预期收益而采取的行动。个人会先衡量预期收益和成本，以及选择能带来最高预期净收益或最低预期净成本的行为或行动，然后做出决定。<sup>134</sup> 这个理解行为的框架和许多奠定了古典经济学（其核心内容就是成本效益分析）的理论类似。这个模型对于社会行为做了几个重要假设。首先，它假设选择是纯理性的；第二，它假设个人是决策分析的适当对象；第三，它假设选择总是能实现预期价值的最大化且总是符合个人的利己主义的。<sup>135</sup> 运用了期望—价值框架的行为改变理论包括理性行为理论和计划行为理论。<sup>136, 137, 138</sup> 通过评估一种行为的结果而形成对此行为的态度加深了行为信念，而通过遵从他人的想法从而形成对某种行为的主观规范则加深了规范性信念。它们在一起就形成了行为意图和最终行为。

理性选择模型长期以来受到批评，被认为是一种有限的人类行为解释理论，这并不让人惊讶。大部分批评是针对模型的核心假设，即认为个人可以获得完全的信息并以此为基础进行成本效益分析。由于未来有不确定性，而现在的信息也需要成本，因此这种假设通常站不住脚。这种批评在赫伯特·西蒙关于“有限理论”概念的研究中得以突出，这种概念认为个人的决定并不是在选择中“择优”，而是通过“牺牲”，或选择只要能达到最小收益水平的行为。<sup>139</sup> 另外，早如威廉·詹姆斯(1892)，近如当代作者都援引了注意力局限的概念，即认为人类能分配给费脑力的活动的直接注意力是有限的，而且处理信息的认知渠道数量也是有限的。<sup>140, 141, 142</sup> 其他的批评也证明了情绪通常是如何在决策过程中发挥比理解预期成本和收益更重要的作用的。其他人还称，利己主义并不总是个人做决定的唯一考虑因素，道德、社会和决定的情景维度也会极大地影响决定。计划行为理论引入了一个新的变量到理性行为理论中并辅以感知行为控制来证明感知自我效能以及支持性条件也对行为有影响。<sup>143</sup> 这些批评中很多都超出了心理学和社会学的研究范畴，现在它们成为支持行为学和经济学新兴领域中诸多理念的基础。

### 当代行为学的进步

2002 年，心理学家丹尼尔·卡内曼因其和阿莫斯·特沃斯基合作推出的“前景理论”而获得了诺贝尔经济学奖。前景理论描述了人们是如何在不确定的情况下决策，以及决策过程又是如何偏离大部分理性行为理论中的理性选择或“规范性”模型预期的。<sup>144</sup> 前景理论明确提出，由于会受到决策组织方式的影响，人类决策并非总是最优化的结果。卡内曼和特沃斯基在启发法和偏见方面的研究探索了在人类行为中发挥作用的一些心理学因素。在卡内曼的全球畅销书《思考，快与慢》中宣传的那样，大脑的心理力量可以被广义地认作是“系统 1”和“系统 2”。系统 1 是快速的，基于直觉的，自主控制的，与情绪相关的；而系统 2 则是受控的，深思熟虑的和分析性的。



系统 1 依赖启发法或认知捷径，决策过程中的偏见或可变性由它产生。<sup>145</sup> 卡内曼的双系统理论框架解释了为什么判断并不总是理性的结果，相反判断常常是由依赖印象和情感因素的系统 1 做出的，即便系统 2 试图监控这种行为却未能成功。同时，也应该考虑我们的非理性行为蕴含的适应能力，而不是认为它比理性行为差。<sup>146</sup> 在人类的进化过程中，我们也曾需要凭借有限的信息快速做出决定，而思维捷径对于我们的生存是非常关键的。早期人类就曾通过从周围环境中广泛取样，再建立起关于周围环境的意境地图而获益；但如果人类在决策中严格遵循理性模型，就不可能做到这一点。<sup>147</sup> 因此，人类既能做理性决策，也能做非理性决策，两种在不同的情境下都是有价值的。

2017 年，和卡内曼曾密切合作过的理查德·塞勒在卡内曼和特沃斯基的前景理论基础之上进一步研究，也获得了诺贝尔经济学奖。塞勒的研究和其他行为经济学家的研究都强调了人们是如何违背经济学的理论，做出非理性但又可以预测的行为的。<sup>148</sup> 有很多的证据都能支持个人总是做出非理性决策的观点。塞勒和凯斯·桑斯坦的畅销书《轻推一把：改进关于健康、财富与快乐的决定》中就回顾了这么多这样的证据。<sup>149</sup> 《轻推一把：改进关于健康、财富与快乐的决定》以及《思考，快与慢》中谈到的实验都表明，个人的决定并不是建立在完美的信息和理性的选择之上，而是或多或少地依赖价值观、信念和社会规范等心理因素，是习惯和常规的结果，并不包含深思熟虑的认知过程。2017 年年末，提倡用另一种方法影响行为的新研究——“促进 (boost)” 诞生，并解释了轻推 (nudge) 和促进在理论和实践上的区别。轻推通过影响一个人的环境让目标行为更容易做出，而促进是通过培养决策过程中的能力、技能及增进知识，以实现人类的能动性以及合作。<sup>150</sup>

## 行为改变模型

行为学革命带来了一系列模型和启发法理论，解释行为改变是如何发生的。采取干预手段去影响人类行为和选择的做法在不同程度上都是基于这些模型的。模型太多，无法在此详细论述，但下面我们会提到大部分主流行为改变模型中都出现过的几个原型。在描述完每个模型之后，我们还会使用以下符号总结其逻辑：



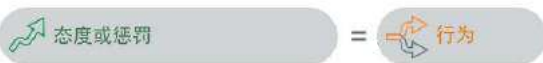
## 教育模型

和理性行为体模型一样，环境教育是作为影响行为改变的一个主要策略而产生的。拉姆齐和瑞克森 (1976) 的环境知识与态度模型是最早提出教育可以唤醒人们的意识和态度改变，从而带来行为改变的模型之一。<sup>151</sup> 海恩斯 (Hines)、汉格福特 (Hungerford) 和沃尔克 (Volk) (1987) 后来提出了一个利用知识、心理学变量、意图和情景因素的模型来研究行为。<sup>152</sup> 另外，教育在环保宣传方面仍是一个重要的策略，尽管有证据显示它单独使用的效果没有和其他方法一起配合使用的效果好。在教育的方法里面，也需要区分不同类型的知识中哪些在干预手段中是有用的，比如与行为相关的什么、为什么和怎样做。<sup>153</sup>



## 外在动机模型

在行为学和心理学研究中，曾经有一段时期，用外在动机来促进行为改变是实验的主流。正如我们今天的“胡萝卜加大棒”策略一样，外在动机认为可以通过外部的激励和 / 或惩罚来影响人类的行为。虽然今天这个策略仍然很常用，但研究者表明外部动机的主要弱点是无法促成长期的行为，且需要持续或逐渐加大的干预来维持同样的结果。



## 内在动机模型

有越来越多的文献开始研究内在动机在引导行为改变方面的作用。爱德华·L·德西和理查德·瑞安是自我决定理论概念的创立者，他们认为有一些行为和目标是人们自愿去完成的，这是因为他们觉得这是享受。<sup>154,155</sup> 具体来说，他们认为构建能力、自主性或自我效能，以及关联需要是自发的，可以用于行为改变的过程中。虽然外在动机和内在动机通常被放在对立的角度的，但其实它们都在



以信息处理为基础的模型

还有一些模型的核心是人的需求，并将之看作信息处理器。这些模型强调行为和决策的认知理论和情感因素，尽管设计它们的初衷并非是促进行为的改变。使用了这个方法两个模型是基于确定性的决策<sup>156</sup>和合理个人模型。<sup>157,158</sup> 两个模型都认为，动机和行动的核心是人类对信息的基本需求。合理个人模型是建立在建立模型的概念之上的，也就是追求效率和有意义的行动。建立模型涉及人类与生俱来的希望了解和探索周围世界的愿望，因此当我们获得了信息之后就会建立环境的意境地图。对效率的追逐意味着人类注意力是有限的，要做好一件事必须保持头脑清晰。我们还想要通过发展和完善技巧来增强能力，以便在一个既定的情境中知道如何反应。最后，有意义的行动讲述了人们为什么需要被别人需要以及人们为什么喜欢参与解决问题。合在一起，这三个方面形成了一个有力的框架，为决策提供了一个支持性的环境



## 社会模型

社会模型大部分建立在社会学理论上，和个人主义理论不同，它更关注人与人之间的互动且决定了个人行为方式的情景和结构。<sup>159</sup> 它们更关注行动而不是采取行动的人，且试图理解为什么在不同的社会和基础设施情境下，这些行动是无法避免的。

著名的社会模型包括规范激活模型以及价值—信念—规范模型。<sup>160,161</sup> 两个模型都依赖个人规范的激活或形成，个人规范的激活或形成又会带来个人的责任感，最终促成行为改变。规范激活模型认为，个人规范是社会规范内化的结果，因此，这个模型能帮助人们按照社会中被广泛接受环保规范来行动。价值—信念—规范模型认为，个人价值和信念体系可以透过个人规范看出来，它们能够塑造我们的行为，因为我们总是希望即便在不同的情境下，自己也会做出价值观一致的行动。关于规范的讨论还包括描述性规范和命令性规范之间的重要区分。描述性规范是人们当前的行为以及人们常做的事情，而命令性规范是人们应该做的行为。罗伯特·西奥迪尼关于规范和说服力的研究为提供了一些最为清楚的证据，证明为什么将针对某一个行为的描述性规范和指令性规范放在一起（比如乱扔垃圾或酒店毛巾再利用）对于行为干预是重要的。<sup>162,163</sup> 由于人们试图和环境及社会规范保持一致，因此证明其他人的行为是常见的、负责的这一点对于改变行为非常有效。最后，动态规范方面的新研究还表明，人类会注意到规范中随时间而变化的部分，并随之调整自己的行为。<sup>164</sup>

最后，促进行为改变还有社会支持和基于团队的方法。这些方法有助于建立一个社会环境，个人之间通过合作来了解一个问题，并互相激励来解决问题，最后就进展进行回顾。心理学家库尔特·勒温是最先理解社会群体动力以及个人参与解决问题如何能带来新的行为这个观点的人之一。<sup>165</sup> 在他之后，一些研究者探索了用于影响环境友好型行为的基于团队的方法，发现它们比传统的行为改变方式更成功，更持久。<sup>166,167</sup> 虽然将社会规范和其他社会相关的方法运用到政策问题方面还是比较新的做法，这种方法的确在理解带来不同行为的复杂社会结构方面被证明是有用的。

**通过找出维持不可持续行为的关键结构性因素，社会理论者相信我们可以积极地将这些因素变为能促进不同社会和文化背景下更加可持续的行为的因素。**



## 评估行为干预的效果

对于任何行为改变模型和干预策略，我们都应该检查它的整体效果和可行性。迪洋（De Young）（1993）提供了一套有用的评估方法，我们可以用于这个目的：

- **改变速度**：一种行为在干预过程中多快被采用。
- **可靠度**：在干预过程中行为是否发生了第一次改变，随着时间的推移，在后续的干预中是否也发生了改变。
- **特殊性**：只针对某一种对象的干预的特殊程度或定制程度，而不是普遍适用
- **普适性**：一种干预是否能让某人将一种行为传播下去，及 / 或让某人通过“溢出”效应采取其他并非是目标对象的行为。
- **持久性**：一种行为是否在没有持续干预的情况下继续进行，并成为常规做法。

其他的方法还包括考虑干预后个人的注意力状态、情绪状态和意义感。

## 总结

人类的行为和决策过程是非常复杂的。虽然我们对其复杂程度的理解已经从追求人类行为的“理性选择”模型发展到了融入心理学和社会学观点的更加微妙的理论，但关于什么样的方法是行为改变最有效、最可持续的方法，仍然还存在很多问题，尤其是当我们要改变根深蒂固的自然资源消耗模式的时候，因为这些消耗模式对于发达的消费驱动型的国家是非常重要的。最近有一种将行为学里面的创新研究应用于共同挑战方面的趋势，这种趋势证明了心理倾向如何能促成可以给我们这个星球和社会带来收益的行为。与其他领域正如火如荼进行的变革相比，环境领域也许低估了行为学和社会学的作用，<sup>168, 169</sup>但最近人们已经开始将理论转化为务实的新

做法。<sup>170, 171, 172, 173</sup> **我们不会争论说未来有可能会出现一种普适性的理论，在此基础上可以做所有的设计，或这样一种理论是理想的理论。我们只会建议说需要采取更多行动来让不断增加的想法、模型和理论转化为可行的工具，让世界各地的使用者能轻松获取并理解这些工具。**本报告的最后一章为我们规划了实现这一目标的方法，提供了一些有说服力的例子，向我们展示了人们正如何运用这些工具来改变人类行为，缓解全球变暖。







## 促成环保的行为改变工具

■ 常见

■ 不常见

# 行为改变工具助力自然资源保护和气候行动促进

## 引言

改变行为以解决环境方面的挑战并不是一个新的概念。确实，如果大部分的环境问题都植根于人类行为，那么我们已经使用过的大部分工具从根本上说就应该是行为改变工具。事实很清楚，迄今为止用于解决气候变化及其他任何挑战的最常见方法只在比较少的工具上得到了深化，其中大部分可以总结如下：

- 提供**信息**以改善基于知识的决策；
- 制定**法规和规定**（或我们熟知的命令和控制）来设定限制，哪些可以做，哪些不能做，以及
- 引入**经济和市场激励**（如补贴、报酬、奖金）或抑制措施（如收税、罚款）。

气候变化是一个巨大的挑战，需要通过改变人类行动予以解决。以上所列工具中的每一项都能在其中发挥重要作用。但我们知道事实不一定能改变人们的思想，人们并不一定因为规则存在就遵守它们（尤其当它们的实施存在问题的时候），人们也并不总是完美的经济收益“最大化促使者”。说得复杂点，导致全球变暖的行为也许比吸烟或不系安全带更难改变，部分原因是这些后者改变的好处来得更快，与个人更直接相关。**与气候变化相关的行为改变所带来的好处通常会延迟到来，基本上不容易看到，而且需要通过集体行为才能获得。**

但是，行为改变也有许多好处是和个人相关的，比如改变饮食所获得的健康改善，或者转变耕作方式后农民的产量提升。强调行为学方面的见解如何改变行为，并为个人、集体带来即时的好处，甚至为城市、国家和全球气候带来更大的好处，这一点是非常重要的，因为我们需要尽快采取行动来减少排放，减缓全球变暖。要让我们在前面列出的 30 种行为方案（以及许多其他用于实现 2050 年目标的方案）完全实施，我们需要尽可能地从事类行为学以及可用的行为改变工具中获取知识。好消息是，这些工具已经存在，全球的解决方案也已经开始在使用这些工具。我们找出了社会学和行为学认为能有效鼓励和促成缓解气候变化的行为改变的三个额外的影响行为的“撬棒”，它们是：情感因素、社会激励和选择架构。



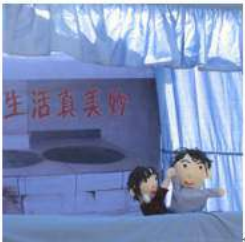


## 情感因素

情感通常比理性更强大。一个新兴的研究机构证明，人们对未来情感状态的估计在塑造行为方面可以发挥强大的作用，尤其当这些情感包含着自豪感或罪恶感的时候。<sup>174</sup> 比如说，大部分关于环境和气候变化的信息都是负面的，着重于唤起担忧和其他的负面情绪，以促进可持续的行为产生。但也有证据证明，人们过去也采取过不同的策略，比如强调人们因为可持续性行为而感到自豪或开心的情绪，并证明这些情绪可以激发更多对环境有益的行为。<sup>175, 176, 177</sup> 非常流行的芭芭拉·弗雷德里克森的“拓展-建构”理论就告诉我们，积极的情绪能帮助人们拓展和建构自己的学习和获取技巧的能力，而消极情绪则会让人注意力范围变窄。<sup>178</sup> 树立积极的未来目标还有助于为当前的行为提供方向和塑造行为。<sup>179</sup>

很多的心理学和神经学研究都表明，当人们在评估产品或品牌的时候，大脑的边缘系统，即负责感觉、记忆和价值判断的大脑部分，会非常的活跃；而负责分析的大脑中枢大部分都不活跃。<sup>180</sup> **信息传递以及其他可以唤起某种情感和感觉（如喜悦、自主性、同情）的干预手段可以让负责决策的强大的大脑中枢也参与进来。** 下面是运用情感因素来加速对消费者和环境有益的行为和做法的两个例子。

### 利用情感因素促进行为转变的案例



#### 在中国利用自豪感鼓励人们使用清洁炉具

情感可以成为促成改变的强大力量。在中国的云南省，瑞尔保护协会搞了一个活动，倡导人们更多地使用更加清洁、能效更高的炉具，减少家庭排放和因烧柴需要而导致的毁林，保护白眉长臂猿的栖息地。活动的核心内容是烹饪比赛：由社区的妇女组成比赛小组，用高能效的炉具做出三道本地菜，看哪一组做得最好。通过比赛，这些妇女不仅熟悉了新炉具，还感受到了掌握有价值的技能所带来的自豪感，在享受快乐的同时又为当地社会变得更好而做出了贡献。除了比赛，瑞尔保护协会还举办了其他庆祝活动，其中包括木偶秀、传统舞蹈表演和白眉长臂猿吉祥物的表演。<sup>181</sup> 这个活动调动了参与者重要的“正能量”，将个人和当地的自然资源和野生动物关联起来。清洁炉具的使用也因为这个活动而从最初的 18% 渐渐上升到 59%，森林栖息地的状态也得到了明显的改善。<sup>182</sup>



来源：斯坦福虚拟人机交互实验室

#### 沉浸式虚拟现实体验提高人们对气候变化影响的意识

因为气候变化的影响通常让人觉得和个人行为没有太大关联，而且比较遥远，因此改变不可持续的行为格外具有挑战性。斯坦福大学的虚拟人机交互实验室就试图通过让体验者感受碳排放如何直接导致海洋酸化的虚拟现实来改变这一点。在虚拟现实中，体验者置身于繁忙的交通场景之中，跟随汽车尾气中排放的二氧化碳分子进入最终吸收这些分子的海洋。在虚拟现实里，体验者跟随珊瑚一起移动，而这些珊瑚由于已经受到海洋酸化的影响，失去了支撑海洋生命的能力。<sup>183</sup> 斯坦福大学的研究表明，与观看视频相比，虚拟现实更能够让人产生同理心，这是具身认知的影响，也就是说身体的行动会影响大脑。<sup>184</sup> 沉浸式体验更能够直接打动人的情感，让人更深、更具体地理解气候变化的影响，而这样的体验能够带来认知和行为上持久的改变。



## 提供社会激励

人是社会性的动物。人类本质上就倾向于合作，因为我们希望成为团队的一员，<sup>185</sup> 从和他人的关联中，我们的很多认同感由此产生。<sup>186</sup> 正因为此，我们也关心自己的声誉以并拿来和团队其他人比较。**因此，社会激励和规范能有力地促进行为的产生，它们会提示团队成员如何表现；当行为和规范的期望不一致的时候，它们会施加压力，促使行为的改变，遵从规范。**类似，建模方面的研究和社会证据表明，我们会倾向于跟随与我们相似的人或我们喜欢的人做出的行为。<sup>187</sup>

改变消费行为方面的社会规范是环保领域常用的干预手段。个性化规范性反馈（Personalized Normative Feedback）可以为个人提供关于自己和同伴的信息，让他们看到个人或团队的行为是否偏离了规范。<sup>188</sup> 这种方法通过突显一个社会团体的行为，提高团队成员合作与回馈的机会，而不是促进竞争，因此是有效的方法。让个人就某项行为做出书面承诺也能够帮助他们将个人的规范和团队规范进行对比。下面是改变社会规范、提供社会激励如何促进水资源和能源保护的例子。

### 提供社会激励以促成决策或强调社会规范以鼓励目标行为的干预案例



来源：Opower

#### 通过社会规范鼓励节能行为

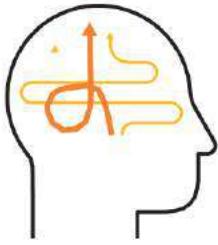
依靠社会规范进行干预并在可持续发展领域越来越受欢迎的一个做法就是为家庭提供其水、电、气等公用设施的消耗量与邻居消耗量的对比信息。<sup>189</sup> 这个案例中的反馈就是为了给消耗量高的家庭压力，从而减少消耗，带来温室气体排放的减少。证据表明，这种方法每年可以将这些资源的消耗量减少 1-2 个百分点，但减少的量根据不同家庭的政治意识形态不同而有所不同。<sup>190</sup> 在有些案例中，我们还看到了“飞镖效应”或“反向效应”，也就是有些家庭本来消耗量在平均水平以下，但看到和邻居的对比之后反而提高了他们的消耗量；但通过增加一个指令性信息，比如在消耗量低于平均数的家庭旁边放一个笑脸的符号，就可以消除这种现象。这进一步表明，社会激励和情感因素一起使用的时候可以鼓励可持续性的行为。



#### 在厄瓜多尔为水资源保护提供社会认同

2010 年，瑞尔保护协会支持国际自然和文化（Naturaleza y Cultura Internacional）的一位员工在厄瓜多尔的圣安德烈斯岛建立水资源互惠协议。这个活动的目标是保护森林地带不因农业需要而被开垦，因为一旦毁林，就会对栖息地带来巨大的影响，同时会带来碳排放。最初只有一个土地所有者同意保留 2 英亩的土地，后来却变成了两个邻居争相比赛谁保留的土地更多。在一周时间内，这个活动让受保护的森林面积从 0 英亩增长到 14 英亩，并带来了更广社区的参与。这两位农民通过展示他们的环保承诺，为他人提供了看得见的社会认同，并带动了一个新规范的实施。<sup>191</sup>



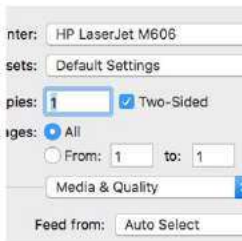


## 设计选择架构

对人类决策微妙性及决策过程违背理性预期的理解在这个行为改变策略中可以看到。正如卡内曼和特沃斯基的研究所表明的那样，在决策过程中，人们遵循了可能会导致非理性决定的启发法。此外，人们的注意力是有限的、选择性的，因此可能会找不到能证明我们现有信念的信息，同时忽略掉与此相反的新信息。<sup>192, 193</sup> 当人类处理的是有意思的、以 3-7 个选择或单元的形式呈现的信息时，信息处理结果最佳。<sup>194</sup>

选择架构的设计是在承认有关人类行为的观点的基础上创造最优的决策环境的一种方法。相关的干预方法考虑到了人们在一个情景下决定如何表现时有多种因素会发挥作用的事实。通过运用经过精心设计的选择架构，这样的方案将简化我们要做的事情，减少需要面对的选择数量，帮助我们建构和拓展周围世界的意境地图。<sup>195</sup> 这种方法通过在合适的时间提醒和推动我们，还可以有效地捕获有限的注意力，因为当我们处于转变的时候会很容易中断自己的习惯。<sup>196</sup> 我们还可以利用之前提到过的轻推和促进来帮助我们设计环境以及人们与环境之间的关系来管理决策点。下面是关于打印和吃饭的选择架构的例子，它们向我们展示了两个简单的想法是如何带来人类行为的重大改变，为环境带来收益的。

### 案例：选择架构的简单改变是如何促成重要的、积极的结果的



#### 默认节纸设置

这个例子是以行为学概念中的默认效应为基础的，指的是人们倾向于选择已自动选好的选项，而不是选择另一个选项。将目标行为设置为默认选项可以大大增加人们采用这种行为的机率。美国新泽西州立罗格斯大学认为计算机实验室浪费了太多纸张，因此将实验室的打印机默认设置改为双面打印。仅仅是通过改变一个默认设置，实验室第一个学期就节约了 7,391,065 张纸（相当于 1 学期少砍了 620 棵树，一学年少砍了 1280 棵树），减少了本来可能因毁林和造纸而产生的排放。他们发现学生们大部分对单双面打印没有偏好，实在喜欢单面打印的学生可以手动调整为单面打印，但绝大多数学生仅仅是接受了默认设置，节纸也因此成了实验室的标准。<sup>197</sup>



#### 通过改变菜单设计鼓励素食

通过对选项的呈现方式和环境进行合理的结构设计，将环境友好型的选项和其他选项混合在一起，就可以提高人们采纳环境友好型选项的机会。伦敦经济和世界资源研究所的报告发现，当菜单上的肉类和素食类选项混在一起，而不是将素食单独作为一类的时候，人们点素食的几率大大增加。在对 750 名经常吃肉和 / 或鱼的英国成年人进行随机测试的时候，研究人员发现收到的菜单中“素食”被单独作为一类的食客比收到混合菜单的食客点素食的机率低了 56%。在这个例子中，为食客提供一个不歧视素食选项，而是将它们正常化的选择架构提高了人们选择富含植物的餐食的机率，从而减少了碳排放。<sup>198</sup>

## 总结

正如我们看到的那样，利用情感、社会激励和选择架构可以非常有效地影响人们的行为向环保的方向改变。越来越多的组织和研究都在试验通过干预影响人们在不同领域的行为，从污染到能源使用、毁林和少吃肉。虽然这些项目为以消费者为关注点来实现全球减排的这类方法提供了证明，但我们还需要更多的知识和证据以便更好地理解有效的方法和编撰行之有效的策略。基础设施（如政府的政策）、投资和全球支持都已存在，可以支持改变。仅欧盟就划拨了超过 1800 亿欧元用于减排。<sup>199</sup>但不幸的是，这笔资金的全部关注几乎都在法规和经济激励上。有了足够的成功证据之后，行为学领域就可以开始扭转这种局面，让行为改变激励规模化，从而对全球减排产生更大的作用。

## 结论

气候危机的紧迫性是如何强调也不为过的。全世界都已经开始感受到气候变化的影响，从更持久的热浪、粮食减产、淡水资源衰竭、冰盖融化到对生态系统不可逆的破坏。如果不能在未来几十年采取改变行动减排，我们这个星球的温度会越来越高，强度和严重程度会加大，从而威胁到大部分世界人口和自然系统。大部分的政府都已经意识到气候变化所带来的威胁，但目前他们缓解气候变化的决心还远远不够。

如果所有的国家都能实现《巴黎协定》中承诺的气候目标，全球的平均温度就可以控制在工业化时期水平之上的 2.6-3.2°C 之内。

但目前的政策并不足以让我们达到这样的水平。<sup>200</sup>如果 21 世纪气温按这样的趋势发展，气候变化的影响对地球系统以及大部分世界人口来说将是灾难性的。<sup>201</sup>尽管《巴黎协定》的缔约方在未来很可能会增加力度，以及 1.5°C 的目标在地球物理学看来并非是不可能实现的，<sup>202</sup>整个经济领域仍都需要快速的脱碳，以便在未来几十年内出现排放峰值，在本世纪中期实现净零排放。

如果全球范围内个人和社区能增加决心，减少自然资源的过度消耗，在地球的生态能承受的范围内存育可持续的生活方式，那么实现这些快速变化的全球政治努力将会极大地受益。但是通过行为改变来防止对环境的侵害以及减缓全球变暖是非常困难的，因为人们通常认为个人行为和一些气候挑战之间联系不大，很多气候影响的发展需要几十年时间。

改变人类行为的新的创新型方法提供了越来越多的证据，也给了我们希望。这些方法利用了行为学的理论以及其他理论，来改变人们不可持续的行为，就像上面 30 个方案中提到的那样。伴随这份方案清单而来的问题是如何运用我们所知的行为理论鼓励人们实施方案，最大化地实现减排。这让我们有机会利用人类行为背后的新概念和模型，并利用这种知识让人类做出更加可持续性的决策，获得无数的额外收益。我们需要更多的证据来证明这些方法的可行性和有效性，来持续推动这个事业。

因此，需要进行系统的回顾，寻找可以运用行为学理论的机构和方法，以改变不可持续的消费模式。建立这个知识库和牵头的网络能给我们提供机会，支持现有的全球快速减排的努力，从而减少由全球温度上升带来的灾难性影响。这个非常紧迫，我们必须现在就采取行动，为后代子孙保留地球上丰富的自然资源。行为学为我们提供了一条希望之路。

## 附录：《缩减》中 80 个方案的完整排行榜

注：我们的 30 个行为方案用蓝色标注

排名	方案	领域	GtCO <sub>2</sub> -eq (务实情景)	净成本 (10亿美元\$)	节省金额 (10亿美元\$)
1	制冷剂管理	材料	89.74	无	\$-902.77
2	风力发电机（陆地）	发电	84.60	\$1,225.37	\$7,425.00
3	减少食物浪费	食品	70.53	无	无
4	富含植物的饮食	食品	66.11	无	无
5	热带森林	土地利用	61.23	无	无
6	女童接受教育	妇女和女童	59.60	无	无
7	计划生育	妇女和女童	59.60	无	无
8	太阳能农场	发电	36.90	\$-80.60	\$5,023.84
9	林草复合	食品	31.19	\$41.59	\$699.37
10	屋顶太阳能	发电	24.60	\$453.14	\$3,457.63
11	再生农业	食品	23.15	\$57.22	\$1,928.10
12	温带森林	土地利用	22.61	无	无
13	泥炭地	土地利用	21.57	无	无
14	热带果树	食品	20.19	\$120.07	\$626.97
15	造林	土地利用	18.06	\$29.44	\$392.33
16	保护性农业	食品	17.35	\$37.53	\$2,119.07
17	林草复合	食品	17.20	\$146.99	\$22.10
18	地热	发电	16.60	\$-155.48	\$1,024.34
19	放牧管理	食品	16.34	\$50.48	\$735.27
20	核能	发电	16.09	\$0.88	\$1,713.40

21	清洁炉具	食品	15.81	\$72.16	\$166.28
22	风力发电机 (海上)	发电	14.10	\$545.30	\$762.50
23	农田恢复	食品	14.08	\$72.24	\$1,342.47
24	改进水稻耕种	食品	11.34	无	\$519.06
25	聚光太阳能热发电	发电	10.90	\$1,319.70	\$413.85
26	电动汽车	交通	10.80	\$14,148.00	\$9,726.40
27	区域供暖	建筑和城市	9.38	\$457.10	\$3,543.50
28	多层农林复合经营	食品	9.28	\$26.76	\$709.75
29	海浪与潮汐	发电	9.20	\$411.84	\$-1,004.70
30	沼气池 (大型)	发电	8.40	\$201.41	\$148.83
31	隔热	建筑和城市	8.27	\$3,655.92	\$2,513.33
32	轮船	交通	7.87	\$915.93	\$424.38
33	LED 照明 (家庭)	建筑和城市	7.81	\$323.52	\$1,729.54
34	生物质	发电	7.50	\$402.31	\$519.35
35	竹子	土地利用	7.22	\$23.79	\$264.80
36	替代水泥	材料	6.69	\$-273.90	无
37	公共交通	交通	6.57	无	\$2,379.73
38	森林保护	土地利用	6.20	无	无
39	原住民土地管理	土地利用	6.19	无	无
40	卡车	交通	6.18	\$543.54	\$2,781.63



41	太阳能热水器	发电	6.08	\$2.99	\$773.65
42	热泵	建筑和城市	5.20	\$118.71	\$1,546.66
43	飞机	交通	5.05	\$662.42	\$3,187.80
44	LED 照明 (商用)	建筑和城市	5.04	\$-205.05	\$1,089.63
45	楼宇自动化	建筑和城市	4.62	\$68.12	\$880.55
46	家庭节水	材料	4.61	\$72.44	\$1,800.12
47	生物塑料	材料	4.30	\$19.15	无
48	川流式水力发电	发电	4.00	\$202.53	\$568.36
49	汽车	交通	4.00	\$-598.69	\$1,761.72
50	热电联产	发电	3.97	\$279.25	\$566.93
51	多年生生物质	土地利用	3.33	\$77.94	\$541.89
52	滨海湿地	土地利用	3.19	无	无
53	水稻强化栽培体系	食品	3.13	无	\$677.83
54	步行友好型城市	建筑和城市	2.92	无	\$3,278.24
55	家庭垃圾回收	材料	2.77	\$366.92	\$71.13
56	工业回收	材料	2.77	\$366.92	\$71.13
57	智能温度计	建筑和城市	2.62	\$74.16	\$640.10
58	填埋场甲烷	建筑和城市	2.50	\$-1.82	\$67.57
59	单车基础设施	建筑和城市	2.31	\$-2,026.97	\$400.47
60	堆肥	食品	2.28	\$-63.72	\$-60.82

61	智能调光玻璃	建筑和城市	2.19	\$932.30	\$325.10
62	女性小农	妇女和女童	2.06	无	\$87.60
63	远程呈现	交通	1.99	\$127.72	\$1,310.59
64	沼气池（小型）	发电	1.90	\$15.50	\$13.90
65	养分管理	食品	1.81	无	\$102.32
66	高铁	交通	1.52	\$1,038.42	\$368.10
67	农田灌溉	食品	1.33	\$216.16	\$429.67
68	垃圾变能源	发电	1.10	\$36.00	\$19.82
69	电动自行车	交通	0.96	\$106.75	\$226.07
70	再生纸	材料	0.90	\$573.48	无
71	给水	建筑和城市	0.87	\$137.37	\$903.11
72	生物碳	食品	0.81	无	无
73	绿色屋顶	建筑和城市	0.77	\$1,393.29	\$988.46
74	火车	交通	0.52	\$808.64	\$313.86
75	共享出行	交通	0.32	无	\$185.56
76	微型风力发电机	发电	0.20	\$36.12	\$19.90
77	储能（配电）	发电	无	无	无
77	储能（公共设施）	发电	无	无	无
77	电网灵活性	发电	无	无	无
78	微型电网	发电	无	无	无
79	净零排放建筑	建筑和城市	无	无	无
80	翻新	建筑和城市	无	无	无

# 参考文献

- Adhya, T. K., Linquist, B. R. U. C. E., Searchinger, T., Wassmann, R., & Yan, X. 2014. Wetting and drying: Reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production. *Installment 8 of Creating a Sustainable Food Future*.
- Ahn, S.J., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K.L., McGillicuddy, K.T. and Bailenson, J.N., 2016. Experiencing nature: Embodying animals in immersive virtual environments increases inclusion of nature in self and involvement with nature. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 21(6), pp.399-419.
- Ajzen, I., 1985. From intentions to actions: A theory of planned behavior. In *Action control* (pp. 11-39). Springer Berlin Heidelberg.
- Ajzen, I., 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), pp.179-211.
- Ajzen, I., 2002. Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), pp.665-683.
- Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., Gilligan, C.A., 2014. Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change*, 4, pp.924-929.
- Balmford, A., Cowling, R.M., 2006. Fusion or failure? The future of conservation biology. *Conservation Biology*, 20(3), 692-695.
- Becker, G.S., 1976. *The economic approach to human behavior*. University of Chicago Press.
- Bhatt, K., 2015. System of rice intensification for increased productivity and ecological security: A report. *Rice Research*. Open Access 03. <https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000147>
- Bowles, S., Gintis, H., 2011. A cooperative species: Human reciprocity and its evolution. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Butler, P., Green, K., Galvin, D., 2013. The principles of pride: The science behind the mascots. Rare. Arlington, VA. <http://www.rare.org/publications>
- Camp, J., 2012. Decisions are emotional, not logical: The neuroscience behind decision making [WWW Document]. *Big Think*.
- Campbell, J.E., Lobell, D.B., Genova, R.C. and Field, C.B., 2008. The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environmental science & technology*, 42(15), pp.5791-5794.
- Center for Research on Environmental Decisions, 2009. The psychology of climate change communication: A guide for scientists, journalists, educators, political aides, and the interested public. New York.
- Chatterton, T., Department of Energy and Climate Change, 2011. An introduction to thinking about 'energy behaviour': A multi-model approach. *Department of Energy and Climate Change*, London.
- Cherry, C.R., Weinert, J.X. and Xinmiao, Y., 2009. Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(5), pp.281-290.
- Cialdini, R.B., 2003. Crafting normative messages to protect the environment. *Current Directions in Psychological Science*, 12(4), pp.105-109.
- Cialdini, R.B., Reno, R.R. and Kallgren, C.A., 1990. A focus theory of normative conduct: Recycling the concept of norms to reduce littering in public places. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(6), pp.1015.
- Climate Action Tracker, 2017. Improvement in warming outlook as India and China move ahead, but Paris Agreement gap still looms large [WWW Document]. *Climate Action Tracker*. <http://climateactiontracker.org/publications/briefing/288/Improvement-in-warming-outlook-as-India-and-China-move-ahead-but-Paris-Agreement-gap-still-looms-large.html> (accessed 3.19.18).
- Corral-Verdugo, V., 2012. The positive psychology of sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 14(5), pp.651-666.
- Damasio, A., 2006. *Descartes' error*. Random House.
- de la Fuente, A., Rojas, M., Mac Lean, C., 2017. A human-scale perspective on global warming: Zero emission year and personal quotas. *PLoS one* 12(6), pp.e0179705.
- De Young, R., 1993. Changing behavior and making it stick: The conceptualization and management of conservation behavior. *Environment and Behavior*, 25(3), pp.485-505.
- Deci, E.L. and Ryan, R.M., 1975. *Intrinsic motivation*. John Wiley & Sons, Inc.
- Dietz, T., Gardner, G.T., Gilligan, J., Stern, P.C., Vandenbergh, M.P., 2009. Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, pp.18452-18456.
- Dlugokencky, E., Tans, P., 2018. Trends in atmospheric carbon dioxide [WWW Document]. *NOAAESRL Global Monitoring Division*. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html> (accessed 2.14.18).
- European Commission, 2016. EU climate action [WWW Document]. *Climate Action - European Commission*. [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_en](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en) (accessed 3.22.18).
- FAO, 2014. Food waste footprint full-cost accounting: Final report. *Food Waste Footprint*, Rome.
- FAO, 2015. Food waste footprint & climate change. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Farooq, M., Siddique, K.H.M., 2015. Conservation agriculture: Concepts, brief History, and impacts on agricultural systems, in: *Conservation agriculture*. Springer, pp.3-17. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_1)
- Fawcett, T., Parag, Y., 2010. An introduction to personal carbon trading. *Climate Policy* 10, pp.329-338.
- Fishbein, M. and Ajzen, I., 1975. *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading: Addison-Wesley.
- Folbre, N., 2011. The bicycle dividend [WWW Document]. *Econ. Blog*. <http://economix.blogs.nytimes.com/2011/07/04/the-bicycle-dividend/> (accessed 3.1.18).
- Fredrickson, B.L., 1998. What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), pp.300.
- Gardiner, B., 2016. A boon for soil, and for the environment. *New York Times*. 17 May.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Mottet, B., Opio, C., Dijkman, C., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, Rome.
- GFN, 2018. Earth overshoot day [WWW Document]. *Glob. Footpr. Netw. Adv. Sci. Sustain*. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/> (accessed 2.22.18).
- Gigerenzer, G., 2008. Why heuristics work. *Perspectives on psychological science*, 3(1), pp.20-29.
- Greenhouse gas sources and sinks, 2013. American Chemical Society. <https://www.acs.org/content/acs/en/climatescience/greenhousegases/sourcesandsinks.html>
- Hausfather, Z., 2017. Analysis: Why scientists think 100% of global warming is due to humans [WWW Document]. *Carbon Brief*. URL <https://www.carbonbrief.org/analysis-why-scientists-think-100-of-global-warming-is-due-to-humans> (accessed 3.23.18).
- Hausfather, Z., 2018. New scenarios show how the world could limit warming to 1.5C in 2100 [WWW Document]. *Carbon Brief*. <https://www.carbonbrief.org/new-scenarios-world-limit-warming-one-point-five-celsius-2100> (accessed 3.23.18).
- Hawken, P., 2017. *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. Penguin.
- Hertwig, R. and Grüne-Yanoff, T., 2017. Nudging and boosting: Steering or empowering good decisions. *Perspectives on Psych. Science*, 12(6), pp.973-986.
- Hines, J.M., Hungerford, H.R. and Tomera, A.N., 1987. Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2), pp.1-8.
- Hoekstra, A.Y., Wiedmann, T.O., 2014. Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science*, 344, pp.1114-1117.
- Holzer, J., 2017. Don't put vegetables in the corner: Q&A with behavioral science researcher Linda Bacon [WWW Document]. *World Resources Institute*. <http://www.wri.org/blog/2017/06/dont-put-vegetables-corner-qa-behavioral-science-researcher-linda-bacon> (accessed 3.22.18).
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., 2012. What a waste: A global review of solid waste management. Urban Development Series, Knowledge Papers No. 15. *World Bank*, Washington, D.C.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., Kennedy, C., 2013. Environment: Waste production must peak this century. *Nat. News* 502, pp.615.
- IAP-CAS, 2018. 2017 sees warmest ocean on record [WWW Document]. *Chin. Acad. Sci. Inst. Atmospheric Phys*. [http://english.iap.cas.cn/news/201801/t20180122\\_189478.html](http://english.iap.cas.cn/news/201801/t20180122_189478.html)
- ICAO, 2009. Global aviation CO2 emissions projections to 2050, group on international aviation and climate change (GIACC). *International Civil Aviation Organization*.
- IPCC, 2013. Summary for policymakers, in: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- IPCC, 2014. Summary for policymakers, in: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IRP, 2017. Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction. *International Resource Panel, United Nations Environment Programme*, Paris, France.
- ITF, 2017. ITF transport outlook 2017. OECD Publishing, Paris.
- Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., Hertwich, E.G., 2015. Environmental impact assessment of household consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20, pp.526–536.
- Izumi, T., Matsubara, E., Dung, D.T., Ngan, N.V., Chiem, N.H. and Higano, Y., 2016. Reduction of greenhouse gas emissions in Vietnam through introduction of a proper technical support system for domestic biogas digesters. *Journal of Sustainable Development*, 9(3), p.224.
- Jackson, T., 2005. Motivating sustainable consumption: a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. Sustainable Development Research Network, Guildford.
- James, W., 1892. *Psychology: The briefer course*. (Collier, 1962), Ch 13 - Attention (84-105).
- Johnston, E., n.d. Achieving a balance of sources and sinks. World Resources Institute. <https://www.wri.org/climate/expert-perspective/achieving-balance-sources-and-sinks>
- Jordan, R., 2016. Stanford researchers release virtual reality simulation that transports users to ocean of the future [WWW Document]. Stanf. *Woods Inst. Environ.* <https://news.stanford.edu/2016/10/18/virtual-reality-simulation-transport-users-ocean-future/> (accessed 3.22.18).
- Kahneman, D., 2011. *Thinking, fast and slow*. Penguin UK.
- Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A., 1982. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.
- Kaiser, F.G. and Fuhrer, U., 2003. Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge. *Applied Psych.*, 52(4), pp.598-613.
- Kaplan, S., 1972. The challenge of environmental psychology: a proposal for a new functionalism. *American Psych.*, 27(2), pp.140.
- Kaplan, S., 1978. Attention and fascination: The search for cognitive clarity. *Humanscape: Environments for people*, pp.84-93.
- Kaplan, S., 1987. Aesthetics, affect, and cognition: Environmental preference from an evolutionary perspective. *Env. and Behavior*, 19(1), pp.3-32.
- Kaplan, S., 1991. Beyond rationality: Clarity-based decision making. *Environment, cognition, and action: An integrative multidisciplinary approach*, pp.171-90.
- Kaplan, S. and Kaplan, R., 2003. Health, supportive environments, and the Reasonable Person Model. *Amer. J. of Public Health*, 93(9), pp.1484-1489.
- Kaplan, S. and Kaplan, R., 2009. Creating a larger role for environmental psychology: The Reasonable Person Model as an integrative framework. *J. of Env. Psych.* 29(3), pp.329-339.
- Kissinger, G., Herold, M., De Sy, V., 2012. Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers. Lexeme Consulting: Vancouver, Canada.
- Kriegler, E., Riahi, K., Bauer, N., Schwanitz, V.J., Petermann, N., Bosetti, V., Marcucci, A., Otto, S., Paroussos, L., Rao, S., Arroyo Currás, T., Ashina, S., Bollen, J., Eom, J., Hamdi-Cherif, M., Longden, T., Kitous, A., Méjean, A., Sano, F., Schaeffer, M., Wada, K., Capros, P., P. van Vuuren, D., Edenhofer, O., 2015. Making or breaking climate targets: The AMPERE study on staged accession scenarios for climate policy. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 90, pp.24–44. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.09.021>
- Laville, S., Taylor, M., 2017. A million bottles a minute: world's plastic binge "as dangerous as climate change" [WWW Document]. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change> (accessed 3.2.18).
- Levin, K., 1947. Group decision and social change. *Readings in Social Psychology*, 3(1), pp.197-211.
- Lou, X.F., Nair, J., 2009. The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresour. Technol.*, Selected papers from the *International Conference on Technologies and Strategic Management of Sustainable Biosystems 100*, pp.3792–3798. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.006>
- Matthews, H.D., Zickfeld, K., Knutti, R., Allen, M.R., 2018. Focus on cumulative emissions, global carbon budgets and the implications for climate mitigation targets. *Environ. Res. Lett.*, 13, pp.010201. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa98c9>
- McCord, J.M., 2011. Will heat for hoolocks. *Rare*. <https://www.rare.org/stories/gaoligong-cooking-contest-encourages-villagers-use-electric-stoves-instead-fuelwood#W3HfwS2ZPIG>
- Met Office, 2018. 2017: Warmest year on record without El Niño [WWW Document]. Met Office. <https://www.metoffice.gov.uk/news/releases/2018/2017-temperature-announcement> (accessed 2.14.18).
- Millar, R.J., Fuglestedt, J.S., Friedlingstein, P., Rogelj, J., Grubb, M.J., Matthews, H.D., Skeie, R.B., Forster, P.M., Frame, D.J., Allen, M.R., 2017. Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5 °C. *Nat. Geosci.* 10, pp.741–747. <https://doi.org/10.1038/ngeo3031>
- Miller, D.T., Prentice, D.A., 2016. Changing norms to change behavior. *Annu. Rev. Psychol.* 67, pp.339–361. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015013>
- Mission 2020, 2017. The climate turning point. <http://www.mission2020.global/climate-turning-point/>
- Myrhe, G., Shindell, D., Bréon, F.M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.F., Lee, D., Mendoza, B. and Nakajima, T., 2013. Anthropogenic and natural radiative forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Table, 8*, p.714.
- NASA, 2018a. GISS surface temperature analysis (GISTEMP) [WWW Document]. *Natl. Aeronaut. Space Adm. Goddard Inst. Space Stud.* <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20180118/> (accessed 2.14.18).
- NASA, 2018b. Carbon dioxide concentration [WWW Document]. *NASA Glob. Clim. Change Vital Signs Planet.* <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide> (accessed 2.14.18).
- Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M.M., Gohari, M., Abd. Majid, M.Z., 2015. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries). *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 43, pp.843–862. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.066>
- NOAA, 2017. Global climate change indicators [WWW Document]. *NOAA Natl. Cent. Environ. Inf.* <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.php> (accessed 2.14.18).
- NSIDC, 2017. Arctic sea ice maximum at record low for third straight year | Arctic Sea Ice News and Analysis [WWW Document]. *Natl. Snow Ice Data Cent.* <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2017/03/arctic-sea-ice-maximum-at-record-low/> (accessed 2.14.18).
- OECD, 2017. Behavioral Insights and Public Policy: Lessons from around the world. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264270480-en>
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S., 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 365, 3065–3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Parnell, R. and Larsen, O.P., 2005. Informing the development of domestic energy efficiency initiatives: an everyday household-centered framework. *Env. and Behavior*, 37(6), p.787-807.
- Penner, J.E., Lister, D.H., Griggs, D.J., Dokken, D.J., McFarland (Eds.), 1999. Aviation and the global atmosphere: A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Pennisi, E., 2018. Plants outweigh all other life on Earth. *Science*. <http://www.sciencemag.org/news/2018/05/plants-outweigh-all-other-life-earth>
- Person, B., Loo, J.D., Owuor, M., Ogange, L., Jefferds, M.E.D., Cohen, A.L., 2012. "It is good for my family's health and cooks food in a way that my heart loves": Qualitative findings and implications for scaling up an improved cookstove project in rural Kenya. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 9, pp.1566–1580. <https://doi.org/10.3390/ijerph9051566>
- Phocaidis, A., 2007. *Handbook on pressurized irrigation techniques*. Food & Agriculture Org.
- Pimentel, D., Cerasale, D., Stanley, R.C., Perlman, R., Newman, E.M., Brent, L.C., Mullan, A. and Chang, D.T.I., 2012. Annual vs. perennial grain production. *Agriculture, ecosystems & environment*, 161, pp.1-9.
- Policy makers around the world are embracing behavioural science, 2017. *The Economist*. 18 May. Available from <https://www.economist.com/international/2017/05/18/policy-makers-around-the-world-are-embracing-behavioural-science>
- The price of virtue, 2007. *The Economist*. 9 Jun. Accessed from <https://www.economist.com/node/9302727>
- Putti, V.R., Tsan, M., Mehta, S., Kammila, S., 2015. The state of the global clean and improved cooking sector. *Global Alliance for Clean Cookstoves*, Washington, D.C.



- Ramsey, C.E. and Rickson, R.E., 1976. Environmental knowledge and attitudes. *J. of Enviro. Edu.*, 8(1), pp.10-18.
- Ranganathan, J., Vennard, D., Waite, R., Dumas, P., Lipinski, B., Searchinger, T., 2016. Shifting diets for a sustainable food future. *World Resour. Inst.*, Wash. DC USA.
- Rasul, I., Hollywood, D., 2012. Behavior change and energy use: is a 'nudge' enough? *Carbon Manag.*, 3, pp.349–351. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.32>
- Reddy, S., Montambault, M., Masuda, Y.J., Keenan, E., Butler, W., Fisher, J.R.B., Asah, S.T., Gneezy, A., 2017. Advancing conservation by understanding and influencing human behavior. *Conservation Letters*, 10(2), pp.248-256.
- Rhein, M., Rintoul, S.R., Aoki, S., Campos, E., Chambers, D., Feely, R.A., Gulev, S., Johnson, G.C., Josey, S.A., Kostianoy, G., Krey, V., Krieger, E., Riahi, K., Talley, L.D., Wang, F., 2013. Observations: Oceans, in: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Rogelj, J., Popp, A., Calvin, K.V., Luderer, G., Emmerling, J., Gernaat, D., Fujimori, S., Strefler, J., Hasegawa, T., Marangoni, G., Krey, V., Krieger, E., Riahi, K., Vuuren, D.P. van, Doelman, J., Drouet, L., Edmonds, J., Fricko, O., Harmsen, M., Havlik, P., Humpenöder, F., Stehfest, E., Tavoni, M., 2018. Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5 °C. *Nat. Clim. Change*, 1. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0091-3>
- Rozenberg, J., Hallegatte, S., 2015. *The impacts of climate change on poverty in 2030 and the potential from rapid, inclusive, and climate-informed development (English)*. Policy Research working paper; no. WPS 7483. Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/349001468197334987/The-impacts-of-climate-change-on-poverty-in-2030-and-the-potential-from-rapid-inclusive-and-climate-informed-development>
- Ryan, R.M. and Deci, E.L., 2000. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Edu. Psych.*, 25(1), pp.54-67.
- Schleussner, C.-F., Lissner, T.K., Fischer, E.M., Wohland, J., Perrette, M., Golly, A., Rogelj, J., Childers, K., Schewe, J., Frieler, K., Mengel, M., Hare, W., Schaeffer, M., 2016. Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: the case of 1.5 &deg;C and 2 &deg;C. *Earth Syst. Dyn.*, 7, pp.327–351. <https://doi.org/10.5194/esd-7-327-2016>
- Schneider, C.R., Zaval, L., Weber, E.U., Markowitz, E.M., 2017. The influence of anticipated pride and guilt on pro-environmental decision making. *PLoS one* 12, pp.e0188781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188781>
- Schultz, P.W., 2011. Conservation means behavior. *Con. Bio.*, 25(6), pp.1080-1083.
- Schultz, P.W., Messina, A., Tronu, G., Limas, E.F., Gupta, R., Estrada, M., 2016. Personalized normative feedback and the moderating role of personal norms: A field experiment to reduce residential water consumption. *Environment and Behavior*, 48(5), pp.686-710.
- Schwartz, S.H., 1977. Normative influences on altruism. In *Advances in Experimental Social Psychology*, 10, pp.221-279. Academic Press.
- Scott, J., 2000. Rational choice theory, in: *Understanding Contemporary Society: Theories of the Present* [Browning, G, A Halcli, N Hewlett, and F Webster (Eds)]. SAGE Publications Ltd, London, pp. 126–138. <https://doi.org/10.4135/9781446218310>
- future or driven by the past. *Perspectives on Psych. Sci.*, 8(2), pp.119-141.
- Simon, H.A., 1957. *Models of man: social and rational*. Wiley, New York.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, 363, pp.789–813. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184>
- Socolow, R.H. and Pacala, S.V., 2006. A plan to keep carbon in check. *Scientific American*, 295(3), pp.50-57.
- Sparkman, G. and Walton, G.M., 2017. Dynamic norms promote sustainable behavior, even if it is counternormative. *Psych. Sci.* 28(11), pp.1663-1674.
- Staats, H., Harland, P. and Wilke, H.A., 2004. Effecting durable change: A team approach to improve environmental behavior in the household. *Env. and Behavior*, 36(3), pp.341-367.
- Statista, 2018. Consumption paper and cardboard worldwide 2006-2015 [WWW Document]. Statista. Accessed from <https://www.statista.com/statistics/270319/consumption-of-paper-and-cardboard-since-2006/> (accessed 3.2.18).
- Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Eickhout, B., Kabat, P., 2009. Climate benefits of changing diet. *Clim. Change*, 95, pp.83–102. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9534-6>
- Stern, P.C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G.A. and Kalof, L., 1999. A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. *Human Ecology Rev.*, pp.81-97.
- Stern Review, 2008. International assessment of agricultural science and technology. <http://maps.grida.no/go/graphic/go/collection/iaastd-international-assessment-of-agricultural-science-and-technology-for-development>
- Tennigkeit, T. and Wilkes, A., 2008. An assessment of the potential for carbon finance in rangelands. Working Paper no. 68. *World Agroforestry Centre*.
- Thaler, R., 1980. Toward a positive theory of consumer choice. *J. Econ. Behav. Organ.*, 1, pp.39–60.
- Thaler, R.H., Sunstein, C.R., 2008. *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
- Toensmeier, E., 2016. The carbon farming solution: A global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture practices for climate change mitigation and food security. Chelsea Green Publishing.
- Turner, J., Oakes, P., 1986. The significance of the social identity concept for social psychology with reference to individualism, interactionism and social influence. *Brit. J. of Soc. Psych.*, 25(3), pp.237–252.
- UNEP, 2017. *Consuming differently, consuming sustainably: Behavioural insights for policymaking*. Ideas42 and UNEP: New York, NY. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2404Behavioral%20Insights.pdf>
- UNEP, 2017. The emissions gap report 2017. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- UNFCCC, 2017. Summary of the Paris Agreement [WWW Document]. *U. N. Framew. Conv. Clim. Change*. Accessed from <http://bigpicture.unfccc.int/#/content-the-paris-agreement> (accessed 2.21.18).
- Urgé-Vorsatz, D., Eyre, N., Graham, P., Harvey, D., Hertwich, E., Jiang, Y., Kornevall, C., Majumdar, M., McMahon, J.E., Mirasgedis, S., Murakami, S., Novikova, A., Janda, K., Masera, O., McNeil, M., Petrichenko, K., Herrero, S.T., Jochem, E., Global Energy Assessment Writing Team, 2012. Energy end-use: Buildings, in: *Global energy assessment: Toward a sustainable future*. Cambridge University Press, Cambridge, pp.649–760.
- van Vuuren, D.P., van Soest, H., Riahi, K., Clarke, L., Krey, V., Krieger, E., Rogelj, J., Schaeffer, M., Tavoni, M., 2016. Carbon budgets and energy transition pathways. *Environ. Res. Lett.*, 11, pp.075002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/075002>
- Verplanken, B., I. Walker, A. Davis, M. Jurasek., 2008. Context change and travel mode choice: Combining the habit discontinuity and self-activation hypotheses. *Journal of Environmental Psychology*, 28, pp.121-127.
- Voisin, A., 1957. Grazing management in northern France. *Grass and Forage Science*, 12(3), pp.150-154.
- Weber, E.U., 2015. Climate change demands behavioral change: What are the challenges? *Social Research: An International Quarterly* 82(3), pp.561-580.
- Weber, E.U. and Johnson, E.J., 2009. Mindful judgment and decision making. *Annual Rev. of Psych.*, 60, pp.53-85.
- Weber, E.U. and Stern, P.C., 2011. Public understanding of climate change in the United States. *American Psych.*, 66(4), pp.315.
- WHO, 2016. Burning opportunity: Clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children. *World Health Organization*, Geneva.
- WMO, 2017. 2017 is set to be in top three hottest years, with record-breaking extreme weather [WWW Document]. World Meteorol. Organ. Accessed from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2017-set-be-top-three-hottest-years-record-breaking-extreme-weather> (accessed 3.22.18).
- Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D.P., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassmann, R., Sommer, R., Amonette, J.E., Falucci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R.M., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S., Campbell, B.M., 2016. Reducing emissions from agriculture to meet the 2 °C target. *Glob. Change Biol.*, 22, pp.3859–3864. <https://doi.org/10.1111/gcb.13340>
- WWAP (World Water Assessment Programme), 2012. The United Nations world water development report 4: Managing water under uncertainty and risk.
- Yin, T., 2010. Gaoligong cooking contest encourages villagers to use electric stoves instead of fuelwood. *Rare*. <https://www.rare.org/stories/gaoligong-cooking-contest-encourages-villagers-use-electric-stoves-instead-fuelwood#.W3HfwS2ZPIG>
- Yoeli, E., Budescu, D.V., Carrico, A.R., Delmas, M.A., Deshazo, J.R., Ferraro, P.J., Forster, H.A., Kunreuther, H., Larrick, R.P., Lubell, M., Markowitz, E.M., Tonn, B., Vandenbergh, M.P., Weber, E.U., 2017. Behavioral science tools to strengthen energy and environmental policy. *Beh. Sci. & Pol.*, 3(1), pp.69-79.
- Zhang, L.X., Wang, C.B. and Song, B., 2013. Carbon emission reduction potential of a typical household biogas system in rural China. *Journal of cleaner production*, 47, pp.415-421.

## 尾注

- Damasio, A., 2006. Descartes' error. Random House.
- Hawken, P., 2017. Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming. Penguin.
- NASA, 2018a. GISS surface temperature analysis (GISTEMP) [WWW Document]. Natl. Aeronaut. Space Adm. Goddard Inst. Space Stud. <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20180118/> (accessed 2.14.18).
- Met Office, 2018. 2017: Warmest year on record without El Niño [WWW Document]. Met Office. <https://www.metoffice.gov.uk/news/releases/2018/2017-temperature-announcement> (accessed 2.14.18).
- IAP-CAS, 2018. 2017 sees warmest ocean on record [WWW Document]. Chin. Acad. Sci. Inst. Atmospheric Phys. [http://english.iap.cas.cn/news/201801/20180122\\_189478.html](http://english.iap.cas.cn/news/201801/20180122_189478.html)
- Rhein, M., Rintoul, S.R., Aoki, S., Campos, E., Chambers, D., Feely, R.A., Gulev, S., Johnson, G.C., Josey, S.A., Kostianoy, A., Mauritzen, C., Roemmich, D., Talley, L.D., Wang, F., 2013. Observations: Oceans, in: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- NSIDC, 2017. Arctic sea ice maximum at record low for third straight year | Arctic Sea Ice News and Analysis [WWW Document]. Natl. Snow Ice Data Cent. <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2017/03/arctic-sea-ice-maximum-at-record-low/> (accessed 2.14.18).
- Dlugokencky, E., Tans, P., 2018. Trends in atmospheric carbon dioxide [WWW Document]. NOAA/ESRL Global Monitoring Division. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html> (accessed 2.14.18).
- NASA, 2018b. Carbon dioxide concentration [WWW Document]. NASA Glob. Clim. Change Vital Signs Planet. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide> (accessed 2.14.18).
- NOAA, 2017. Global climate change indicators [WWW Document]. NOAA Natl. Cent. Environ. Inf. <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.php> (accessed 2.14.18).
- IPCC, 2014. Summary for policymakers, in: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlmer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- UNEP, 2017. The emissions gap report 2017. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- Greenhouse gas sources and sinks, 2013. American Chemical Society. <https://www.acs.org/content/acs/en/climate-science/greenhouse-gases/sources-and-sinks.html>
- Johnston, E., n.d. Achieving a balance of sources and sinks. World Resources Institute. <https://www.wri.org/climate/expert-perspective/achieving-balance-sources-and-sinks>
- Matthews, H.D., Zickfeld, K., Knutti, R., Allen, M.R., 2018. Focus on cumulative emissions, global carbon budgets and the implications for climate mitigation targets. *Environ. Res. Lett.*, 13, pp.012021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa98c9>
- Climate Action Tracker, 2017. Improvement in warming outlook as India and China move ahead, but Paris Agreement gap still looms large [WWW Document]. Climate Action Tracker. <http://climateactiontracker.org/publications/briefing/288/Improvement-in-warming-outlook-as-India-and-China-move-ahead-but-Paris-Agreement-gap-still-looms-large.html> (accessed 3.19.18).
- Weber, E., 2015. Weber, E.U., 2015. Climate change demands behavioral change: What are the challenges? *Social Research: An International Quarterly* 82(3), pp.561-580.
- IPCC, 2014
- UNFCCC, 2017. Summary of the Paris Agreement [WWW Document]. U. N. Framew. Conv. Clim. Change. Accessed from <http://bigpicture.unfccc.int/#content-the-paris-agreement> (accessed 2.21.18).
- UNFCCC, 2017
- van Vuuren, D.P., van Soest, H., Riahi, K., Clarke, L., Krey, V., Kriegler, E., Rogelj, J., Schaeffer, M., Tavoni, M., 2016. Carbon budgets and energy transition pathways. *Environ. Res. Lett.*, 11, pp.075002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/075002>
- Millar, R.J., Fuglested, J.S., Friedlingstein, P., Rogelj, J., Grubb, M.J., Matthews, H.D., Skeie, R.B., Forster, P.M., Frame, D.J., Allen, M.R., 2017. Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5 °C. *Nat. Geosci.* 10, pp.741 - 747. <https://doi.org/10.1038/ngeo3031>
- IRP, 2017. Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction. International Resource Panel, United Nations Environment Programme, Paris, France.
- GFN, 2018. Earth overshoot day [WWW Document]. Glob. Footpr. Netw. Adv. Sci. Sustain. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/> (accessed 2.22.18).
- Rozenberg, J., Hallegatte, S., 2015. The impacts of climate change on poverty in 2030 and the potential from rapid, inclusive, and climate-informed development (English). Policy Research working paper; no. WPS 7483. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/349001468197334987/The-impacts-of-climate-change-on-poverty-in-2030-and-the-potential-from-rapid-inclusive-and-climate-informed-development>
- Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., Hertwich, E.G., 2015. Environmental impact assessment of household consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20, pp.526 - 536.
- Ivanova et al., 2015
- Kissinger, G., Herold, M., De Sy, V., 2012. Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers. Lexeme Consulting: Vancouver, Canada.
- Hanson, C., and Mitchell, P., 2017. The business case for reducing food loss and waste. Washington, DC: Champions 12.3.
- de la Fuente, A., Rojas, M., Mac Lean, C., 2017. A human-scale perspective on global warming: Zero emission year and personal quotas. *PLoS one* 12(6), pp.e0179705.
- Hoekstra, A.Y., Wiedmann, T.O., 2014. Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science*, 344, pp.1114 - 1117.
- Fawcett, T., Parag, Y., 2010. An introduction to personal carbon trading. *Climate Policy* 10, pp.329 - 338.
- Hawken, 2017
- Dietz, T., Gardner, G.T., Gilligan, J., Stern, P.C., Vandenberg, M.P., 2009. Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, pp.18452 - 18456.
- Socolow, R.H. and Pacala, S.W., 2006. A plan to keep carbon in check. *Scientific American*, 295(3), pp.50-57.
- Hawken, 2017, p. 218
- Hawken, 2017
- Kriegler, E., Riahi, K., Bauer, N., Schwanitz, V.J., Petermann, N., Bosetti, V., Maruccci, A., Otto, S., Paroussos, L., Rao, S., Arroyo Curr d s, T., Ashina, S., Bollen, J., Eom, J., Hamdi-Cherif, M., Longden, T., Kitous, A., M é jean, A., Sano, F., Schaeffer, M., Wada, K., Capros, P., P. van Vuuren, D., Edenhofer, O., 2015. Making or breaking climate targets: The AMPERE study on staged accession scenarios for climate policy. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 90, pp.24 - 44.
- FAO, 2014. Food wastage footprint full-cost accounting: Final report. Food Wastage Footprint, Rome.
- FAO, 2015. Food wastage footprint & climate change. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, 2015
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S., 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 365, 3065 - 3081.
- Bajelj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., Gilligan, C.A., 2014. Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change*, 4, pp.924 - 929.
- Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havl í k, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D.P., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassmann, R., Sommer, R., Amonette, J.E., Faluccci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R.M., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S., Campbell, B.M., 2016. Reducing emissions from agriculture to meet the 2 °C target. *Glob. Change Biol.*, 22, pp.3859 - 3864. <https://doi.org/10.1111/gcb.13340>
- Hawken, 2017
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Mottet, B., 6United Nations (FAO), Rome.
- Ranganathan, J., Vennard, D., Waite, R., Dumas, P., Lipinski, B., Searchinger, T., 2016. Shifting diets for a sustainable food future. *World Resour. Inst.*, Wash. DC USA.
- Ranganathan et al., 2016
- Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Eickhout, B., Kabat, P., 2009. Climate benefits of changing diet. *Clim. Change*, 95, pp.83 - 102. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9534-6>
- Hawken, 2017
- WHO, 2016. Burning opportunity: Clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children. World Health Organization, Geneva.
- Hawken, 2017
- Putti, V.R., Tsan, M., Mehta, S., Kammila, S., 2015. The state of the global clean and improved cooking sector. Global Alliance for Clean Cookstoves, Washington, D.C.
- Person, B., Loo, J.D., Owuor, M., Ogange, L., Jefferds, M.E.D., Cohen, A.L., 2012. "It is good for my family's health and cooks food in a way that my heart loves" : Qualitative findings and implications for scaling up an improved cookstove project in rural Kenya. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 9, pp.1566 - 1580. <https://doi.org/10.3390/ijerph9051566>
- Hawken, 2017

- 56 Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., 2012. What a waste: A global review of solid waste management. Urban Development Series, Knowledge Papers No. 15. World Bank, Washington, D.C.
- 57 Lou, X.F., Nair, J., 2009. The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresour. Technol.*, Selected papers from the International Conference on Technologies and Strategic Management of Sustainable Biosystems 100, pp.3792 – 3798. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.006>
- 58 Hawken, 2017
- 59 Toensmeier, E., 2016. The carbon farming solution: A global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture practices for climate change mitigation and food security. Chelsea Green Publishing.
- 60 Hawken, 2017
- 61 Hawken, 2017
- 62 Pimentel, D., Cerasale, D., Stanley, R.C., Perlman, R., Newman, E.M., Brent, L.C., Mullan, A. and Chang, D.T.I., 2012. Annual vs. perennial grain production. *Agriculture, ecosystems & environment*, 161, pp.1-9.
- 63 Hawken, 2017
- 64 Hawken, 2017
- 65 Toensmeier, 2016
- 66 Hawken, 2017
- 67 Toensmeier, 2016
- 68 Hawken, 2017
- 69 Campbell, J.E., Lobell, D.B., Genova, R.C. and Field, C.B., 2008. The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environmental science & technology*, 42(15), pp.5791-5794.
- 70 Gardiner, B., 2016. A boon for soil, and for the environment. *New York Times*. 17 May.
- 71 Hawken, 2017
- 72 Hawken, 2017
- 73 Hawken, 2017
- 74 Voisin, A., 1957. Grazing management in northern France. *Grass and Forage Science*, 12(3), pp.150-154.
- 75 Tennigkeit, T. and Wilkes, A., 2008. An assessment of the potential for carbon finance in rangelands. Working Paper no. 68. World Agroforestry Centre.
- 76 Hawken, 2017
- 77 Adhya, T. K., Linquist, B. R. U. C. E., Searchinger, T., Wassmann, R. & Yan, X. Wetting and drying: Reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production. Installment 8 of Creating a Sustainable Food Future.
- 78 Bhatt, K., 2015. System of rice intensification for increased productivity and ecological security: A report. *Rice Research*. Open Access 03. <https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000147>
- 79 Hawken, 2017
- 80 Farooq, M., Siddique, K.H.M., 2015. Conservation agriculture: Concepts, brief History, and impacts on agricultural systems, in: *Conservation agriculture*. Springer, pp.3 – 17. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4_1)
- 81 Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O' Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, 363, pp.789 – 813. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184>
- 82 Hawken, 2017
- 83 Myhre, G., Shindell, D., Br èn on, F.M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.F., Lee, D., Mendoza, B. and Nakajima, T., 2013. Anthropogenic and natural radiative forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Table, 8, p.714.
- 84 Hawken, 2017
- 85 Hawken, 2017
- 86 WWAP (World Water Assessment Programme), 2012. The United Nations world water development report 4: Managing water under uncertainty and risk.
- 87 Phocaidas, A., 2007. Handbook on pressurized irrigation techniques. Food & Agriculture Org.
- 88 Hawken, 2017
- 89 Hawken, 2017
- 90 Hawken, 2017
- 91 ITF, 2017. ITF transport outlook 2017. OECD Publishing, Paris.
- 92 Hawken, 2017
- 93 Hawken, 2017
- 94 Hawken, 2017
- 95 ICAO, 2009. Global aviation CO2 emissions projections to 2050, group on international aviation and climate change (GIACC). International Civil Aviation Organization.
- 96 Penner, J.E., Lister, D.H., Griggs, D.J., Dokken, D.J., McFarland (Eds.), 1999. Aviation and the global atmosphere: a special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- 97 Hawken, 2017
- 98 Hawken, 2017
- 99 Hawken, 2017
- 100 Hawken, 2017
- 101 Hawken, 2017
- 102 Folbre, N., 2011. The bicycle dividend [WWW Document]. *Econ. Blog*. <http://economix.blogs.nytimes.com/2011/07/04/the-bicycle-dividend/> (accessed 3.1.18).
- 103 Hawken, 2017
- 104 Hawken, 2017
- 105 Hawken, 2017
- 106 Hawken, 2017
- 107 Cherry, C.R., Weinert, J.X. and Xinmiao, Y., 2009. Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(5), pp.281-290.
- 108 Hawken, 2017
- 109 Hawken, 2017
- 110 Hawken, 2017
- 111 Hawken, 2017
- 112 Zhang, L.X., Wang, C.B. and Song, B., 2013. Carbon emission reduction potential of a typical household biogas system in rural China. *Journal of cleaner production*, 47, pp.415-421.
- 113 Izumi, T., Matsubara, E., Dung, D.T., Ngan, N.V., Chiem, N.H. and Higano, Y., 2016. Reduction of greenhouse gas emissions in Vietnam through introduction of a proper technical support system for domestic biogas digesters. *Journal of Sustainable Development*, 9(3), p.224.
- 114 Hawken, 2017
- 115 Zhang et al., 2013
- 116 Hawken, 2017
- 117 Hawken, 2017
- 118 rge-Vorsatz, D., Eyre, N., Graham, P., Harvey, D., Hertwich, E., Jiang, Y., Kornevall, C., Majumdar, M., McMahon, J.E., Mirasgedis, S., Murakami, S., Novikova, A., Janda, K., Masera, O., McNeil, M., Petrichenko, K., Herrero, S.T., Jochem, E., Global Energy Assessment Writing Team, 2012. Energy end-use: Buildings, in: *Global energy assessment: Toward a sustainable future*. Cambridge University Press, Cambridge, pp.649 – 760.
- 119 Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M.M., Gohari, M., Abd. Majid, M.Z., 2015. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries). *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 43, pp.843 – 862. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.066>
- 120 Hawken, 2017
- 121 Dietz et al., 2009
- 122 Hawken, 2017
- 123 Hawken, 2017
- 124 Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., Kennedy, C., 2013. Environment: Waste production must peak this century. *Nat. News* 502, pp.615.
- 125 Hoornweg et al., 2013
- 126 The price of virtue, 2007. *The Economist*. 9 Jun. Accessed from <https://www.economist.com/node/9302727>
- 127 Laville, S., Taylor, M., 2017. A million bottles a minute: world' s plastic binge “as dangerous as climate change” [WWW Document]. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change> (accessed 3.2.18).
- 128 Statista, 2018. Consumption paper and cardboard worldwide 2006-2015 [WWW Document]. Statista. Accessed from <https://www.statista.com/statistics/270319/consumption-of-paper-and-cardboard-since-2006/> (accessed 3.2.18).
- 129 Hawken, 2017
- 130 Hawken, 2017
- 131 Policymakers around the world are embracing behavioural science, 2017. *The Economist*. 18 May. Available from <https://www.economist.com/international/2017/05/18/policymakers-around-the-world-are-embracing-behavioural-science>
- 132 OECD, 2017. Behavioral Insights and Public Policy: Lessons from around the world. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264270480-en>
- 133 Jackson, T., 2005. Motivating sustainable consumption: a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. Sustainable Development Research Network, Guildford.
- 134 Scott, J., 2000. Rational choice theory, in: *Understanding Contemporary Society: Theories of the Present* [Browning, G, A Halcli, N Hewlett, and F Webster (Eds)]. SAGE Publications Ltd, London, pp. 126 – 138. <https://doi.org/10.4135/9781446218310>
- 135 Becker, G.S., 1976. The economic approach to human behavior. University of Chicago Press.
- 136 Fishbein, M. and Ajzen, I., 1975. Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Reading: Addison-Wesley.
- 137 Ajzen, I., 1985. From intentions to actions: A theory of planned behavior. In *Action control* (pp. 11-39). Springer Berlin Heidelberg.
- 138 Ajzen, I., 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), pp.179-211.
- 139 Simon, H.A., 1957. Models of man: social and rational. Wiley, New York.
- 140 James, W., 1892. *Psychology: The briefer course*. (Collier, 1962), Ch 13 - Attention (84-105).
- 141 Kaplan, S., 1978. Attention and fascination: The search for cognitive clarity. *Humanscape: Environments for people*, pp.84-93.
- 142 Weber, 2015
- 143 Ajzen, I., 2002. Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), pp.665-683.
- 144 Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A., 1982. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge University Press.
- 145 Kahneman, D., 2011. Thinking, fast and slow. Penguin UK.
- 146 Gigerenzer, G., 2008. Why heuristics work. *Perspectives on psychological science*, 3(1), pp.20-29.
- 147 Kaplan, S., 1972. The challenge of environmental psychology: a proposal for a new functionalism. *American Psych.*, 27(2), pp.140.
- 148 Thaler, R., 1980. Toward a positive theory of consumer choice. *J. Econ. Behav. Organ.*, 1, pp.39 – 60.
- 149 Thaler, R.H., Sunstein, C.R., 2008. *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.

- 150 Hertwig, R. and Grütne-Yanoff, T., 2017. Nudging and boosting: Steering or empowering good decisions. *Perspectives on Psych. Science*, 12(6), pp.973-986.
- 151 Ramsey, C.E. and Rickson, R.E., 1976. Environmental knowledge and attitudes. *J. of Enviro. Edu.*, 8(1), pp.10-18.
- 152 Hines, J.M., Hungerford, H.R. and Tomera, A.N., 1987. Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2), pp.1-8.
- 153 Kaiser, F.G. and Fuhrer, U., 2003. Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge. *Applied Psych.*, 52(4), pp.598-613.
- 154 Deci, E.L. and Ryan, R.M., 1975. *Intrinsic motivation*. John Wiley & Sons, Inc..
- 155 Ryan, R.M. and Deci, E.L., 2000. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Edu. Psych.*, 25(1), pp.54-67.
- 156 Kaplan, S., 1991. Beyond rationality: Clarity-based decision making. *Environment, cognition, and action: An integrative multidisciplinary approach*, pp.171-90.
- 157 Kaplan, S. and Kaplan, R., 2003. Health, supportive environments, and the Reasonable Person Model. *Amer. J. of Public Health*, 93(9), pp.1484-1489.
- 158 Kaplan, S. and Kaplan, R., 2009. Creating a larger role for environmental psychology: The Reasonable Person Model as an integrative framework. *J. of Env. Psych.* 29(3), pp.329-339.
- 159 Chatterton, T., *Department of Energy and Climate Change*, 2011. An introduction to thinking about 'energy behaviour': A multi-model approach. Department of Energy and Climate Change, London.
- 160 Schwartz, S.H., 1977. Normative influences on altruism. In *Advances in Experimental Social Psychology*, 10, pp.221-279. Academic Press.
- 161 Stern, P.C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G.A. and Kalof, L., 1999. A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. *Human Ecology Rev.*, pp.81-97.
- 162 Cialdini, R.B., Reno, R.R. and Kallgren, C.A., 1990. A focus theory of normative conduct: Recycling the concept of norms to reduce littering in public places. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(6), pp.1015.
- 163 Cialdini, R.B., 2003. Crafting normative messages to protect the environment. *Current Directions in Psychological Science*, 12(4), pp.105-109.
- 164 Sparkman, G. and Walton, G.M., 2017. Dynamic norms promote sustainable behavior, even if it is counternormative. *Psych. Sci.* 28(11), pp.1663-1674.
- 165 Lewin, K., 1947. Group decision and social change. *Readings in Social Psychology*, 3(1), pp.197-211.
- 166 Parnell, R. and Larsen, O.P., 2005. Informing the development of domestic energy efficiency initiatives: an everyday householder-centered framework. *Env. and Behavior*, 37(6), p.787-807.
- 167 Staats, H., Harland, P. and Wilke, H.A., 2004. Effecting durable change: A team approach to improve environmental behavior in the household. *Env. and Behavior*, 36(3), pp.341-367.
- 168 Balmford, A., Cowling, R.M., 2006. Fusion or failure? The future of conservation biology. *Conservation Biology*, 20(3), 692-695.
- 169 Schultz, P.W., 2011. Conservation means behavior. *Con. Bio.*, 25(6), pp.1080-1083.
- 170 Butler, P., Green, K., Galvin, D., 2013. The principles of pride: The science behind the mascots. *Rare: Arlington, VA*. <http://www.rare.org/publications>
- 171 Reddy, S., Montambault, M., Masuda, Y.J., Keenan, E., Butler, W., Fisher, J.R.B., Asah, S.T., Gneezy, A., 2017. Advancing conservation by understanding and influencing human behavior. *Conservation Letters*, 10(2), pp.248-256.
- 172 UNEP, 2017. Consuming differently, consuming sustainably: Behavioural insights for policymaking. *Ideas42 and UNEP*: New York, NY. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2404Behavioral%20Insights.pdf>
- 173 Yoeli, E., Budescu, D.V., Carrico, A.R., Delmas, M.A., Deshazo, J.R., Ferraro, P.J., Forster, H.A., Kunreuther, H., Larrick, R.P., Lubell, M., Markowitz, E.M., Tonn, B., Vandenbergh, M.P., Weber, E.U., 2017. Behavioral science tools to strengthen energy and environmental policy. *Beh. Sci. & Pol.*, 3(1), pp.69-79.
- 174 Schneider, C.R., Zaval, L., Weber, E.U., Markowitz, E.M., 2017. The influence of anticipated pride and guilt on pro-environmental decision making. *PLoS one* 12, pp.e0188781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188781>
- 175 Fredrickson, B.L., 1998. What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), pp.300.
- 176 Corral-Verdugo, V., 2012. The positive psychology of sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 14(5), pp.651-666.
- 177 Schneider et al., 2017
- 178 Fredrickson, 1998
- 179 Seligman, M.E., Railton, P., Baumeister, R.F. and Sripada, C., 2013. Navigating into the future or driven by the past. *Perspectives on Psych. Sci.*, 8(2), pp.119-141.
- 180 Camp, J., 2012. Decisions are emotional, not logical: The neuroscience behind decision making [WWW Document]. *Big Think*.
- 181 Yin, T., 2010. Gaoligong cooking contest encourages villagers to use electric stoves instead of fuelwood. *Rare*. <https://www.rare.org/stories/gaoligong-cooking-contest-encourages-villagers-use-electric-stoves-instead-fuelwood#W3HfwS2ZPIG>
- 182 McCord, J.M., 2011. Will heat for hoolocks. *Rare*. <https://www.rare.org/stories/gaoligong-cooking-contest-encourages-villagers-use-electric-stoves-instead-fuelwood#W3HfwS2ZPIG>
- 183 Jordan, R., 2016. Stanford researchers release virtual reality simulation that transports users to ocean of the future [WWW Document]. *Stanf. Woods Inst. Environ.* <https://news.stanford.edu/2016/10/18/virtual-reality-simulation-transporters-users-ocean-future/> (accessed 3.22.18).
- 184 Ahn, S.J., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K.L., McGillicuddy, K.T. and Bailenson, J.N., 2016. Experiencing nature: Embodying animals in immersive virtual environments increases inclusion of nature in self and involvement with nature. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 21(6), pp.399-419.
- 185 Bowles, S., Gintis, H., 2011. *A cooperative species: human reciprocity and its evolution*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- 186 Turner, J., Oakes, P., 1986. The significance of the social identity concept for social psychology with reference to individualism, interactionism and social influence. *Brit. J. of Soc. Psych.*, 25(3), pp.237 - 252.
- 187 Cialdini, 2003
- 188 Schultz, P.W., Messina, A., Tronu, G., Limas, E.F., Gupta, R., Estrada, M., 2016. Personalized normative feedback and the moderating role of personal norms: A field experiment to reduce residential water consumption. *Environment and Behavior*, 48(5), pp.686-710.
- 189 Miller, D.T., Prentice, D.A., 2016. Changing norms to change behavior. *Annu. Rev. Psychol.* 67, pp.339 - 361. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015013>
- 190 Rasul, I., Hollywood, D., 2012. Behavior change and energy use: is a 'nudge' enough? *Carbon Manag.*, 3, pp. 349 - 351. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.32>
- 191 Center for Research on enviro decisions
- 191 Butler, P., Green, K., Galvin, D., 2013. The principles of pride: The science behind the mascots. *Rare: Arlington, VA*. <http://www.rare.org/publications>
- 192 Weber, 2015
- 193 Weber, E.U., Johnson, E.J., 2009. Mindful judgment and decision making. *Annual Rev. of Psych.*, 60, pp.53-85.
- 194 Kaplan, S., 1987. Aesthetics, affect, and cognition: Environmental preference from an evolutionary perspective. *Env. and Behavior*, 19(1), pp.3-32.
- 195 Kaplan, 1987
- 196 Verplanken, B., I. Walker, A. Davis, M. Jurasek., 2008. Context change and travel mode choice: Combining the habit discontinuity and self-activation hypotheses. *Journal of Environmental Psychology*, 28, pp.121-127.
- 197 Center for Research on Environmental Decisions, 2009. *The psychology of climate change communication: A guide for scientists, journalists, educators, political aides, and the interested public*. New York.
- 198 Holzer, J., 2017. Don't put vegetables in the corner: Q&A with behavioral science researcher Linda Bacon [WWW Document]. *World Resources Institute*. <http://www.wri.org/blog/2017/06/dont-put-vegetables-corner-qa-behavioral-science-researcher-linda-bacon> (accessed 3.22.18).
- 199 European Commission, 2016. EU climate action [WWW Document]. *Climate Action - European Commission*. [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_en](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en) (accessed 3.22.18).
- 200 Climate Action Tracker, 2017
- 201 Schlessner, C.-F., Lissner, T.K., Fischer, E.M., Wohland, J., Perrette, M., Golly, A., Rogelj, J., Childers, K., Schewe, J., Frieler, K., Mengel, M., Hare, W., Schaeffer, M., 2016. Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: the case of 1.5 &deg;C and 2 &deg;C. *Earth Syst. Dyn.*, 7, pp.327 - 351. <https://doi.org/10.5194/esd-7-327-2016>
- 202 Millar et al., 2017



## 关于作者

### 凯蒂·威廉姆森 (KATIE WILLIAMSON)

瑞尔保护协会行为与环境中心

### 艾文·萨特·梅洛伊 (AVEN SATRE-MELOY)

罗氏奖学金获得者、牛津大学地理和环境学院博士生。2016 年他曾参与纽约时报畅销书《缩减》项目的研究。

### 凯蒂·韦拉斯科 (KATIE VELASCO)

瑞尔保护协会行为与环境中心参与与运营部总监。

### 凯文·格林 (KEVIN GREEN)

瑞尔保护协会行为与环境中心高级总监。



**瑞尔保护协会中国部**

地址：湖北省武汉市武昌区绿地蓝海

A 座 1309, 430063

Tel: 027 86627016

Fax: 027 86627198

Email: china-info@rare.org

Website: www.rare.org

**United States Office (HQ)**

1310 North Courthouse Road Suite 110

Arlington, Virginia, USA 22201



**瑞尔保护协会推动行为改变，人与自然共荣。**环境保护最终要落到人身上——人对待自然的行为、他们对自然的价值观念，以及他们在不牺牲基本生活需求的情况下保护自然的能力。因此，环保人士必须了解社会改变和科学，致力于基于社区的解决方案以及国家和国际层面的政策决策。

瑞尔保护协会的行为与环境中心用行为学及设计的最佳理念来应对世界上最大的一些环境挑战。通过和世界领先的学术和研究机构合作，我们正在将人类行为学的理念转化成现实的解决方案，提供给世界各地的环保主义者。

请访问网站 [rare.org](http://rare.org)，了解更多信息并关注我们微信公众号。

