

THE FIRST SCIENCE VIEW | 第一科学视野

《环球科学》杂志社 编
飞思科普出版中心 监制

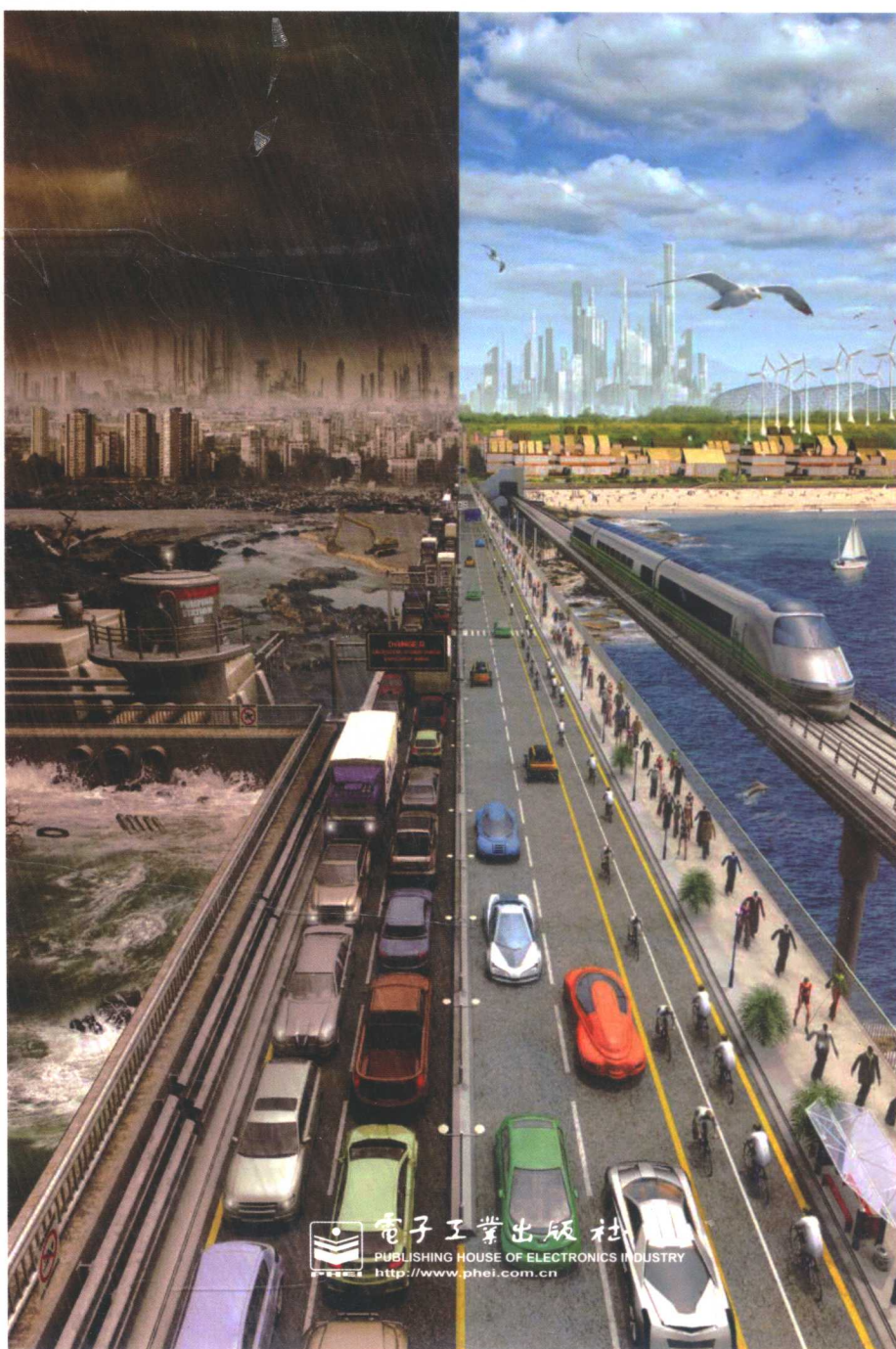


能源与环境

修订版

全球顶级科普杂志《科学美国人》精选

众多
诺贝尔奖 得主及
荟萃从 **爱迪生** 到 **比尔·盖茨**
都喜欢阅读的 **大众科普** 文章
世界顶级 科学家倾力撰写



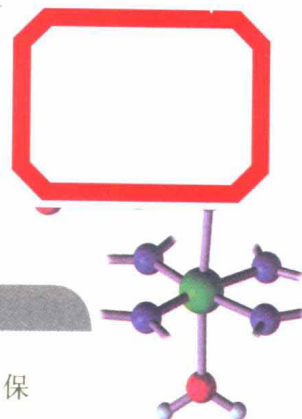
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第一科学视野

能源与环境

(修订版)





内容简介

能源短缺、环境污染是当今社会面临的难题之一，利用可再生能源、保护地球环境成为21世纪科学发展的一大课题。人类如何解决淡水危机，如何开发太阳能，如何开启新能源时代……这些新的课题在本书中都有详细的阐述。此外，书中还介绍了科学家为解决气候变化、核污染和生态破坏等问题所取得的最新研究成果，是相关领域的研究人员和科普爱好者的首选读物。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

能源与环境 / 《环球科学》杂志社编. -- 修订本. -- 北京: 电子工业出版社, 2012.8
(第一科学视野)
ISBN 978-7-121-17278-6

I. ①能… II. ①环… III. ①能源—关系—环境—普及读物 IV. ①X24-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第120819号



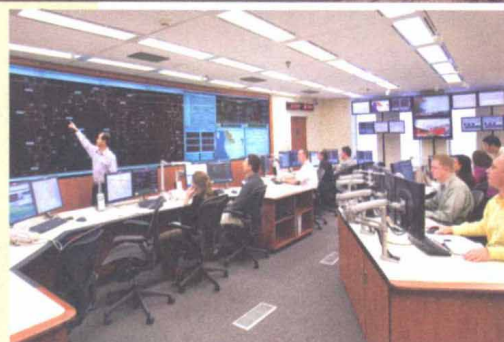
责任编辑: 郭 晶 彭 捷
特约编辑: 赵 宁 赵海红
印 刷: 北京天宇星印刷厂
装 订: 三河市鹏成印业有限公司
出版发行: 电子工业出版社
北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036
开 本: 889×1194 1/16 印张: 17.25 字数: 772.8千字
印 次: 2012年8月第1次印刷
定 价: 65.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话: (010) 88254888。
质量投诉请发邮件至zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。
服务热线: (010) 88258888。

目录 CONTENTS



- 006 修复地球
- 008 为地球设置健康警戒线
- 012 给地球的医嘱
- 016 发展经济 = 毁灭地球
- 022 无法抉择的恐慌：要水，还是要能源？
- 028 磷：逼近枯竭线
- 034 磷湖
- 036 对可持续发展的十大误解
- 040 2030 开启新能源时代
- 048 2030 我们开什么车
- 052 石油 100 年都用不完
- 060 将草炼成油
- 068 产业圆桌：拷问生物能源
- 070 生物能源研究简史
- 072 图解可再生能源
- 078 人造树叶：阳光变燃料
- 083 用城市污水发电
- 088 核聚变悬念
- 096 能源浪费：无法忽视的真相
- 100 核废料该埋在哪
- 108 巧用核废料
- 116 太阳世纪



- 126 太阳能应用简史
- 128 绿色柴油机上路了
- 137 乙醇燃料风波骤起
- 144 超级发动机 让汽车更省油
- 150 氢能汽车的最后瓶颈
- 159 氢电合一的超级电网
- 166 终结大停电的智能电网
- 174 建筑节能新方向
- 178 氮污染：地球生命隐形杀手
- 186 甲烷：从北极冻土中爆发
- 194 气候变化的伦理抉择
- 202 气候变化研究简史
- 204 褐变的北极
- 212 给地球撑把遮阳伞
- 222 围剿碳排放全球行动计划
- 230 生病的碳市场
- 238 寻找中国的尤卡山
- 240 清洁地球的神奇小分子
- 248 即将诞生的海洋
- 256 酸死的海洋
- 264 死海命悬一线
- 270 拆除水坝的生态隐患

第一科学视野

能源与环境

(修订版)



《第一科学视野》
丛 书 编 委 会

丛书主编

刘 芳 褚 波

丛书编委 (按姓氏音序排列)

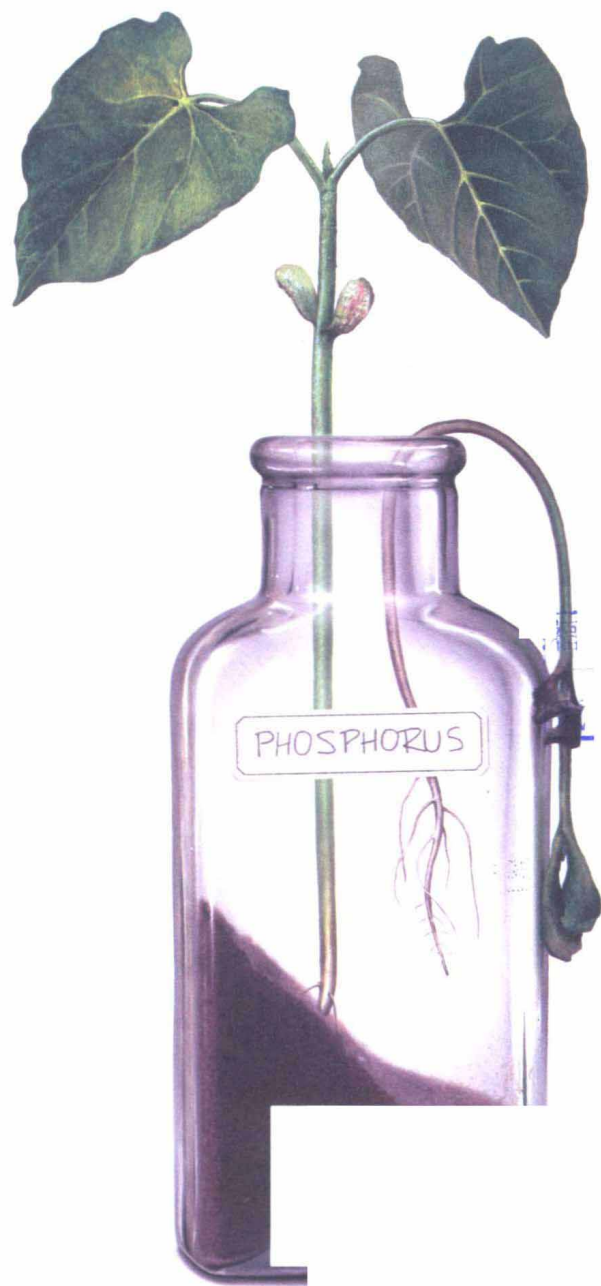
陈宗周 刘 明 龙 晔

罗丽聪 罗 绮 申宁馨

THE FIRST
SCIENCE VIEW

第一科学视野

《环球科学》杂志社 编
飞思科普出版中心 监制

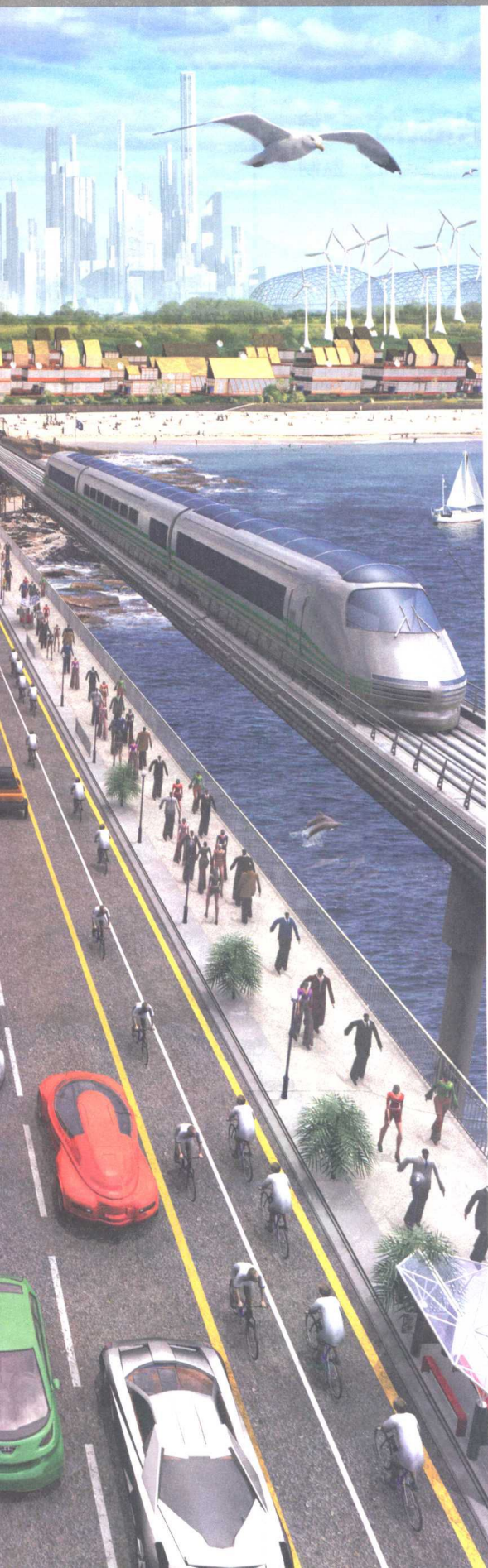


能源与环境

(修订版)

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

目录 CONTENTS



- 006 修复地球
- 008 为地球设置健康警戒线
- 012 给地球的医嘱
- 016 发展经济 = 毁灭地球
- 022 无法抉择的恐慌：要水，还是要能源？
- 028 磷：逼近枯竭线
- 034 磷湖
- 036 对可持续发展的十大误解
- 040 2030 开启新能源时代
- 048 2030 我们开什么车
- 052 石油 100 年都用不完
- 060 将草炼成油
- 068 产业圆桌：拷问生物能源
- 070 生物能源研究简史
- 072 图解可再生能源
- 078 人造树叶：阳光变燃料
- 083 用城市污水发电
- 088 核聚变悬念
- 096 能源浪费：无法忽视的真相
- 100 核废料该埋在哪
- 108 巧用核废料
- 116 太阳世纪

- 126 太阳能应用简史
- 128 绿色柴油机上路了
- 137 乙醇燃料风波骤起
- 144 超级发动机 让汽车更省油
- 150 氢能汽车的最后瓶颈
- 159 氢电合一的超级电网
- 166 终结大停电的智能电网
- 174 建筑节能新方向
- 178 氮污染：地球生命隐形杀手
- 186 甲烷：从北极冻土中爆发
- 194 气候变化的伦理抉择
- 202 气候变化研究简史
- 204 褐变的北极
- 212 给地球撑把遮阳伞
- 222 围剿碳排放全球行动计划
- 230 生病的碳市场
- 238 寻找中国的尤卡山
- 240 清洁地球的神奇小分子
- 248 即将诞生的海洋
- 256 酸死的海洋
- 264 死海命悬一线
- 270 拆除水坝的生态隐患



修复地球

人类已经从根本上改变和破坏了地球。
但一些新思路和新举措可以阻止我们继续破坏我们赖以生存的家园。

别再管什么银行和汽车制造业了，我们的地球才是一个真正大到不能衰败的系统。然而，近几个世纪以来，人类正在耗尽这个星球上的资源，并让她无时无刻不在承受我们生产的垃圾，当一个地方水资源枯竭，或是环境被污染，人类所做的仅仅是迁往一个新地方。但是现在，我们已经无法延续这种已经使用了数千年的策略了。科学家、社会思想家以及全球民众都已经意识到，人类业已将这个星球原本的自然属性变成了工业属性，为了生存，我们现在必须重新将她改造成一个可持续发展的星球。

那么，有什么救急计划呢？第一步，我们必须明确地球系统到底有多么接近“崩溃”。环境学家乔纳森·福利（Jonathan Foley）为我们介绍了一项大型国际间合作，这个项目可以为那些关键的环境进程计算安全阈限，例如气候变化、海洋酸化等，如果我们不对这些状况加以控制，它们就会渐渐破

坏地球的可持续发展。计算出来的临界值可能还需要微调，但是通过了解这些进程，我们可以知道如何寻找解决方法。《科学美国人》邀请了8位专家来详谈他们在修复地球方面的策略。

这些修复手段或许可以暂时延缓环境恶化的趋势，但恐怕无力根治。在美国米德尔伯里学院（Middlebury College）驻校学者（scholar in residence）比尔·麦吉本（Bill McKibben）看来，导致地球崩溃的罪魁祸首正是现代社会的驱动力——人们对经济增长无穷无尽的需求。麦吉本撰写的新书即将出版，我们独家摘录了这本新书中的观点，即人类现在应该放弃继续发展，并重新制定政策，对各种资源进行有效地保护。批评家认为麦吉本的想法太不切实际，《科学美国人》编辑马克·菲谢蒂（Mark Fischetti）抛出了这些质疑，看看麦吉本如何回应吧。



为地球设置健康警戒线

科学家对一些关键的环境过程设置了警戒线。如果超过这个警戒线，地球的环境将受到极大威胁。不幸的是，警戒线已被突破。

撰文/乔纳森·福利 (Jonathan Foley)

翻译/曹志平 靳红燕 李钰飞

临界点

- 除了已经受到足够重视的气候变化以外，物种丧失和氮污染也远远超出了它们的安全阈值。其他的环境过程也正在接近危险的边缘。
- 迅速采用低碳能源、遏制土地光秃、变革农业措施，对于实现地球和人类的可持续发展至关重要。

业革命，以及后来的绿色革命，使全球人口从 1800 年的 10 亿猛增到现在的将近 70 亿。仅在过去的 50 年中，世界人口数量就翻了一番。在财富的助推下，我们对资源的利用达到了令人惊愕的水平。50 年来，全球的食物和淡水消耗增加了两倍，化石燃料增加了三倍。这个星球所有光合产物的将近一半都已经被我们利用了。

这种肆意的经济增长还使污染从一个局域性问题发展成一个全球性问题。平流层臭氧耗尽和温室气体浓度就是最为明显的例证，其他的不利影响也在加剧。

人口激增、资源损耗和环境破坏已经改变了我们的地球。我们现在好比生活在一个“满载”的世界，资源有限，吸收废弃物的能力也有限。在这样一个世界里生活，遵循的规则当然也有所不同。最根本的是，我们必须采取措施以确保我们的行为活动是在环境系统的“安全操作空间”之内。如果我们还不调整自己的行为方式，

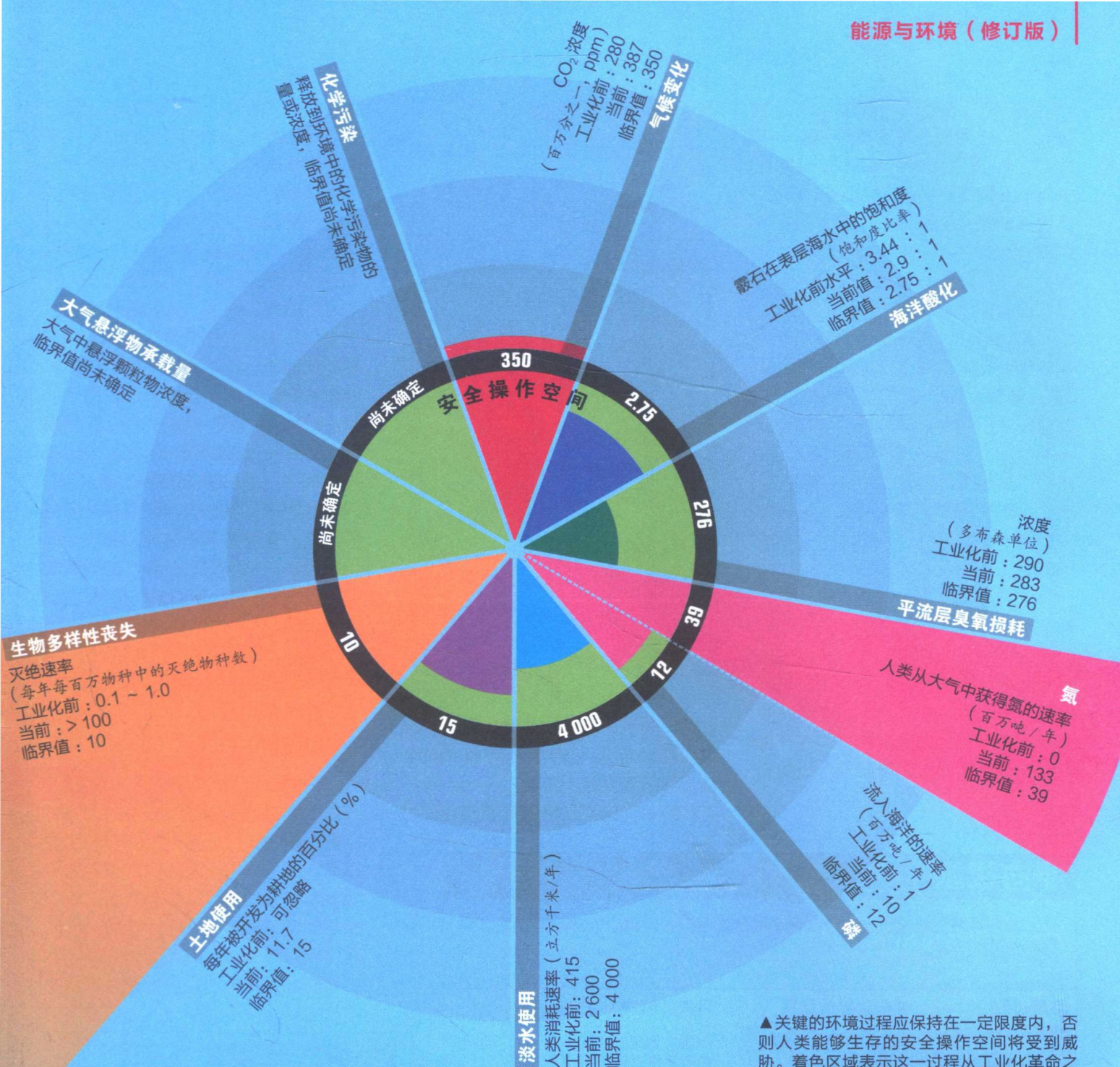
将会给人类带来灾难性后果。

是什么引起了这样的变化？我们又该如何避免呢？最近，瑞典斯德哥尔摩应变中心 (Stockholm Resilience Center) 的约翰·罗克斯特伦 (Johan Rockstrom) 领导的一个国际小组 [成员来自欧洲、美国 (包括本文作者) 和澳大利亚] 正在为一个更大的相关问题寻找答案：我们是否正在接近地球的“临界点”？越过这些临界点，就会把全球环境推向一个人类历史上从未出现过的危险境遇。

在仔细考察了关于物理和生物系统的无数跨学科研究成果之后，我们小组确定了 9 个环境过程，可能会扰乱地球供养人类生命的能力。对于这些过程，我们可以设置一个界限，在这个界限内，人类的活动是安全的。其中 7 个过程有清晰的界限 (见第 21 页图表)，可以用数据进行科学的界定 (当然这些数据也有某些不确定性)。其中 3 个——气候变化、海洋

自全新式人类文明诞生开始，在将近一万年的时间里，我们的世界看上去似乎辽阔得难以想象，辽阔的陆地和海洋有着无限的资源，人类可以随意污染，也可以简单地通过迁居来避开局部的环境约束。人类用他们的开拓能力建造了帝国和经济体系，他们可以开采的财富似乎取之不尽，用之不竭。人类从未想过这种肆意妄为会有终结的一天。

然而，公共健康领域的成就、工



酸化和平流层臭氧消耗代表了引爆点或翻转点 (tipping point), 其他 4 个界限则表示不可逆转的衰退。剩下的两个环境过程——大气污染和全球化学污染, 还未进行广泛的研究, 因此尚未建立数值界限。

我们小组分析显示: 有 3 个过程已经突破了它们的临界点。它们分别是: 生物多样性减少、氮污染和气候变化。其他所有过程也都在逼近它们各自的阈值。将来个别界限的数值可能还会细微调整, 也可能会有其他过

程新加进来, 但这组阈值是对全球最危险环境问题的“顶级”总结, 为如何应对这些威胁提供了一个思想框架。

化石燃料的困局

了解最紧迫环境问题的成因后, 我们就可以找到线索去解决它们。例如, 气候变化和海洋酸化问题原因是相似的, 都是由于人类使用化石燃料, 释放了 CO₂ 到大气中。

气候变化。虽然我们的星球已明显受到了人类活动所导致的气候变暖

▲关键的环境过程应保持在一定限度内, 否则人类能够生存的安全操作空间将受到威胁。着色区域表示这一过程从工业化革命之前的水平开始, 已经在多大程度上接近或者超过安全边界。生物多样性、氮循环以及气候变化已经超过临界值。(氮流、磷流是成对出现的, 因为它们总是同时发生。)

的影响, 将来还会受到更多的影响, 科学家和决策者还是在寻找办法避免发生毁灭性的结果——包括两极冰川消失、淡水补给中断, 以及某些区域性气候系统的破坏。现在, CO₂ 的浓度已经达到了 387ppm (单位体积浓度), 而温室气体达到何种水平会引起危险的气候变化, 相关的争论还在继续, 这暗示我们必须评估别人提出的 CO₂ 临界值从 350ppm 到 550

ppm 范围的各种 CO₂ 浓度。我们的分析表明，为使地球远离气候翻转临界点，保守估计 CO₂ 浓度应保持在 350ppm 以下。为了达到这个目标，全世界必须立即采取行动稳定温室气体的排放，并在未来的几十年中持续减少温室气体的排放量，使之大大低于目前的排放水平。

海洋酸化。正在发生的海洋酸化是气候变化较少为人所知的“孪生兄弟”。随着大气中 CO₂ 浓度不断升高，CO₂ 在水中溶解形成的碳酸总量也在不断增加，从而使海洋表面变酸。海水在自然状态下呈碱性，pH 值在 8.2 左右，现在海洋的 pH 值已经降低到 8.0，并且还在降低。海水表层会形成的霰石（aragonite，又称全球文石，一种亚稳态的碳酸钙），我们以霰石的下降水平来衡量海水酸化的程度。海洋食物链上的许多生物，从珊瑚虫到大多数浮游植物，都有赖于霰石来形成自身的骨骼和外壳。海水不断酸化将会使海洋生态系统和食物链严重衰退。这是迫使人们转向低碳能源的又一个原因。

食物生产的威胁

人类已经占用了地球上 35% 的土地来种植和放牧，扩大农业生产是开辟新耕地的主要动机，这导致了对自然生态系统的破坏。由于人类的土地利用方式，几个全球性的临界点有相互交织在一起的危险。

生物多样性丧失。土地开发正在导致地球历史上最为严重的物种灭绝。现在的物种灭绝速度是有地质记载以来正常物种灭绝速度的 100 到 1000 倍。全世界从陆地到海洋生态系统，物种多样性都在以这样的速度丧失，这会破坏区域和全球尺度的生态系统过程。我们必须花更大的力气来保护生物多样性，尤其是在敏感的热带雨林地区。一些行动计划，比如联合国的“减少毁林和森林退化的排放计划”（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation，简称 REDD）筹集资金减少热带雨林的砍伐，可以同时应对生物多样性下降和碳排放两个问题，将非常有效。

氮磷污染。化肥的广泛使用使地

球的化学过程陷入混乱。地球上每年 1.33 亿吨氮和 1000 万吨磷的使用量使环境中的氮磷流量翻了一番。两者都在造成广泛的水体污染，使无数的江河湖泊退化，形成很大的缺氧“死亡区域”，严重破坏近海生态系统。因此我们需要一种新的农业方式——既能增加食品生产，又可保护环境。

淡水损耗。在全球范围内，我们每年从河流、湖泊和地下蓄水层抽取的淡水高达 2 600 立方千米，用于灌溉（70%）、工业（20%）和家庭用水（10%）。这就导致很多大的河流流量减少，有些甚至已经完全干涸。标志性例子就是，美国科罗拉多河已经断流，亚洲中部咸海的大部分地区也已经沙漠化。将来对淡水的需求会更为巨大，只有通过技术的大改进，提高全球水资源的利用效率，尤其是灌溉效率，才能帮助我们避免更严重的水资源短缺。

远离临界点

我们小组数月前发表在《自然》杂志上的文章引起了一场有益的科学讨论。总的来说，这个工作得到了好评和认可，被认为是一次为世界划定“警戒线”的思想实验。然而，我们的工作也遭到了一些科学家的批评，认为我们甚至都不应该尝试去设定这样的界限，还有一些科学家则不认同

冲向极限

放任环境过程超过一定限度会造成严重后果，但果断的行动可以使之保持在安全范围内。

环境过程	冲破边界的后果	可能的解决方法
生物多样性丧失	陆地和海洋生态系统崩溃	放慢土地开发速度；生态系统有偿服务
氮循环	淡水和海洋中死亡区域扩大	减少化肥用量；处置动物粪便；发展混合动力汽车
磷循环	海洋食物链断裂	减少化肥用量；处置动物粪便；更好地管理人类粪便
气候变化	极地冰盖和冰川融化；区域气候变化	使用低碳能源和燃料；对碳排放收费
土地利用	生态系统崩溃；二氧化碳逃逸	限制城市扩张，提高农业效率；生态系统有偿服务
海洋酸化	微生物和珊瑚虫死亡；能吸收的碳减少	使用低碳能源和燃料；减少化肥的流失
淡水利用	水生生态系统崩溃；水源枯竭	提高灌溉效率，安装低流量设备
平流层臭氧消耗	人类和动植物受到辐射伤害	逐步淘汰氯氟烃；试用新的化学品



本文作者
乔纳森·福利是美国明尼苏达大学环境研究所主任，作为一个有大气科学背景的科学家，他的研究工作主要集中在土地利用、农业与全球环

境的相互关系上。

本文译者

曹志平，中国农业大学资源与环境学院生态系教授，博士生导师。主要从事土壤生态学的研究工作，侧重于农业生产与土地利用方式对土壤生物多样性和生态系统功能的影响。

靳红燕，中国农业大学资源与环境学院生态系硕士研究生，从事日光温室蔬菜根结线虫病的研究。

李钰飞，中国农业大学资源与环境学院生态系硕士研究生，从事不同土地利用条件下土壤线虫群落结构的研究。

我们设定的数值。

也许最重要的批评是，通过设定临界值，我们可能会鼓励这样一种想法：只要环境破坏保持在一定限度内就可以接受。我们正式声明，这不是我们的初衷！社会不应该放任这个世界滑向危险边缘而不采取任何行动。即使我们离界限还有 1/3 的路程，已经走过的 2/3 也仍然会造成严重的危害。我们呼吁人们变得足够聪明、足够无私（指对子孙后代而言），尽可能远离这些临界点，因为每一个临界点都代表一个环境危机。

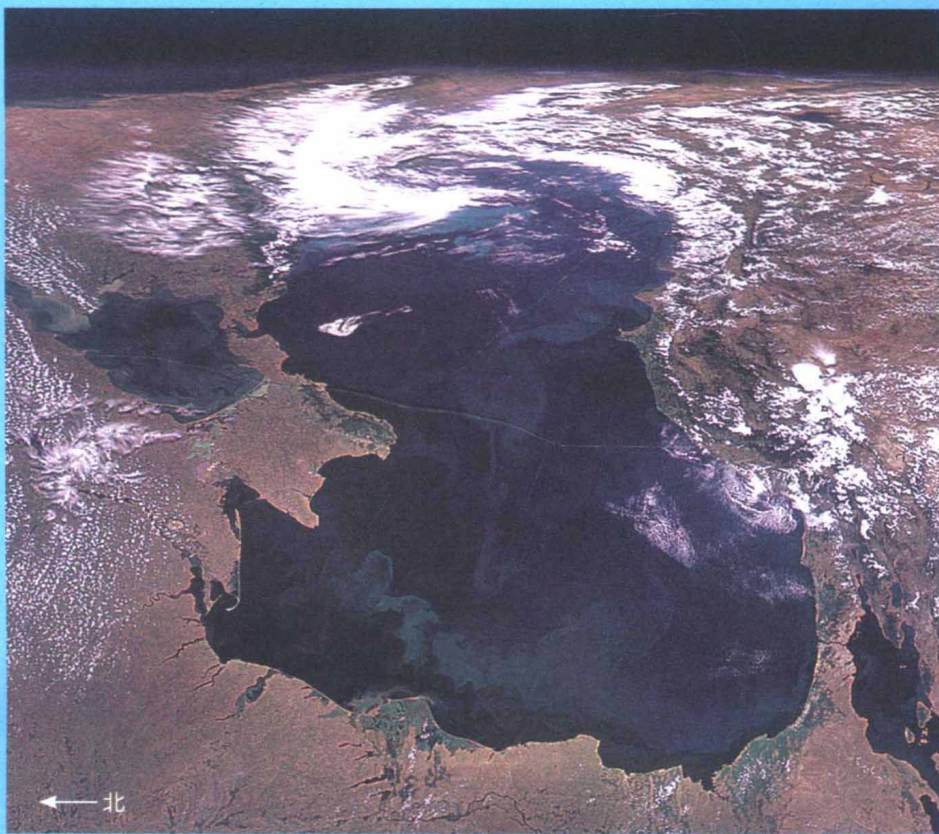
大多数批评是合理的，对于其中的许多批评，我们小组也早有预见。我们知道界限的概念还需要更多的研究，特别是一些数值的修订，我们将继续努力。但我们觉得这个概念是强有力的，它将有助于建立一个集体思想框架，来考虑人类生存的环境极限。我们希望这些结果引起的讨论不局限在科学圈子内部。现在看来，这个愿望已经实现。

解决方案的第一步

各个临界值是高度关联的，科学家已经提出了一些解决措施。

当这个世界为了全球的可持续发展而分别提出社会、经济和环境要求时，一组全面而广泛的星球临界值应该得到尊重。我们已经开始应对其中的一些挑战，但方法是零散的，每个临界值都被拿出来单独考虑。事实上，这些临界值是高度关联、相互交叉的。一个临界值被超过，会对另一个临界值形成压力，增加超过它的风险。例如，突破气候变化的临界值可能会导致物种灭绝率上升。同样，氮、磷污染可能破坏水生生态系统的缓冲能力，大大加快生物多样性的丧失。如果我们总是单方面采取补救措施，一次只试图解决一个问题，这种努力很可能会失败。

在这个关键时刻，科学家仅仅把问题界定出来后就下班回家，是远远不够的。我们还必须提出解决办法，可以先从以下几方面着手：



▲黑海巨大的藻华（靠近底部的绿色漩涡）是由多瑙河（底部）带入的农业生产冲刷物引起的，藻华杀死了大量水生生物——这是环境过程（确切地说，是土地利用与生物多样性）相互关联的一个典型案例。

■ 向高效低碳的能源系统过渡。日益紧迫的气候变化和海水酸化要求我们必须尽快将大气中的 CO_2 浓度稳定下来，最好控制在 350ppm 以下。这一过渡将要求能源效率有很大的提高，迅速将低碳能源规模化。

■ 严格控制土地光秃和退化，特别是热带雨林的砍伐。很多环境破坏，特别是生物多样性丧失，都是人类聚居地无限扩张导致的结果。

■ 变革农业。几个临界值，包括富氧化污染和水源短缺，都与我们的产业化农业有关。新的农业措施，包括新品种的培育、精准农业技术的研发，以及水肥资源利用效率的提高，可能实现这一目标。

我们在实施这些解决方案时应该认识到，要获得一个更加可持续的未来，绝对不存在一个简单的操作手册可循。我们将会在经济、政治和社会方面建立起新的工作原则，同时清楚地意识到我们对环境和人类发展过程的认识还很有限。任何基础的或创新的措施，都应使我们能够对环境健康和社会需求的变化指标作出响应，从而帮助我们提高自然界和人类社会的缓冲能力，使它们更加“强壮”，不容易受到将来很可能发生的意外的冲击。为了使自然界的缓冲能力达到最大，我们必须在地球这个日益衰退的行星的界限之内，尽可能做到最好。

拓…展…阅…读

A Safe Operating Space for Humanity. Johan Rockstrom et al. in *Nature*, Vol. 461, pages 472–475; September 24, 2009.

Commentaries: Planetary Boundaries. *Nature Reports Climate Change*, Vol. 3, pages 112–119; October 2009. http://blogs.nature.com/climatefeedback/2009/09/planetary_boundaries.html

Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Johan Rockstrom et al. in *Ecology and Society*, Vol. 14, No. 2, Article 32; 2009. www.stockholmresilience.org/planetary-boundaries

给地球的医嘱

为了保证关键环境过程在安全范围内，我们应该采取什么行动？科学家提出了如下建议。

生物多样性丧失

美国斯坦福大学环境科学教授 格蕾琴·C·戴利 (Gretchen Daily)
翻译/冉隆华



采用任何单一的传统保护方法都注定要失败，这一严酷现实已经不容再忽视。自然保护区太小、太少、太孤立、太容易受到影响，最多只能支撑地球上很小一部分生物多样性。我们面临的挑战是，通过经济和文化上的前景让保护生物多样性具有吸引力。我们不能继续把自然界当做可以随意拿取食物的自助餐厅了。

我们靠自然界提供食物保障、清洁水、气候稳定性、海产食品、木材、能源，以及其他生理和物质上的服务。为了保持这些利益，我们需要的不仅仅是位置偏远的保护区，更需要对任何地方都加以保护，使它们更像“生态系统服务站”。

少数先驱者正把生物多样性保护与人类发展融为一体。哥斯达黎加政府为热带森林提供的生态服务包括碳减排、水力发电、生物多样性保护及自然景观并向森林所有者支付报酬。从20世纪90年代起，中国国家环保总局就开始进行生态补偿机制方面的

研究和实践探索，在2004年10月颁布了《中央森林生态效益补偿基金管理办法》等一系列政策；并可能投资1000亿美元成立“生态补偿资金”，包括创立奖励生物多样性保护与恢复的创新政策和财政机制；还建立了占国土面积18%的“生态功能保护区”。哥伦比亚和南非也对生物多样性保护政策进行了重大调整。

三方面的进步有助于世界其他国家采用这些成功模式。第一，加强科学研究开发出新的工具，从生物物理、经济和其他方面评价和统计自然资本。自然资本项目 (Natural Capital Project) 开发了InVEST软件，把生态系统服务与政府和公司在土地规划、资源利用及基础设施建设上可能做出的权衡取舍融合在一起加以评估。第二，这些工具在资源政策方面取得引人注目的成功示范。第三，政府、开发组织、企业和社区之间紧密合作，帮助国家建立更持续的经济，同时维持必要的生态系统服务功能。

氮循环

美国康奈尔大学生态学与环境生物学教授
罗伯特·W·霍瓦特 (Robert W. Howarth)
翻译 冉隆华

人类活动极大地改变了全球氮循环，影响最大的就是化肥施用。但实际上，燃烧化石燃料是某些地区（如美国东北部）氮危机的最主要原因。针对这种情况，解决措施就是节约能源和提高能源利用效率。混合燃料汽车是另一个极好的选择，它们的氮排放量显著低于传统汽车，因为它停下来时，发动机也会停转（传统汽车发动机空转时，氮排放实际上会增加）。如果美国《清洁空气法》及其修正案颁布前修建的发电厂也被要求执行这些法律，发电厂的氮排放也会大大减少。那些发电厂在氮排放上所占的份额远远超出了它们的发电量份额。

很多农民可以减少化肥施用，作物只会少量减产，甚至根本不会减产。尤其是玉米地的氮流失，根本可以避免，因为玉米根系只延伸在几英寸深的表层土壤里，一年内只有两个月吸收营养。此外，如果农民种植冬季覆盖作物，例如黑麦和冬小麦（这些作物有助于土壤保持氮素），氮流失会减少30%以上。这些作物还会增加土壤碳捕集量，减