

扭转趋势

资源使用量激增之下
迈向宜居地球的路径

政策制定者摘要



© 联合国环境规划署版权所有，2024年

英文本报告完整版：

United Nations Environment Programme (2024). Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a liveable planet as resource use spikes. International Resource Panel.

ISBN: 978-92-807-4128-5

Job No.: DTI/2618/NA

DOI: wedocs.unep.org/20.500.11822/44901

本出版物为《2024年全球资源展望：扭转趋势——资源使用量激增之下迈向宜居地球的路径》之政策制定者摘要。环境署不对本政策制定者摘要所载内容的准确性或完整性负责，亦不对因使用或依赖本政策制定者摘要所载内容而直接或间接造成的任何损失或损害承担责任。如有不一致之处，以完整版本为准。

在注明出处的前提下，可以不经版权所有人特别许可，以任何形式转载本出版物的全部或部分内容用于教育或非盈利目的。联合国环境规划署希望收到使用本出版物作为资料来源的任何出版物的副本。

未经联合国环境规划署事先书面许可，不得将本出版物用于转售或任何其他商业目的。申请此许可时，应说明转载的目的和范围，并致函联合国环境规划署新闻司司长，通信地址为unep-communication-director@un.org。

免责声明

本出版物所用名称及其材料的编排格式并不意味着联合国秘书处对任何国家、领土、城市或其当局的法律地位、或对其边界或界限的划分表示任何意见。本文件中提及商业公司或产品，并不意味着其得到联合国环境规划署或作者的认可。本文件中的信息不得用于宣传或广告。其中所使用的商标名称和符号，系出于编辑需要，无意侵犯商标权或版权法。

本出版物中所表达的观点仅代表作者本人，并不一定反映联合国环境规划署的观点。文中如有无意造成的任何错误疏漏，敬请海涵。

© 地图、照片和插图来源请参照说明

建议引用格式：

联合国环境规划署（2024年）。《<2024年全球资源展望：扭转趋势——资源使用量激增之下迈向宜居地球的路径>政策制定者摘要》。国际资源委员会。内罗毕。
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44902>

URL: unep.org/resources/Global-Resource-Outlook-2024
resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook-2024

2024年
全球资源展望

扭转趋势

资源使用量激增之下
迈向宜居地球的路径

政策制定者摘要

联合国 
环境规划署



国际资源
委员会

鸣 谢

在国际资源委员会联合主席亚内兹·波托奇尼克（Janez Potočnik）和伊莎贝拉·特谢拉（Izabella Teixeira）的指导下编制。

领衔协调作者： Hans Bruyninckx

章节领衔作者： Hans Bruyninckx、Steve Hatfield-Dodds、Stefanie Hellweg、Heinz Schandl

各章贡献作者：

第1章： Hans Bruyninckx、Beatriz Vidal、Hala Razian、Rebecca Nohl。

第2章： Heinz Schandl、Raymundo Marcos-Martinez、Jim West、Yingying Lu、Alessio Miatto、Stephan Lutter、Stefan Giljum、Manfred Lenzen、Mengyu Li、Livia Cabernard、Marina Fischer-Kowalski。

第3章： Stefanie Hellweg、Livia Cabernard、Viktoras Kulionis、Christopher Oberschelp、Stephan Pfister。

第4章： Steve Hatfield-Dodds、Yingying Lu、Ray Marcos-Martinez、Heinz Schandl、Ester Van der Voet、Detlef van Vuuren、Livia Cabernard、Mrsatiaa Deetman、Vassilis Daioglou、Oreane Edelenbosch、Stefan Frank、Petr Havlik、Stefanie Hellweg、Manfred Lenzen、Mengyu Li、Amanda Palazzo、George Verikios、Kaj van der Wijst。

第5章： Hans Bruyninckx、Beatriz Vidal、Rebecca Nohl、Hala Razian、Paul Ekins、Julius Gatune、Steve Hatfield-Dodds、Stefanie Hellweg、Jeff Herrick、Peder Jensen、Joanna Kulczycka、Iris Lassus、Reid Lifset、Eeva Primmer、Jeannette Sanchez、Heinz Schandl、Namita Sharma、Mark Swilling、Anders Wijkman、Bing Zhu、Mike Asquith、Elias Ayuk、Vered Blass、Shao Feng Chen、Akshay Jain、Ana Jesus和Diogo Aparecido Lopes Silva。

2024年《全球资源展望》由联合国环境规划署（环境署）国际资源委员会（IRP）主持编制。在此谨向国际资源委员会联合主席亚内兹·波托奇尼克（Janez Potočnik）和伊莎贝拉·特谢拉（Izabella Teixeira）以及国际资源委员会及其指导委员会的各位成员表示感谢。

众位作者谨此感谢工作组各位成员，特别是Anthony Chiu、Paul Ekins、Jeff Herrick、Joanna Kulczycka、Michael Obersteiner、Eeva Primmer、Anu Ramaswami、Mark Swilling、Ester van der Voet、Helga Weisz和Anders Wijkman。

众位作者还就为支持第5章的编写工作而召集成立的政策应对措施起草小组所获得的指导表示感谢，起草小组成员包括：Elias Ayuk、Julius Gatune、Maarten Hajer、Reid Lifset、Lourdes Jeannette Sanchez Zurita和Bing Zhu，以及《全球资源展望》工作组成员Eeva Primmer、Mark Swilling和Anders Wijkman。

另外，众位作者感谢为国家概况（可登录www.resourcepanel.org查阅）作出贡献的以下人员：Kwabena O. Asubonteng、Elias Ayuk、Chika Aoki-Suzuki、Joanna Kulczycka、Viktoras Kulionis、Philip Nuss、Cássia Ugaya和Ran Yagasa。

众位作者谨此感谢Raymond Brandes、Garrete Clark、Sofie Clausen、Andrew Fanning、Andrea Hinwood、Paolo Marengo、Giulio Mattioli、Mona Mohammed、Fabienne Pierre、Rula Qalyoubi、Julia Okatz、Julia Steinberger、Gina Torregroza和Jinhua Zhang提供的意见和建议。

众位作者感谢编审暨国际资源委员会成员Keisuke Nansai在外部评审过程中所发挥的领导作用和所给予的支持，并感谢Megan Cole、Ichir Daigo、Damien Giurco、Ryu Koide、Diago Aparecido Lopes Silva、Paul Lucas、Kate Meyer、Shinsuke Murakami、Rüdiger Schaldach、Jyri Seppälä、Tomohiro Tasaki、Carlos Andres Trujillo Valencia、Francesca Veronesi、Hongxia Wang、Ranran Wang和Yutao Wang以及其他匿名评审专家所作的外部专家评审。

众位作者还要感谢阿拉伯区域和欧洲环境与发展中心（CEDARE）和环境署预警和评估司在促进使用在线《全球环境展望》审查编辑分析数据库（GEO-READ）系统开展《全球资源展望》外部专家评审工作方面作出的贡献。

众位作者感谢下设于联合国环境规划署的国际资源委员会秘书处，特别是Hala Razian为本报告编写工作提供的协调和技术支持，同时也要感谢Beatriz Vidal和Peder Jensen以及Rebecca Nohl对报告协调工作的支持。

本项目获得欧洲联盟地平线2020研究与创新计划资助，资助协议编号为101018010。



关于本系列报告与国际资源委员会

首期《全球资源展望》（GRO）于2019年在联合国环境大会上发布（UNEP/EA.4/INF/18），其后，国际资源委员会（IRP）受邀定期向环境大会进行报告（第4/1号决议），包括通过其《全球资源展望》报告，介绍与自然资源的利用和管理、过度消费及其对环境、经济、社会和人类之影响有关的当前趋势和新出现的问题。

本期2024年《全球资源展望》报告集现有最佳数据、建模和评估于一体，对我们资源利用方面的趋势、影响和分布效应加以分析。虽然大部分数据集的时间跨度为截至2022年，但在可行的情况下也利用国际资源委员会综合建模框架对截至2024年的数据进行了建模。所作计算涵盖180多个国家，其中又进一步将其划分为七个世界地区和四个收入组别。本报告还阐明了扭转负面趋势并使人类走上通往可持续性之路的潜力。

国际资源委员会

国际资源委员会的创设，旨在对自然资源的利用情况及其在整个生命周期中对环境的影响进行独立、连贯和权威的科学评估。委员会致力于帮助人们更好地了解如何在增进福祉的同时，使经济增长与环境退化脱钩。仰赖各国政府和科学界的广泛支持，委员会由来自世界各地的杰出科学家和专家组成，借重他们的多学科专长设法解决资源管理问题。

国际资源委员会各报告中所载的信息旨在：

- 以实证为基础并与政策相关联，
- 为政策制定和发展提供信息依据，
- 为评估和监测政策有效性提供支持。

自2007年启动以来，国际资源委员会已发布超过33份评估报告，其中扼要阐明了政府、企业和更广泛的社会在共同努力制定和实施政策以最终实现资源可持续管理（包括通过更好的规划、技术创新以及战略性激励和投资等方式）方面可资利用的众多机会。



目 录

鸣谢	iv
关于本系列报告与国际资源委员会	vii
前言	2
序言	3
主要讯息	6
政策制定者摘要	9
改进资源管理对于《2030年可持续发展议程》的成功实施至关重要	9
过去五十年间，材料使用量增至三倍多，且仍在以平均每年超过2.3%的增速增长	11
建筑环境和交通出行系统是材料需求增长的主要驱动力，其次是粮食和能源系统	14
资源使用量日益增加是导致地球三大危机的主要推手	15
某些人类需求已在未对环境造成重大影响的情况下得到满足	19
倘不实施根本性变革，将会导致环境破坏和不平等加剧	19
可在发展经济、减少不平等、改善生活和大幅降低环境影响的同时，扭转资源利用趋势 ..	19
需要采取有针对性的战略，以提升供给系统的绩效和资源效率	23
跨领域解决方案对于实现向可持续资源利用转型至关重要	25
行动呼吁：立即采取果断行动，可改变资源利用方式，造福所有人	29
参考文献	30

前言



自然资源是所有经济体和社会赖以生存发展的基础，因此自然资源的可持续管理对于消除贫困和减少不平等现象至关重要。

而且自然资源对于推动向净零排放过渡也至关重要。到2050年，为使气温升幅保持在2°C以内，我们将需要超过30亿吨矿物和金属用于向风力发电、太阳能等进行能源转型。若以1.5°C为目标以最大限度地实现气候公正，则需求量还要更大。

然而，当前的资源开采、加工、消费和废弃方式却在助推地球三大危机——气候变化危机、自然和生物多样性丧失危机以及污染和废物危机。我们必须开始以可持续和负责任的方式利用自然资源。

国际资源委员会编制的2024年《全球资源展望》显示，使经济增长与环境影响和资源使用脱钩既有其可能性，又有其裨益。事实上，可持续的资源利用和消费可减少较富裕国家的资源使用和环境影响，同时为最需要资源的地方创造资源使用的增长空间。值得注意的是，我们必须遵循的循环模式并不仅限于回收利用，而是要尽可能延长材料的使用时间，并重新思考如何设计和提供商品和服务，从而开创新的商业模式。

本报告中概述的政策和转变如能得到贯彻落实，那么2060年的前景将比当前模式下要乐观得多。届时，全球国内生产总值有望比预期高出3%，经济不平等也会减少。材料使用量的增长或将放缓30%。温室气体排放量可减少80%以上。这样的结果对人类和地球而言都可谓是皆大欢喜。

归根结底，可持续和负责任的资源利用和消费，是几乎所有旨在创造更美好未来的国际协定和倡议（从新的《全球化学品框架》和即将出台的关于塑料污染的具有法律约束力的国际文书，到《巴黎协定》和可持续发展目标）取得成功的一个重要促进因素。

科学界一致认为，当务之急是制定果敢的政策，以促进实现可持续的未来。我们需要立即且大胆地采取大规模行动，重新平衡人类与自然界及其所提供的资源之间的关系。我谨呼吁所有政策制定者阅读这份报告，并结合报告结论在全球联合努力的框架内采取行动，让这个世界成为对每一个人而言都更加美好、更可持续的家园。

联合国环境规划署
执行主任
英格·安德森 (Inger Anderson)

序言



本报告所传递的信息再清楚不过：现在的问题已不再是是否有必要向全球性资源可持续消费和生产转型，而是如何尽快如何实现这一转型。

因材料资源开采和加工方式而对全球经济所致影响之深重，令人震惊。在使我们濒临气候灾难边缘的温室气体排放方面，其影响率超过55%；在每年造成超过2亿残疾调整生命年损失的颗粒物相关健康方面，其影响率高达40%；在土地利用相关生物多样性丧失方面，其影响率超过90%，而生物多样性则是地球上生态系统和生命蓬勃发展的关键要素。对于因资源利用而造成的影响，若不加以解决，将会导致落实《联合国气候变化框架公约》《联合国防治荒漠化公约》和《生物多样性公约》等多边环境协定的所有希望落空。

即便如此，我们对资源不知餍足的使用在过去五十年中增加了两倍多。随着各国城镇化和工业化的继续推进以及全球中产阶层的不断壮大，材料使用量、废物量、排放量以及水和土地消费量也相应增加。倘不作出改变，到2060年，资源使用量将在2020年的基础上再增加60%。我们当前极度不可持续的消费和生产系统，最终将会对地球上各系统和生态过程造成灾难性影响，而这些系统和生态过程又是人类福祉和地球上生物多样性赖以系的基础所在。

这种情况现在能够而且必须改观。我们不应抱持人类需求必须耗费大量资源才能得到满足这种观念，我们必须停止鼓励建立在资源开采之上的经济成功。本报告表明，对比当前趋势来看，在发展经济、减少不平等、增进福祉和大幅减轻环境影响的同时减少资源使用，仍有实现的可能性。

基于最先进的情景建模所得结果，我们简要提出了在各级治理中可予采取的五项关键行动，这些行动对于实现向资源节约型可持续消费和生产转型至关重要。如能在资源密集程度最高的住房、营养、交通出行和能源等供给系统中作出这些变革，则可增进地球范围内所有人的福祉。针对各“供给系统”设计解决方案，可激励跨部门创新。这种系统方法是建立适应未来的社会经济模式（即，以更少的资源为人类和地球带来更多共同惠益）的基础。

大力推动资源可持续管理和提高资源生产率势在必行。而且这必须与负责任的消费齐头并进，并通过战略性基础设施投资加以推动，以引导全球经济朝着可持续和公平利用资源的方向发展。

这些研究结果与其他公认的科学政策委员会所得出的结论高度一致。科学家们贡献了最佳知识，并以越来越大胆的方式阐明了潜在的前进道路。对于第六届联合国环境大会，我们希望这些研究结果能够为各国提供参鉴，并激发基于系统性计划和承诺的行动，重点关注资源的利用。只要有果断的行动、政治勇气和大胆的治理层决策，就有可能实现可持续的未来，即让地球范围内的所有人都过上体面的生活。

国际资源委员会联合主席
亚内兹·波托奇尼克（Janez Potočnik）和
伊莎贝拉·特谢拉（Izabella Teixeira）

主要讯息：标题

预计到2060年，资源使用量将增长60%，这不仅会破坏实现全球气候、生物多样性和污染方面具体目标的努力，还会破坏实现经济繁荣和人类福祉的努力。



资源使用量日益增加是导致地球三大危机的主要推手。



过去五十年间，材料使用量增至三倍多，且仍在以平均每年超过2.3%的增速增长。



材料开采和加工所致气候和生物多样性影响，远远超过基于将气候变化幅度控制在1.5度以内和避免生物多样性丧失的考量而确立的具体目标。

降低粮食、交通出行、住房和能源系统的资源强度，是为所有人实现可持续发展目标、气候目标并最终实现一个公正、宜居地球的最佳且唯一途径。



要为所有人实现可持续发展目标，必然需要使经济增长和环境退化脱钩，从而减少资源利用对环境的影响，同时扩大资源利用对福祉的贡献。



高收入国家人均材料使用量是低收入国家的六倍，所致人均气候影响是低收入国家的十倍。



与历史趋势情景相比，在发展经济、减少不平等、增进福祉和大幅减轻环境影响的同时减少资源使用，具有实现的可能性。

调整需求方向并使对资源需求最为迫切之处的资源使用量得以增加，可开辟为所有人实现可持续发展目标和共同公平繁荣的路径。



大胆的政策行动对于逐步淘汰不可持续的活动、加快以负责任和创新的方式满足人类需求以及推动社会接受必要的转型至关重要。



对于当前注重供给端（生产）措施的普遍做法，必须辅之以更加注重需求端（消费）措施。



科学界一致认为，亟需采取果断行动并作出大胆的循证决策，以保护包括子孙后代在内的所有人的利益和福祉。



主要讯息

1. 资源使用量日益增加是导致地球三大危机的主要推手。

材料资源（化石燃料、矿物、非金属矿物和生物质）开采和加工所致温室气体排放量（GHG）占比超过55%，所致颗粒物相关健康影响占比达到40%。

若将土地利用变化考虑在内，则其所致气候影响占比超过60%，其中，生物质贡献最大（28%），其次是化石燃料（18%），再次是非金属矿物和金属（合计17%）。而且生物质（农作物和林业）对土地利用相关总体生物多样性丧失和水资源紧张的影响占比达到90%。所有这些环境影响均呈加剧态势。



2. 过去五十年间，材料使用量增至三倍多，且仍在以平均每年超过2.3%的增速增长。

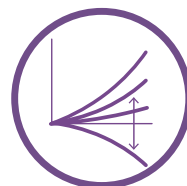
材料使用量及其影响的扩增速度的扩增速速度依然高于福祉的改善速度（以不平等调整后人类发展指数衡量）。建筑环境和交通出行系统是材料需求持续增长的主要驱动力，其次是粮食和能源系统。这些系统的材料需求量共计约占全球总需求量的90%。为满足符合可持续发展目标的所有人的基本需求，材料使用量预计还将增加。若再不采取紧急且协调一致的行动改变资源利用方式，那么，到2060年，材料资源的开采量恐将在2020年水平的基础上再增加近60%，从1000亿吨增至1600亿吨，远远超过根据可持续发展目标满足所有人基本需求所需的开采量。



3. 高收入国家人均材料使用量是低收入国家的六倍，所致人均气候影响是低收入国家的十倍。

这种不平等在任何全球可持续性努力中都必须作为一项核心内容加以解决。高收入国家人均材料足迹高居所有收入组别之首，自2000年以来一直保持相

对稳定。中等偏上收入国家人均材料足迹增加了一倍多，直逼高收入国家，不过其人均影响水平仍低于高收入国家。高收入国家以全球贸易为手段，将环境影响转嫁至所有其他收入国家组别。低收入国家人均资源使用量及相关环境影响一直相对较低，而且自1995年以来几乎没有变化。



4. 材料开采和加工所致气候和生物多样性影响，远远超过基于将气候变化幅度控制在1.5度以内和避免生物多样性丧失的考量而确立的具体目标。

通过分析根据多边环境协定（如《联合国气候变化框架公约》《生物多样性公约》《联合国防治荒漠化公约》）所定科学化具体目标与科学文献即可发现，资源利用所

致环境影响可在多大程度上阻碍这些具体目标的实现。将资源可持续利用纳入多边环境协定的实施之中，对于实现商定的气候、生物多样性、污染和土地退化零增长成果很有必要。现在就需要采取行动减少温室气体排放量，同时要关注材料的关键性作用。可持续的循环型生物经济必须立足于优先采用生物质，以求实现福祉最大



化和影响最小化，同时必须避免和扭转富含生物多样性和碳的自然系统的转变，以促进对自然有利的净成果。

5. 要为所有人实现可持续发展目标，必然需要使经济增长和环境退化脱钩，从而减少资源利用对环境的影响，同时扩大资源利用对福祉的贡献。

在高收入和中等偏上收入国家，可通过资源增效和辅助政策，减少材料资源使用量，大幅减轻环境影响（绝对脱钩），同时改善福祉并促进经济增长。

如此，还能够为对资源需求最为迫切之处资源使用量的增长开辟空间。截至目前，尚无证据表明绝对脱钩已在全球范围内广泛存在。而在低收入和中等偏下收入国家，相关政策应注重减轻环境压力和影响以及提高资源效率，同时要承认尚需增加资源使用量（相对脱钩）以减少不平等和增进福祉。这些行动与新形成的关于公正转型、充足性和资源可持续利用路径的认识相一致。



6. 与历史趋势情景相比，在发展经济、减少不平等、增进福祉和大幅减轻环境影响的同时减少资源使用，具有实现的可能性。

情景建模揭示出在减少和重新平衡全球人均材料使用量方面的潜力，自2040年前后开始，高收入和中等偏上收入国家的减少量总体上将超过低收入和中



等偏下收入国家的增加量。可促成这些变化的政策和转变同时还兼具减少经济不平等和促进全球收入增长之效。在资源效率、气候和能源、粮食和土地方面采取综合行动所能取得的积极成效，远非在这些政策领域各自单独行动所能企及。在这些行动的合力之下，到2060年，有望迎来这样一个世界：全球国内生产总值有望比根据历史趋势所作预期高出约3%，同时全球人类发展指数水平有望高出7%。与历史趋势情景相比，这些措施可使材料使用量的增长放缓30%。到2060年，温室气体排放量可比目前水平减少80%以上，达到《巴黎协定》所定目标，同时能源使用量、农业用地面积和其他压力也将绝对减少。完全接受这一建模情景乃是不二之选。

7. 大胆的政策行动对于逐步淘汰不可持续的活动、加快以负责任和创新的方式满足人类需求以及推动社会接受必要的转型至关重要。

实现可持续性的道路日渐崎岖狭窄，因为大量时间已白白流逝，而多边环境协定中的许多政策承诺尚未兑现。需要采取紧急行动，将资源治理制度化，

包括将资源问题纳入多边环境协定的实施、在所有治理层面确定资源可持续利用路径以及创设不同规模的机构为自然资源可持续管理提供支持等。同样重要的是，要在经济结构中反映资源的真实成本，并引导资金流向资源可持续利用领域，包括通过妥善制定经济激励措施（例如，解决反弹效应的激励措施、补贴改革等）；使贸易和贸易协定成为拉动资源可持续利用



的引擎；将可持续消费选项纳入主流；以及构建循环型、资源节约型和低影响型解决方案和商业模式。

8. 对于当前注重供给端（生产）措施的普遍做法，必须辅之以更加注重需求端（消费）措施。

我们反对人类基本需求必须耗费大量资源才能得到满足这一假设。有必要从结构上降低或避免高消费环境下的资源密集型需求。解决需求端问题，也即是解决全球公平和充足性的问题。例如，通过改变膳食结构，减少动物蛋白等高影响商品以及粮食损失和浪费，到2060年，可使粮食生产所需用地比2020年减少5%，同时更公平地确保所有人获得充足的营养。与当前趋势相比，通过减少交通出行需求以及利用共享式和体能活动式出行方式实现交通出行，到2060年，可减少相关材料存量需求（-50%）、能源需求（-50%）和温室气体排放量（-60%）。与当前趋势相比，通过采用更多回收建筑材料、延长使用寿命及采取其他循环经济措施，打造紧凑而均衡的街区，到2060年，可使建筑材料存量减少25%，从而使能源需求减少30%，温室气体排放量减少30%。



9. 科学界一致认为，亟需采取果断行动并作出大胆的循证决策，以保护包括子孙后代在内的所有人的利益和福祉。

国际资源委员会、政府间气候变化专门委员会（气专委）以及生物多样性和生态系统服务政府间科学与政策平台（生物多样性平台）就此传递出的信息

彼此一致，必须将之视为科学界关于紧迫性的一项有力声明。稳定并平衡人类与大自然的关系，是我们的唯一选择。软弱、片面、零散或缓慢的政策都是行不通的。若要达此目的，惟有以前所未有的规模和速度，在能源、粮食、交通出行和建筑环境方面推进影响深远且真正系统性的变革。包括各级政府、企业和民间社会在内的各个部门的领袖们必须立即采取行动。我们能够作出这些改变，在全球范围内增进人类福祉，但时不我待，机会之窗正在关闭。



政策制定者摘要

改进资源管理对于《2030年可持续发展议程》的成功实施至关重要



©UNEP

人们依赖自然资源来满足所有基本需求，并以其为基础谋求福祉。自然资源的开采、加工、交易、转化、利用和最终处置方式，不仅决定着环境影响的轨迹，而且还关乎到所有17项可持续发展目标。图1展示了各供给系统，如粮食和营养（以下简称“粮食”）、能源、交通出行和建筑环境¹，如何依赖资源的开采来实现人类福祉和可持续发展目标，而同时又对环境产生影响，并进而影响到人类。²

从供给系统的角度可以明确看出，资源议程不仅与环境议程相关。它更是涉及自然系统为所有人提供有保障的福祉的长期能力，而这对于

人类在和平中繁荣发展至关重要。环境上可持续的经济，外加体面工作和社会公正，对于今世后代的福祉而言不可或缺。这一点已在《气候公约》下从减缓和适应气候变化方面予以承认（见国际劳工组织[劳工组织]，2022年），在这方面，公正转型对于“向低碳经济转型日益具有重要意义”（影响问题卡托维兹专家委员会[KCI]，2022年）。

科学已有明证。关键问题已不再是是否有必要向全球性资源可持续消费和生产转型，而是现在如何实现这一转型。

1 2024年《全球资源展望》主要围绕这四个资源密集型供给系统展开分析。其他系统可包括通信、废物管理、资源回收、教育、服装、个人卫生和环境卫生等。这些系统在2024年《全球资源展望》中未作详尽分析。

2 供给系统中计入了在满足各个系统最终产品和服务需求方面作出贡献的所有部门的资源使用情况及所致相关影响。举例来说，这意味着，粮食生产、建筑或交通出行方面所用能源各自划归其中的相应系统。这与气候减缓报告等情况下所使用的部门分类不同，在气候减缓报告中，大多数能源生产活动被划归能源部门，而非归入最终消费部门。



粮食和营养：

有助于增进人类营养的资源利用及相应供应链，包括粮食供应链中从生产到分销、零售和消费的每一个环节。粮食生产所用能源，亦在其列。

挑战：

不可持续的膳食结构、粮食损失和浪费、对生态系统的影响、碳密集型供应链以及与生物质其他潜在应用的竞争。

交通出行：

陆地、海上和空中的交通出行及相关的人员和货物运输基础设施、制造和运行这些基础设施所用能源，以及家用车辆燃料。

挑战：

机动化交通出行、长距离出行和高频率出行以及碳密集型车辆方面新的锁定效应。



建筑环境：

为人类活动构筑的空间（生活和工作之所），以及建筑施工中消耗的能源。其他系统使用的已建基础设施不在此系统范畴之内。³

挑战：

高能源需求型建筑中的锁定效应、人均建筑面积和能源需求高、建造过程中的高排放以及与生物质其他用途的竞争。

环境影响：

生态毒性
陆地生物多样性丧失
水生生物多样性丧失
水资源紧张
气候变化
健康影响

能源：

面向终端消费者及其相关基础设施的能源生产、转换和供给。大部分的能源使用归入其他供给系统。

挑战：

工业和基础设施中的碳锁定效应、其他供给系统对能源的高需求、脱碳电力供给和低碳燃料供给有限、低碳转型对材料的高需求以及对生物质使用的竞争。



生物质



化石燃料



金属



非金属矿物



土地



水

图1：从自然资源到供给系统和社会福祉

此图展示说明了自然资源（生物质、化石燃料、金属、非金属矿物、土地和水）如何通过供给系统（本报告中，主要着眼于粮食、建筑环境、能源和交通出行）得到开采和利用，从而为人类带来福祉，同时又对环境产生影响，并进而影响到人类。这一过程与可持续发展目标相关联。（图源：改编自环境署[2021年——图ES.1]和O'Neil 等人[2018年——图1]。设计概念：Namita Sharma和Iris Lassus）

3 例如，铁路基础设施和公路即属于交通出行系统。

过去五十年间，材料使用量增至三倍多，且仍在以平均每年超过2.3%的增速增长

生活水平的不断提高导致材料资源（生物质、化石燃料、金属和非金属矿物）开采量⁴迅速增加。预计到2024年，全球材料开采量将从1970年的300亿吨激增至1066亿吨。2008年全球金融危机和最近的全球性COVID-19大流行期间，资源开采量增速暂时放缓，但其后复又回升。尽管不同收入水平的国家之间存在巨大差异，但为了满足全球需求，现在年人均材料使用量已达到13.2吨，而五十年前，年人均使用量仅为8.4吨。

在材料开采量增长的同时，材料生产率⁵却停滞不前，而且增速缓于温室气体排放量、能源和劳动生产率（图2(b)）。因此，虽然资源开采量和使用量增加，但这些材料所带来的经济增长却

未达到同等速度，这表明材料生产率存在差距。从收入组别来看，这一材料生产率差距更为明显。1970年，高收入国家的材料生产率是低收入国家的9倍。到2024年，该比率预测将达到13倍。而中等偏下收入国家和中等偏上收入国家的平均材料生产率则一直保持在高收入国家平均水平的20%左右。

过去五十年间，材料使用的构成发生了深刻变化，折射出经济从农业化向工业化转型的大趋势

这些变化反映出，1970年至2020年期间，**生物质**——包括作物、作物残留物、放牧生物质、木材和野生捕获鱼类——所占份额从41%下降至25%多一点，但生物质开采量的绝对值却有所增加，几乎翻了一番。作物收成和牲畜养殖用放牧生物质急剧增长，后者折射出世界各地不断壮大的中产阶层越来越青睐以动物肉类和乳制品为主的膳食结构。

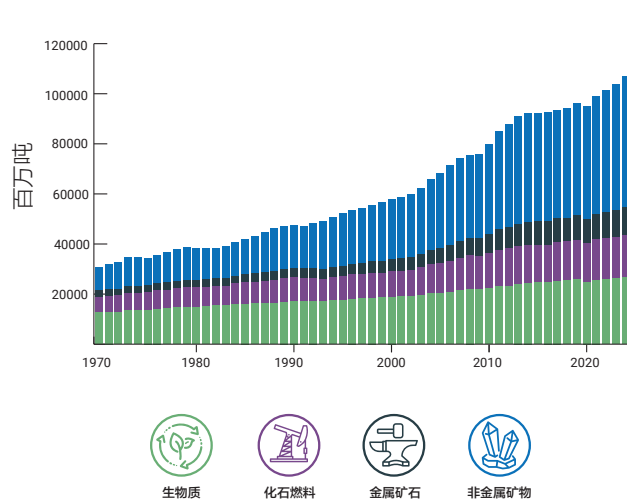


图2(a)：1970-2024年四大类材料的全球开采量，百万吨
(资料来源：环境署—国际资源委员会（2023年）全球材料流和资源生产率数据库)

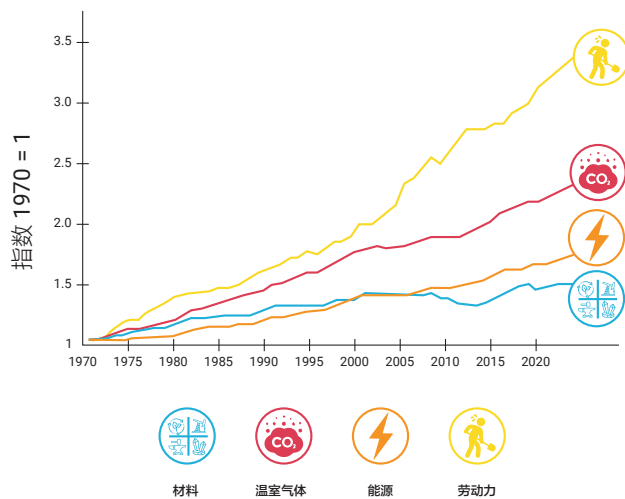


图2(b)：1970-2024年全球材料资源生产率、温室气体排放量、能源和劳动生产率，指数
(资料来源：EDGAR世界排放数据库；国际能源署世界能源数据库；佩恩世界表10.01版；环境署—国际资源委员会（2023年）全球材料流和资源生产率数据库)

4 开采量是指从自然环境中开采出来以供在经济中使用的材料数量。其中包括采矿等采掘活动以及农业收割和木材采伐。加工是指向精炼材料、食品和燃料的转化过程。

5 国内生产总值与国内材料消费量的比率。



另一方面，**非金属矿物**——包括沙子、砾石、粘土以及其他工业用矿物（如混凝土）——是材料使用的最大组成部分，其开采量增至五倍，从96亿吨增至453亿吨，接近全球材料开采总量的50%，这与世界许多地区大规模的基础设施建设有关。

金属（金属矿石）所占份额从9%小幅增至2020年的10%左右。虽然它在所有材料类别中所占份额最小，但自1970年以来已增至三倍多（从26亿吨增至96亿吨），对全球气候影响⁶（8%）和颗粒物相关健康影响（13%）贡献程度高（2022年数据）。在建筑环境所致气候影响中，有15%要归因于金属。在城市化的推动下，铁矿石开采量不断增加，而金属尤其是能源转型技术所必需的金属的重要作用，预计将导致材料需求在2050年之前一路大幅上涨。

化石燃料是贸易量最大的一次材料，2020年，其在全球材料贸易量中占比近半。虽然化石燃料在全球开采量中所占份额已从20%降至10%，而且煤炭使用量也已停滞不增，但在材料加工（特别是金属、建筑材料和化学品加工）方面对煤炭能源的依赖度却越来越高。全球煤炭使用量的一半以上是用于这些材料的生产

（Cabernard等人，2022）。在总体气候影响方面，化石燃料开采和加工占比为18%。

全球取**水量**（从地表地下水中抽取的淡水）从2000年的约3.5万亿立方米增至2020年的4万亿立方米。按人均计算，这意味着从2000年的每人566立方米减至2020年的每人516立方米。2020年，农业和市政部门的取水量所占份额分别从67%和11%增至72%和13%，而工业部门所占份额则从22%降至15%。水资源压力主要是由农业所致，自2000年以来增加了一倍多。

集约利用型**土地**（经过大幅改造用作农业、林业和城市用地的土地）从1970年的4450万平方公里增至2022年的4980万平方公里。1970年至2022年期间，牧场用地在集约利用型土地中的占比下降了5%（从68%降至63%），而作物用地占比则增加了1%（增至31%）。城市用地占比翻番，从1%增至2%，（集约利用型）林业用地占比则翻了两番，从1%增至4%。若按人均计算，人均集约利用型土地面积则几乎减半，从1970年的1.2公顷减至2022年的0.63公顷。土地利用相关生物多样性丧失主要集中在热带地区和岛屿，那里特有物种繁多，一旦自然生境丧失，便会**导致生物多样性大量丧失**。

⁶ 温室气体或碳足迹，以吨二氧化碳当量（t CO₂-eq）为单位进行计量。

材料的开采、消费和影响因国家收入组别而异。这种不平等在任何全球可持续性努力中都必须作为一项核心内容加以解决

各国开采趋势已然发生变化，中等偏上收入国家人均国内材料开采率最高

材料开采大多集中在中等偏上收入国家，2000年至2020年，这些国家的材料开采量增加了一倍多。这意味着中等偏上收入国家的开采量是高收入国家的两倍，但人均开采量与高收入国家持平（约19吨）。中等偏下收入和低收入国家的人均开采量则保持在5吨左右。这些开采趋势折射出两大动态：一是基础设施建设对材料的需求不断上升；二是高收入国家将材料和能源密集型生产阶段外包至转型经济体中的中等偏上收入群体。在某些情况下，这种将资源密集型工序转移到中等收入国家的做法是受较低的环境标准和较低的劳动力成本驱动使然。

高收入国家人均材料使用量仍为低收入国家的六倍

中等偏上收入国家每年的材料足迹（一国为满足其消费之需而在全球范围内开采和加工的材料数量）高居所有收入组别之首，而且自2000年以来增加了一倍多。高收入国家位居其次，它们的材料足迹自2000年以来一直相当稳定，其增长在很大程度上因技术⁷而得到减缓。按人均水平计算，同一时期中等收入国家（中等偏下和中等偏上收入国家）的材料足迹增加了一倍多，直逼高收入国家，这是受人口增长和富裕程度提高推动所致。不过，中等收入国家的人均环境影响仍然低于高收入国家。低收入国家人均材料足迹一直相对较低，自2000年以来几乎没有变化。本文件稍后将介绍这种差异化使用情况所造成的不同程度的影响。

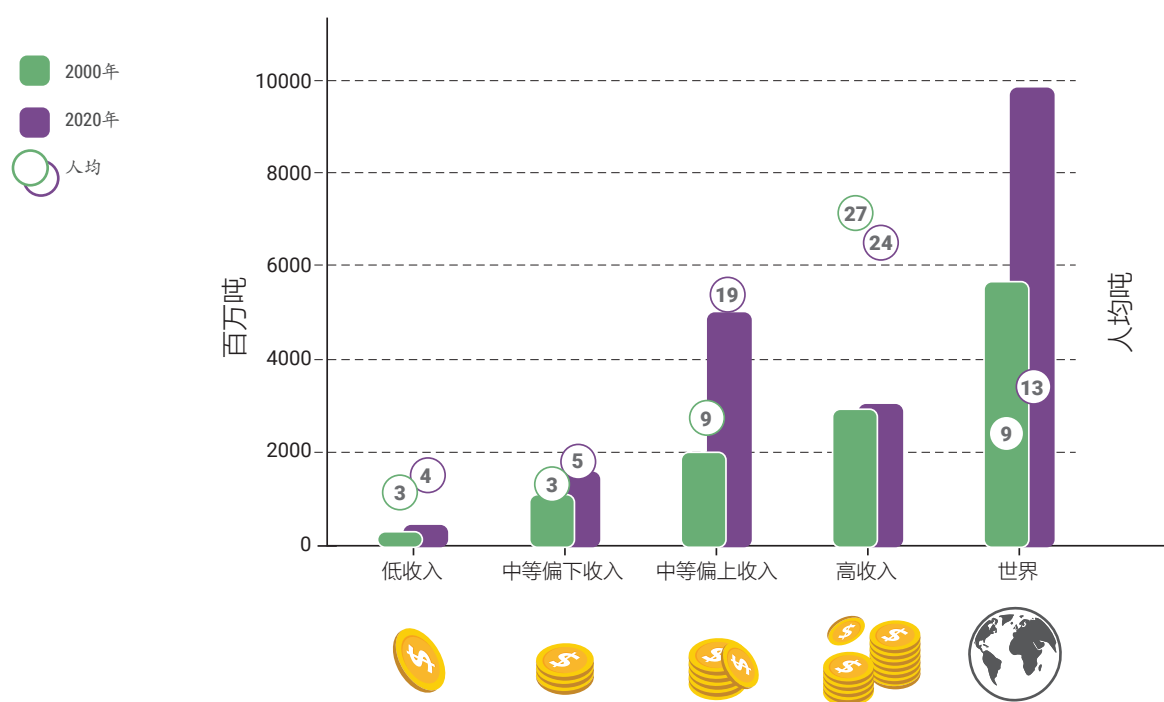


图3：按收入组别分列的材料足迹

（资料来源：环境署—国际资源委员会（2023年）全球材料流和资源生产率数据库）

7 技术反映的是除人口和人均收入之外的所有其他驱动因素。

建筑环境和交通出行系统是材料需求增长的主要驱动力，其次是粮食和能源系统

建筑环境、交通出行、粮食和能源这些资源密集型供给系统加在一起的材料需求量，在全球总量中占比高达约90%，所致气候影响占比达到70%，所致生物多样性丧失和水资源紧张占比超过80%。图4按国家收入组别列出了各供给系统的材料足迹贡献份额。就低收入和中等偏下收入国家而言，粮食系统是材料足迹的最大贡献因子，而就中等偏上收入和高收入组别而言，建筑环境和交通出行系统则是最大贡献因子。

富裕是全球材料使用量预期增长的主要驱动因素

在过去二十年中，全球材料开采量的增长有40%要归因于生活的富裕，而人口的贡献率则为27%。技术促成的全球材料开采量减幅仅为5%。随着各国工业化进程的推进和福祉的改善，富裕成为各国开采量增长的主要驱动因素，但非洲、西亚、拉丁美洲和加勒比国家例外。在非洲和西亚，人口是材料使用量增加的主要驱动因素。

预计材料使用量还将增加，包括用于为所有人实现可持续发展目标，以及建设必要的基础设施。倘不采取紧急且协调一致的行动来改变资源利用方式，那么，到2060年，资源开采量恐将比2020年再增加近60%，并由此带来破坏性的环境影响和颗粒物相关健康影响。

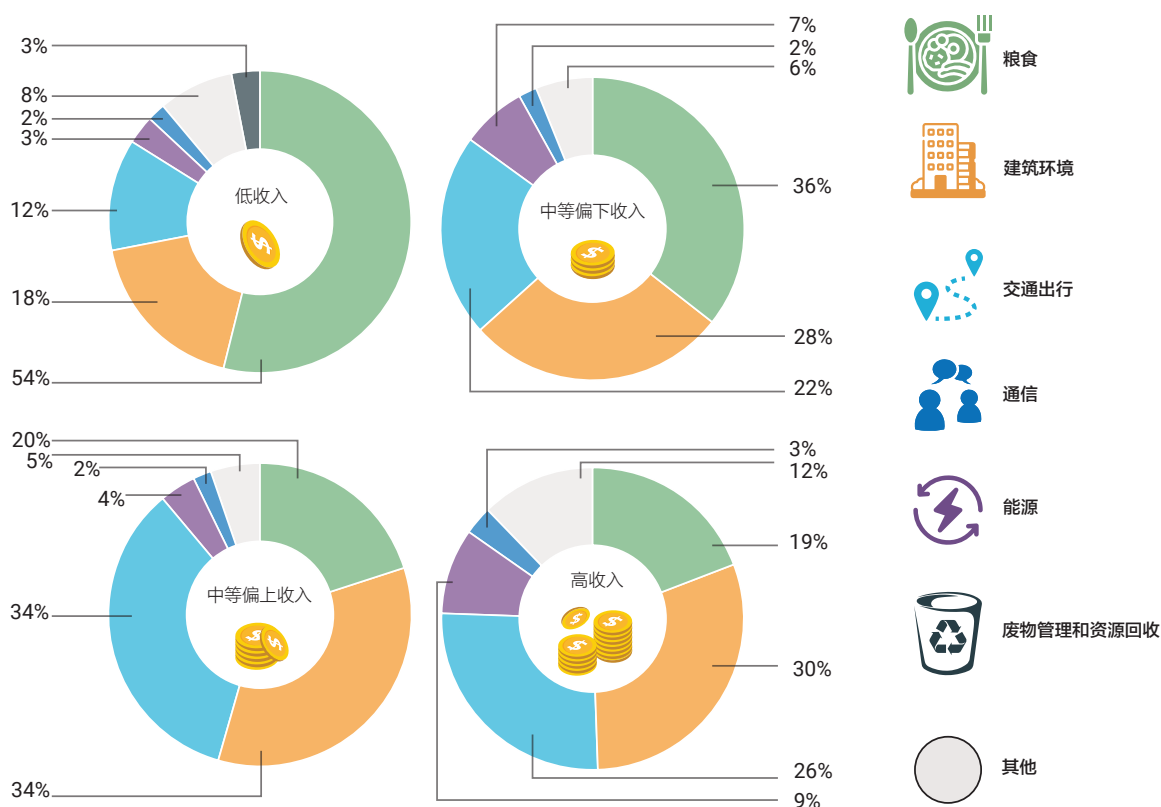


图4：2020年按供给系统和国家收入组别分列的材料足迹份额，百分比
(资料来源：环境署—国际资源委员会(2023年)全球材料流和资源生产率数据库)

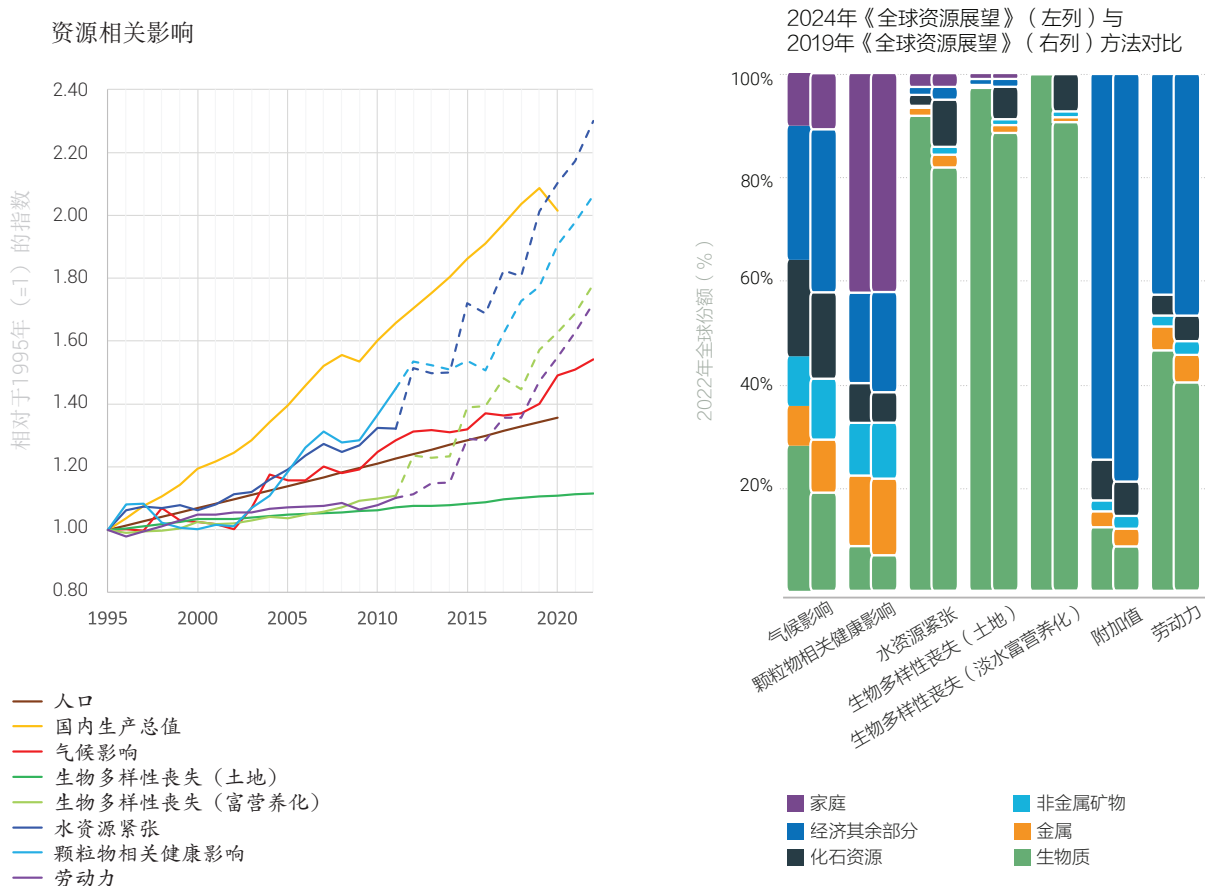


图5：左：1995-2022年资源相关环境影响和社会经济指标（从资源开采和加工到“即用型”材料、粮食或燃料）相对于驱动因素——人口和国内生产总值增长——随时间推移的演变情况（指数，1995年值=1）。

注：虚线部分在某种程度上是基于2012年后的预测数据（Tukker，2016年），因此带有不确定性。

图5：右：不同类型的资源（开采和加工）、经济其余部分（开采和加工后资源在经济中的下游利用）和家庭（直接排放和资源消费的影响）对2022年全球环境和社会经济影响的相对贡献

注：左列代表更新后的方法（除土地占用和排放外，还涉及土地利用变化所致气候影响，以及部门分类的细微变化），右列代表之前使用的方法，这样便于与2019年《全球资源展望》进行比较。

资源使用量日益增加是导致地球三大危机的主要推手

生物质种植和收获、金属和非金属矿物及化石燃料开采以及材料、燃料和粮食加工，所致温室气体排放量占比超过55%，所致颗粒物相关健康影响占比高达40%。若将土地利用变化考虑在内，则其所致气候影响占比超过60%。⁸非金属矿物和金属所致温室气体排放量共计占比约17%，对全球污染的影响率接近四分之一（24%）。

生物质（农作物和林业）种植和收获，造成超过90%的土地利用相关总体生物多样性丧失

和水资源紧张。2015年（本报告上一版中所采用的基准年份——国际资源委员会[IRP]，2019年）至2020年期间，全球范围内未见任何绝对脱钩案例，即在经济增长的同时，资源利用所致影响下降（图5）。所有环境影响的绝对值，除间或出现短暂下降外，均有所增加。尽管存在这些影响，资源开采和加工所创造的经济增加值却仅占全球增加值总额的25%。而全球约50%的劳动力受雇于资源开采和加工业，尤其是农业，而且其中大部分是低薪工作。

⁸ 2019年版《全球资源展望》所得结果中未计入土地利用变化所导致的气候影响，从而得出材料开采和加工造成超过50%的气候影响。2024年版《全球资源展望》按照同样的方法计算发现，可将55%的气候影响归结为与材料资源开采和加工有关。2024年版《全球资源展望》进一步改进了方法，将土地利用变化所致气候影响计入其中，结果显示超过60%的温室气体排放与材料资源的开采和加工有关。

富裕是资源利用所致环境影响的主要驱动因素，高收入国家人均气候影响是低收入国家的十倍

在消费所致影响方面，增幅最大的当属中等偏上收入国家（图6）。但若按人均计算，高收入国家所致气候影响约为中等偏上收入国家的两倍，是低收入国家的十倍。低收入国家人均环境影响一直相对较低，而且自1995年以来几乎没有变化。

有相当一部分环境影响渗透到全球贸易之中，通过全球贸易，高收入国家将环境影响转嫁到所有其他收入国家组别，即高收入国家所进口的资源和材料对出口地区造成环境影响。例如，2022年，全球一半以上土地利用相关生物多样性丧失情况发生在非洲和拉丁美洲，但这些地区产生的经济增加值在全球增加值总额中的占比尚不足10%。反之亦然，全球近一半的增加值产生于欧洲和北美，但这些地区水资源紧张和生物多样性丧失情况的全球占比却不到10%。

这种国内环境影响较低而增加值较高的反差模式，在一定程度上是环境标准较高以及区域水资源短缺和生物多样性状况的体现，但也是环境影响从高收入国家转嫁至所有其他收入国家组别的结果。

在拉丁美洲和非洲，几乎一半的影响与生产供出口的食品和其他生物质产品有关，而且这一趋势在拉丁美洲愈发明显。亚太地区从最初导致生物多样性丧失的商品出口国转变为进口国（且此趋势日渐增强）。贸易带来的净增加值尚不到全球增加值的1%。

随着时间的推移，北美和欧洲地区人均气候足迹有所减少，但所有其他地区皆有所增加。不过，北美地区的人均气候足迹仍然明显高于所有其他地区。水资源紧张足迹方面的情况大致相仿，即亚太地区和非洲的水资源紧张足迹增长最为显著，但北美和欧洲以及西亚的水资源紧张足迹仍为最高。拉丁美洲和加勒比地区因其生态系统的独特性，土地利用相关生物多样性丧失足迹是所有其他地区的两倍。

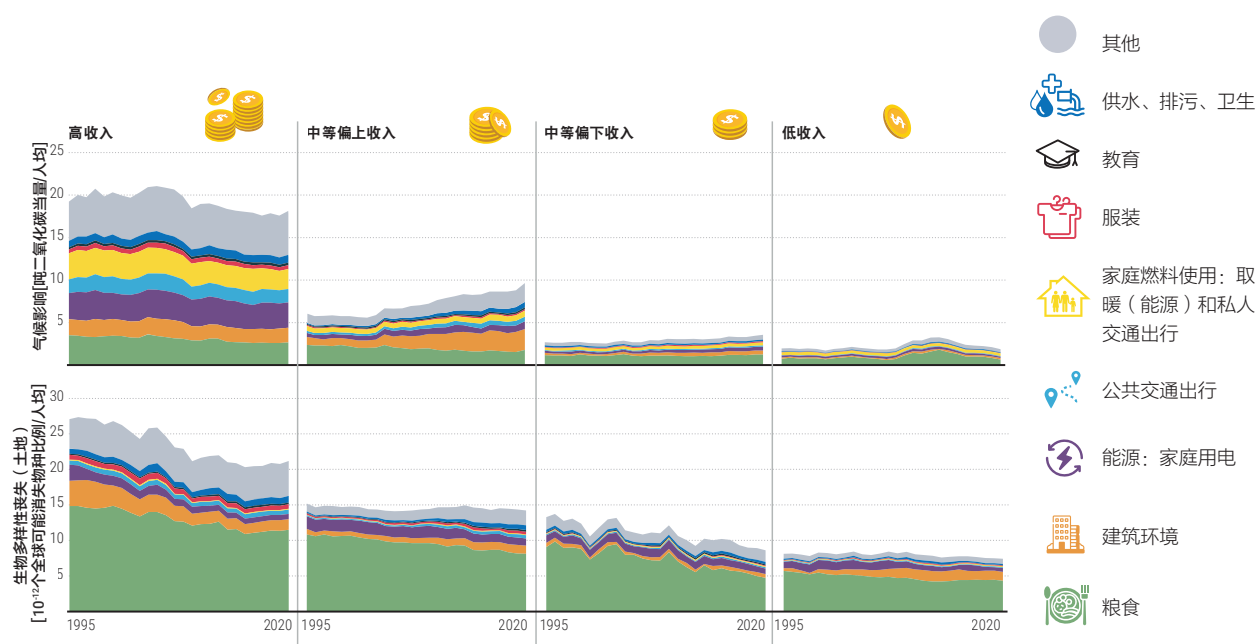


图6：1995至2020年按收入组别分列的各供给系统人均环境足迹（消费角度）

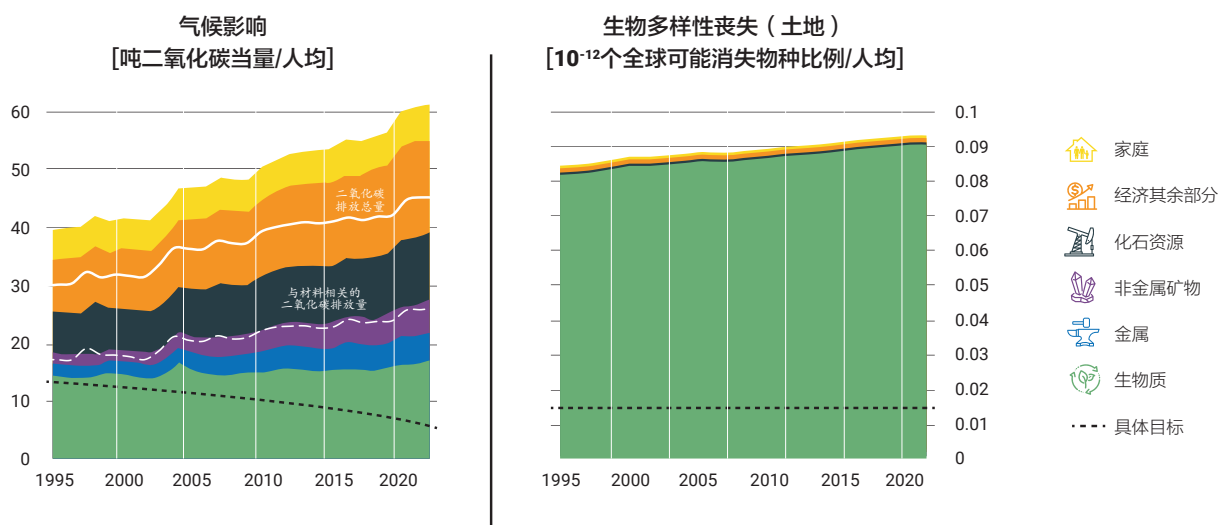


图7：按材料资源类别（包括种植/开采和加工）和下游用途（经济其余部分和家庭）分列的气候变化影响（左）和土地占用相关生物多样性丧失（右）的时间序列

注：黑色虚线表示指示性具体目标。在气候变化图中，该曲线呈下降趋势，因为具体目标是二氧化碳预算，由于年度具体目标限额屡遭突破，该预算逐年紧缩。在生物多样性丧失图中，pdf意指“全球可能消失物种比例（potentially disappeared fraction of global species）”。除温室气体（彩色区域）外，另标出二氧化碳排放总量（紫色曲线）和与材料资源相关的二氧化碳排放总量（白色曲线），以便与具体目标（不包括二氧化碳以外的温室气体）进行比较。

材料开采和加工所致温室气体排放量和生物多样性影响，远远超过基于将气候变化幅度控制在1.5度以内和避免生物多样性丧失的考量而确立的具体目标

来自政府间协定（如《联合国气候变化框架公约》《生物多样性公约》和《联合国防治荒漠化公约》）以及旨在对气候和生物多样性影响状况进行比照评估的科学出版物的潜在和指示性具体目标，展现出资源利用所致环境影响的严重程度。《全球资源展望》评估发现，这恐将导致对全球气候协定和生物多样性协定（《巴黎协定》以及旨在遏止全球物种丧失的《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》）的承诺无法实现。例如，2022年，资源开采以及食品、材料和燃料加工所产生的二氧化碳排放量比就所有人类活动总和设定的具体目标还要高出数倍（图7，左）。此外，与土地利用（土地占用）相关的物种丧失也比所设具体目标高出六倍（图7，右）。这表明，即使我们停止转换土地用途（土地利用变化），我们仍然必须减少当前土地利用的影响，以期达成所提出的具体目标并实现生物多样性目标。

气候影响是由各供给系统中多个部门的各种行为体共同作用所致

在所有材料类别中，生物质种植和收获对温室气体排放总量的影响最大（28%），其次是化石燃料（18%），再次是非金属矿物和金属，其合计影响率为17%。当务之急是实现材料生产和材料供应链脱碳，并提高材料效率，以减缓气候变化和污染相关健康影响。应将这些战略纳入气候政策重点关注范畴。

各供给系统对气候影响的程度不尽相同。在总体影响中，能源和交通出行占29%，粮食系统占23%，建筑环境系统占17%。建筑环境系统气候足迹的一半归因于水泥、砖块和混凝土构件，其余部分归因于金属（15%）、化石资源（29%）和以木材和橡胶为主的生物质（10%）。所收获和开采的材料大多仅使用一次，这凸显出社会经济系统在提高循环性和闭环程度方面的潜力未得到充分挖掘。



生物质资源的种植和收获（农业和林业）是生物多样性影响和水资源紧张的最大成因

在土地利用相关生物多样性影响中，近75%是由农业所致，林业占比23%。动物源性食品所致生物多样性影响超过其余所有食品生产的总和。为此应呼吁减少动物源性食品和粮食浪费。

相对为数不多的产业部门——主要是粮食相关部门（农业、零售业和食品服务业）、木材相关行业（林业和建筑业）以及越来越多的生物化工行业——对生物多样性的丧失负有主要责任。生物多样性影响主要发生在价值链的起始环节。在构建更具循环性和可持续性的生物经济时，应在政策上重点关注这些干预点。

向可持续的循环型生物经济转型至关重要，而且转型必须立足于优先使用生物质，以求实现福祉最大化和影响最小化。必须避免和扭转富含生物多样性和碳的自然系统的转变，以促进对自然有利的净成果，并助力减少污染环境。由于可持续生物质的可获得性有限，对生物质的利用应遵循级联使用原则，并将之用于具有生物成因碳储存效应的长期应用，以取代影响较大的材料。

从全球来看，与其他活动相比，采矿业与全球土地利用相关生物多样性影响之间的关联性较低（小于全球总体生物多样性影响的1%），但在局部地区，二者可能高度相关。另外，目前采矿冲突⁹的规模也被视为一种风险，这与采掘活动的负面影响和社会影响有关。

每年因PM_{2.5}造成的生命年损失超过2亿年（残疾调整生命年）

细颗粒物（PM_{2.5}）的一次和二次排放是环境污染所致健康影响的主要源头。每年，因室外PM_{2.5}和室内污染造成的生命年（残疾调整生命年——DALY）损失分别超过1.2亿年和0.8亿年（Lozano等人，2020年）。据估算，在室外PM_{2.5}所致健康负担中，家庭交通出行和取暖需求占比高达40%，另有超过30%是由化石能源供应与金属及非金属矿物加工方面的工业活动所致。其余部分主要归因于农业。若对室内颗粒物暴露效应展开分析，则会发现下游影响更甚。

⁹ 《全球环境正义地图集》（2023年4月15日）将矿石和建筑材料开采（两类合而为一）列为3861起冲突中最大的环境冲突类别之一。采矿冲突主要集中在发生在南美洲的安第斯山脉。

某些人类需求已在未对环境造成重大影响的情况下得到满足

2010年至2022年期间，所有国家组别的不平等调整后人类发展指数（IHDI）值皆有所上升，但环境影响也有所加剧。不过，人类发展与气候变化和生物多样性丧失影响之间的相关性，未必就是不可改变的未来定局。许多国家，特别是非洲国家，已成功设法在不增加人均气候影响的情况下，延长不平等调整后预期寿命。然而，大多数非洲国家的不平等调整后预期寿命和受教育年限虽有所提高，但仍然处于相当低的水平（一般分别低于60岁和8年）。在拉丁美洲，智利、阿根廷、哥斯达黎加和厄瓜多尔在实现较高不平等调整后预期寿命（超过70岁）和受教育年限（超过10年）的同时，将气候影响控制在相对较低的水平。在欧洲、北美和亚太地区，较高不平等调整后预期寿命（超过70岁）的实现，则伴随着气候影响几乎呈指数级的增长。

倘不实施根本性变革，将会导致环境破坏和不平等加剧

如果不作出任何改变，我们当前极度不可持续的消费和生产系统将不断扩张，最终将对人类福祉和地球生命多样性赖以系系的地球上各系统和生态过程造成灾难性影响。

2024年《全球资源展望》围绕两种情景模式展开探讨。第一种是历史趋势情景，即世界继续按照当前轨迹和政策向前发展，在此情景下，所有主要压力和影响指标的绝对值增加，进而导致破坏和风险不断加剧。全球资源使用量在2050年之前将呈强劲增长态势，其后将趋于稳定。主要压力指标的情况包括：到2060年，资源开采量将在2020年基础上增加约60%（从1000亿吨增至1600亿吨），初级能源将增加50%，粮食和纤维生物质开采量将增加80%，农业用地面积将增加5%，因而会侵占原生生境并加剧生物多样性风险。主要影响指标的情况包括：温室气体净排放量较之2020年水平将增加20%以上，以及生物多样性丧失加剧。

可在发展经济、减少不平等、改善生活和大幅降低环境影响的同时，扭转资源利用趋势

世界无须在经济增长和发展与加强环境保护之间作出取舍。设计和实施得当的政策可做到二者兼顾，在促进可持续经济增长和福祉的同时，缓解压力，减轻环境影响。这也正是使经济增长和环境退化脱钩（decoupling）的概念。要为所有人实现可持续发展目标，必然需要利用资源，但必须减少资源利用对环境造成的压力和影响。与此同时，通过资源增效，可以满足人类需求，并改善资源利用所带来的福祉成果。

不应采取一刀切的脱钩方法

要为所有人实现可持续发展目标，必然需要使经济增长和环境退化脱钩，从而减少资源利用对环境造成的压力和影响，同时扩大对福祉的贡献。这在实践中具体因各群体资源利用和资源足迹水平不同而异。

对于资源消费足迹最大的人口群体（如国家以及国家内部的部分人口）而言，在政策和行动上必须以绝对脱钩（即在现有水平上减少资源利用）为导向。情景建模显示，通过采取政策，可以减少人均资源使用量，同时提高收入和福祉。无独有偶，政府间气候变化专门委员会（气专委，2022年）亦报告称，通过低动物蛋白膳食结构、紧凑型城市、增加公共交通等消费（需求端）措施，到2050年，可使温室气体排放量减少40%至70%。而对于那些资源使用量预计会增长以实现有尊严的生活¹⁰的最不发达国家而言，其目标应该是提高资源效率和限制资源使用量的增长（相对脱钩）。

对于所有群体而言，影响脱钩都是任何资源利用轨迹被视为具有可持续性的必要条件，可在现有水平上减少对环境与健康的影响，并确保结果与多边环境协定中所载商定成果相符。这些不同的资源利用与相关压力和影响脱钩路径，与新形成的关于公正转型、充足性和资源可持续利用路径的认识相一致。

¹⁰ 这一概念可追溯至1972年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议，该会议将人的尊严作为一个核心概念，并将其与自然资源利用和环境状况明确挂钩。

有针对性且协调一致的可持续性行动可限制资源使用量，减少相关环境影响，同时为所有人实现社会经济发展

国际资源委员会建模的可持续性转型情景显示，通过一揽子政策和社会转变双管齐下（图8），可以缓解资源压力，同时在全球范围内实现更强劲的经济增长和人类发展成果。

可持续性转型情景对国际资源委员会脱钩概念的实践情形进行了模拟演示，并首次将数字置入国际资源委员会的脱钩示图（见图9）。在此情景下，全球资源开采量将在2045年达到峰值，其后将趋于稳定（略有下降），到2060年，达到比2020年高出约20%的水平，同时全球经济增长率将比沿历史趋势发展情况下高出3%。资源利用结构向可再生能源转变，到2060年，粮食和纤维生物物质开采量将增加40%。到2040年，初级能源使用量将下降约25%，然后趋于稳定。农业用地面积将减少约5%，而农业产出将会增加。在构成这一情景的各项措施的综合

作用下，到2060年，全球材料消费量将比历史趋势情景下减少约30%。

在可持续性转型情景下还发现，气候方面的主要影响指标较之当前水平有所下降，同时生物多样性影响有所缓解。到2060年，温室气体排放量将减少80%以上。过去行动的遗留影响还会导致生物多样性持续丧失；不过，在可持续性措施的作用下，生物多样性丧失将比历史趋势情景下的预测情况减少38%。

在压力 and 影响得到此等减轻的同时，福祉和经济表现也得到改善，在可持续性转型情景下，到2060年，全球人类发展指数将增长7%，人均国内生产总值增长109%，均高于历史趋势情景下的预测增幅。建模还显示，压力和影响的此等减轻，还会促成发展中国家更为强劲的经济增长和经济不平等的减少，从而使之能够更容易实现《2030年可持续发展议程》下的社会经济和环境目标。



图8：2024年《全球资源展望》可持续性转型情景中的一揽子政策和社会转变概览

注：无净经济损失措施在建模中未完全实施。

（资料来源：2024年《全球资源展望》情景建模团队）

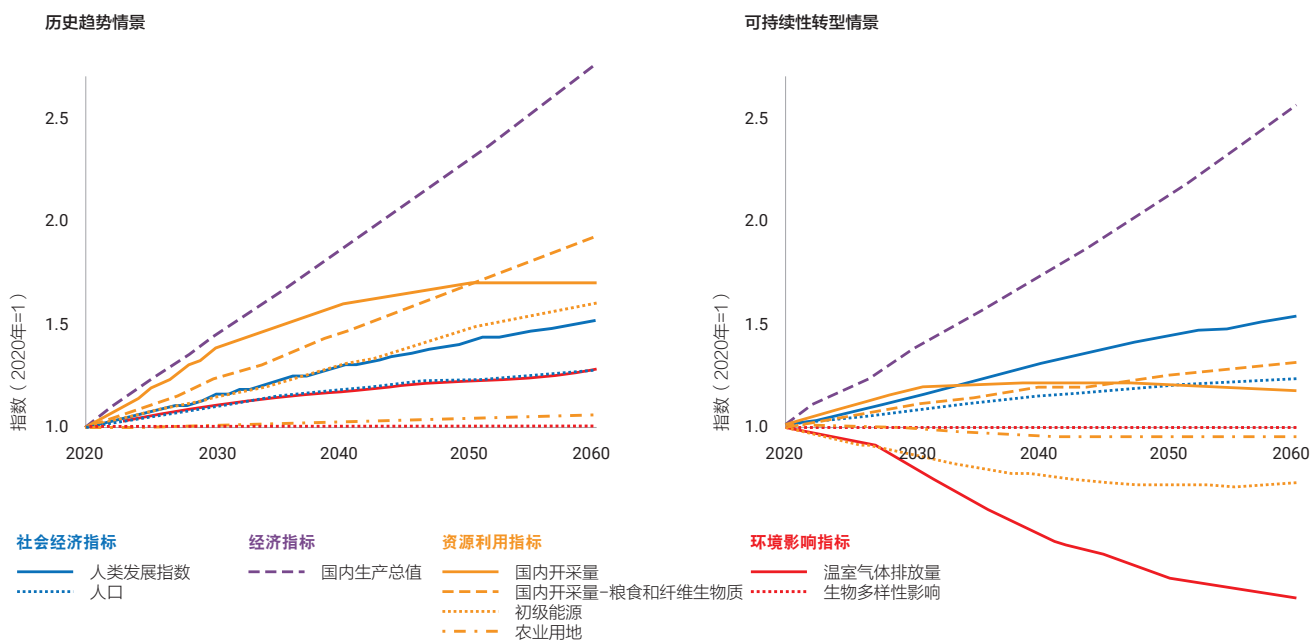


图9：历史趋势情景（左）与可持续性转型情景（右）对比

资源增效、温室气体减排和土地利用政策之间存在强大的协同作用，资源增效有助于减缓气候变化，同时降低综合政策目标的总体成本。不过，仅靠资源增效不足以使资源利用趋势发生扭转，针对资源密集型供给系统的需求端措施在实现表1所示成果方面发挥着至关重要的作用。

在本次建模中，并未充分探究循环经济政策的潜力。如果在这些政策的基础上，再补充以雄心勃勃的资源回收、再循环利用及其他战略，预计资源效率方面的提升幅度将比此处所示更为可观。另需指出的是，尽管建模中实施的一揽子资源增效措施可提振经济增长并产生净经济效益，但倘若战略设计和实施不当，则可能会减缓经济增长并导致净经济成本。

图9和图10对两大情景下的结果作了比较，下一节将介绍在建模中针对资源密集型供给系统采用的部分战略，并阐明其潜在结果。

两条截然不同的路径

历史趋势情景与可持续性转型情景下的2020–2060年（条形图）以及两种情景下2060年的差异（百分比标签）

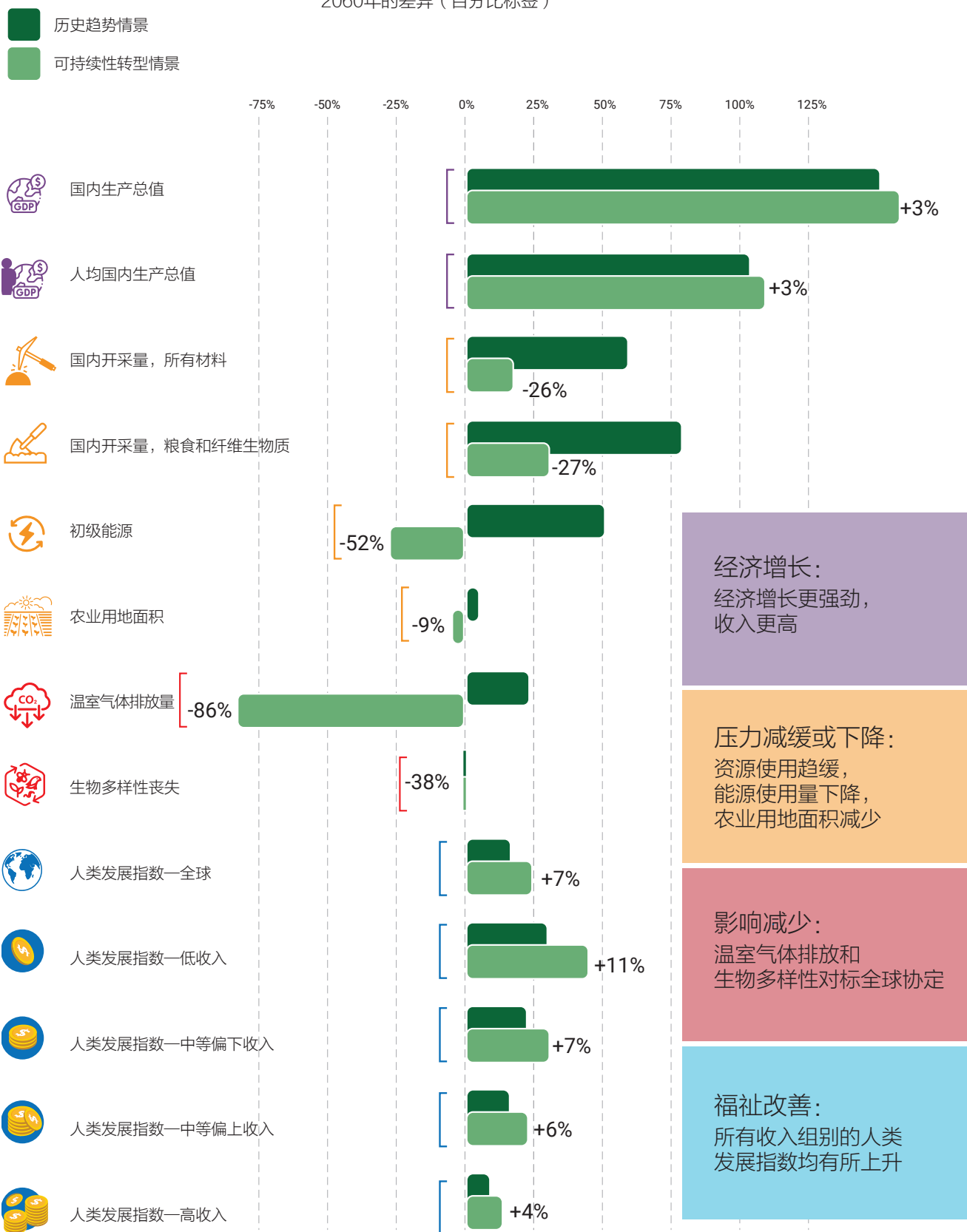


图10：较之历史趋势情景，向可持续性情景转型可实现更高水平的增长和福祉，同时减少资源使用、环境影响和不平等

需要采取有针对性的战略，以提升供给系统的绩效和资源效率

总体而言，情景建模显示，所有供给系统的资源效率均可得到提高，仅粮食系统的资源使用总量有所增加，折射出全球人口的增长和粮食安全的增强（见图11）。供给系统实现低影响和高绩效，是向资源可持续利用转型并确保所有

人过上有尊严的生活的一个重要因素。从结构上降低或避免高消费环境下的资源密集型需求，在供给系统转型中发挥着尤为重要的作用。以下各小节将介绍针对报告中所述四个资源密集型供给系统分别建模的主要战略，以及可以实现的一些成果。

供给系统	 粮食	 建筑环境	 交通出行	 能源
建议	- 减少对影响最大的粮食商品的需求 - 减少粮食损失和粮食浪费 - 保护和恢复生产用地，同时满足营养需求	- 确保新建建筑存量的可持续性 - 改造现有存量建筑 - 提高建筑集约利用水平	- 城市交通出行方式转向体能运动式出行和公共交通 - 减少碳密集型频繁出行方式 - 降低交通方式的排放强度	通过推广低资源型可再生能源和提高能源效率，实现电力供应脱碳
情景中所模拟政策的成果	可使粮食生产所需用地比2020年减少5%，同时更公平地确保所有人获得充足的营养	与当前趋势下相比，到2060年，可使建筑材料存量减少25%，从而使能源需求减少30%，温室气体排放量减少30%	与当前趋势下相比，到2060年，可减少相关材料存量需求（-50%）、能源需求（-50%）和温室气体排放量（-60%）	可使能源需求大幅下降，同时使气候影响减少80%以上

图11：在减少四个供给系统资源使用量方面建议采取的战略，以及基于情景建模的预期成果

确保新建建筑存量的可持续性、改造现有存量建筑、提高建筑集约利用水平并实现材料生产脱碳

通过采用更多回收建筑材料、提高建筑集约利用水平、延长使用寿命及采取其他循环经济措施，打造紧凑且均衡的街区，到2060年，可使建筑材料存量减少25%。与沿历史趋势发展情况下相比，如此可使能源需求减少30%，温室气体排放量减少50%。

在过去的五十年里，建筑环境所致影响的增加，主要归因于亚洲的基础设施建设，而未来其他发展中地区也可能展开这类建设。因此，迫切需要采取可持续的建设和城市化战略，以避免气候和其他影响进一步大规模增加。其中多项战略可供政策制定者用以降低建筑环境系统的材料强度。以充足性战略为例，诸如将人均建筑面积限制在可让民众过上体面生活并提高建筑集约利用水平的最低限度，或是改进设计，以降低材料和能源需求。此外，还包括延长建筑物和基础设施的使用寿命、增加建筑材料中木材的比重（同时要考虑到木材是一种有限的资源），以及使用可长期储存（生物成因）碳的材料。

上述建议更适用于正在扩充建筑存量的国家，在这些国家，为大量公民提供优质住房对于实现可持续发展目标依然具有核心重要意义。在这种情况下，资源消费将有助于增加此类房屋和住所的存量。在此过程中，务必要做到以资源可持续利用原则为核心。对于存量建筑较为老旧的国家而言，可出台法规和激励措施，以加快现有存量建筑的改造速度，目前这一速度极为缓慢¹¹。

城市交通出行方式转向步行、自行车骑行和公共交通，减少碳密集型频繁出行方式，并降低交通方式的排放强度

与当前趋势下相比，通过低碳型公共和共享交通、步行和自行车骑行实现交通出行，到2060年，可减少相关材料存量需求（-50%）、能源需求（-50%）和温室气体排放量（-60%）。

通过可持续的城市设计、便捷的服务以及居家远程办公等解决方案，可减少多种交通出行方式的需求。使可持续交通出行方式可及可用的解决方案，对于降低这一供给系统的资源使用量和影响至关重要。其中包括为公共交通和体能活动式（步行和自行车骑行）出行设计交通出行基础设施，并减少私家车出行。除了改变整体系统设计外，传统的资源增效措施也有助于减少交通出行系统对材料的需求：包括车辆轻量化、提高车辆集约利用水平、延长车辆使用寿命和交通电气化。与延续当前趋势和政策的情况下相比，到2060年，这些解决方案可使交通出行系统的材料和能源需求减少40%以上。

这些建议主要适用于高收入和中等偏上收入国家，即交通出行系统所致影响的最大贡献者。新兴经济体可避开这种低效的土地利用规划模式和交通出行基础设施。

减少粮食损失、粮食浪费和对资源密集度最高的粮食商品（包括动物源性产品）的需求，同时减少、保护和恢复生产用地，以实现福祉最大化和影响最小化

通过改变膳食结构以减少动物蛋白等高影响商品的消费量以及减少粮食损失和粮食浪费等需求端措施，可使粮食生产所需用地比2020年减少5%，同时更公平地确保所有人获得充足的营养。

11 国际能源署，2021b（见载于环境署，2022a）。其中指出，年改造率应介乎2.5%至3.5%之间，而当前改造率尚不足1%。

为了提高粮食系统的可持续性，联合国粮食及农业组织（粮农组织）、联合国开发计划署（开发署）和联合国环境规划署（环境署）均建议取消对动物源性产品消费和生产的补贴及其他激励措施（环境署，2022b）。气专委（2022年）指出，可取消对温室气体排放量最高的商品（如牛肉）生产的农业补贴。

实现这一转变的路径之一，是与人类健康议程形成协同效应，因为某些影响最大的商品还会对健康产生负面影响（如红肉或加工食品）。可在综合考量健康和资源利用的基础上更新国家膳食指南，同时提及食品过度消费对健康的负面影响。

通过推广低资源型可再生能源和提高能效实现电力供应脱碳，并实现燃料去碳化

能源不仅直接为家庭所用，还为其他供给系统提供支持：能源系统向可持续资源利用转型将极大地促进交通出行、建筑环境和粮食系统的可持续性转型，反之亦然。

向可再生能源转型，需要考虑到某些关键材料的大量增加，以及由此可能导致的材料供给瓶颈（Carrara等人，2023年）。¹² 在加快可再生能源的采用方面，可借重于风能、太阳能和水电等已经成熟到可以大规模应用的技术（气专委，2022年）。可优先考虑资源需求和相关环境足迹强度较低的能源，例如，风能和某些种类的太阳能。此外，还需要投资于新型可再生能源、配电系统和长期电力储存的研究与创新。

避免未来发生碳锁定至关重要（环境署，2022a）。这意味着，在推动可再生能源解决方案的同时，必须停止对化石燃料生产的补贴以及对相关基础设施和能源密集型产业的投资。此外，扩大低碳燃料的使用也有助于那些尚且无法电气化的部门进行转型。¹³ 这就需要对创新进行决定性投资，在这方面，可重点关注绿色氢气（环境署，2022a；环境署，2022b）——

一种可用于这些应用但效率低得多的能源载体——以及生物基解决方案（气专委，2023年）。各项政策必须形成协同，并得到监测和评估，以避免反弹效应和意外后果。

跨领域解决方案对于实现向可持续资源利用转型至关重要

实现可持续性的道路日渐崎岖狭窄，因为很多时间已白白流逝，而多边环境协定中的许多政策承诺尚未兑现。要使经济增长和环境退化脱钩，就需要重新配置不可持续的资源利用模式，或以可持续的生产和消费模式取而代之，遵守地球承载力限度，满足人们的需求，提升人的尊严。为此需要推进结构性转型。为了克服转型障碍，必须从政策上推动变革，确保为促进消费和生产系统的系统性变革创造必要条件。

现在就需要采取紧急行动，将资源治理制度化，包括将资源问题纳入有关气候变化、生物多样性丧失、土地退化等方面的多边环境协定的实施。可通过确定与这些协定所载目标相一致的资源利用路径和创设国际资源机构等方法，在各级治理中将资源问题置于优先地位。同样重要的是，要在经济结构中反映资源的真实成本，并引导资金流向资源可持续利用领域，包括通过妥善制定经济激励措施（例如，解决反弹效应的激励措施；补贴改革，包括取消对环境有害的补贴或调整这类补贴的用途）。还必须使贸易和贸易协定成为拉动资源可持续利用的引擎，将可持续消费选项纳入主流，以及构建循环型、资源节约型、公正和低影响型解决方案和商业模式。要使贸易协定成为促进可持续性的引擎，可能需要在贸易协定中重申对现有全球环境协定的承诺；与影响相关的边境调整；加强对贸易商品的强制性尽职调查。图12简要列出了这些关键的行动建议，这些建议考虑到系统性转型的多重障碍，涉及消费和生产两方面的行动，而且超越优化和渐进式改进的范畴（事实证明优化和渐进式改进是不够的——速度太慢且不成规模）。

¹² 例如，就欧洲联盟而言，可再生能源部门所需的原材料在被视为“战略性”材料的一系列材料中占最大份额。

¹³ 即使通过设计其他供给系统将需求降至最低，某些燃料仍为（航空、航运等）所需。此外，一些能源密集型工业过程也很难脱碳。

这些变革可以营造有利环境，开启以福祉而非物质福利为基础的可持续路径，但在其实施上应该做到优先考虑公正成果。根据全球和区域机构以及科学界所提建议（这些建议往往提出已久）而采取的具体工具（如补贴、税收、激励、基础设施和规划）必须适合区域和国家治理背景。

虽然本报告中提出的一些政策建议已付诸尝试、经过检验并在科学和政策文献及实践中得到详细阐明，但政策的有效性仍存在许多不确定性。报告还提出了创新性的前进道路，甚至是从未尝试过的道路。虽然新旧干预措施的有效性仍有待进一步评估，但地球三大危机的紧迫性意味

着现在就必须根据不断发展的“现有最佳科学”的预防原则采取行动。

将资源治理制度化并确定资源利用路径

要想实现国际商定的可持续性、气候和生物多样性方面的目标及具体目标，将资源利用问题更好地纳入国际协定就是必由之路。需要明确认识到资源利用和生产问题并将之纳入气候、生物多样性、污染和土地退化等方面全球可持续性议程的核心，并且承认资源利用在实现现有多边环境和可持续性目标方面的作用。关于将自然资源利用纳入全球可持续性议程，可在多个层面、通过多种方式进行，例如，监测全球资源利用情况、定期对各国资源消费和生产率情况进行比

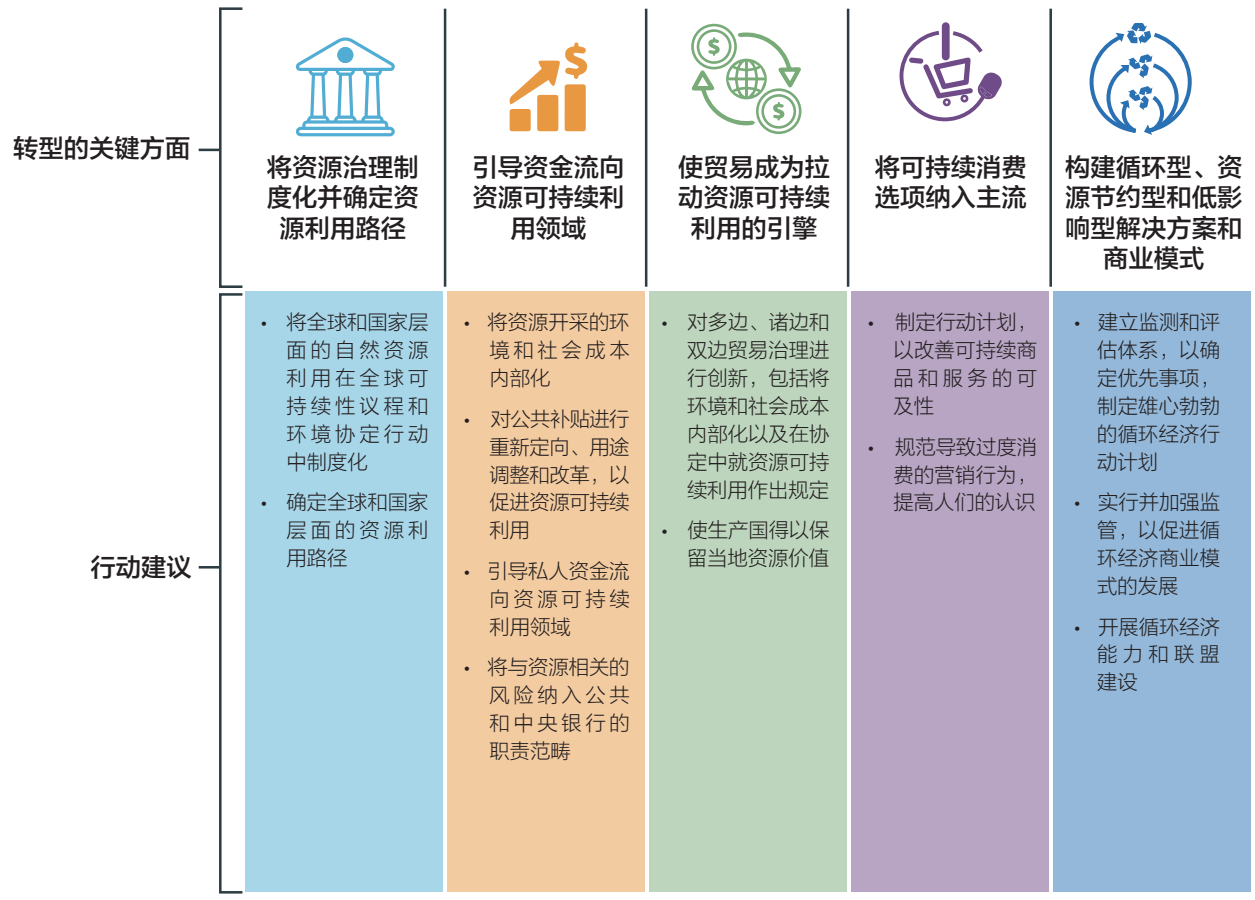


图12：向资源可持续利用转型的关键方面和行动建议

照评估。根据国际协定，各国可就使经济增长和环境退化脱钩作出国家承诺，并就承诺的落实制定行动计划。又或者是，如七国集团《柏林路线图》（2022年）所建议的那样，各国可以将资源考量因素和解决路径纳入《气候公约》下的国家自主贡献或《生物多样性公约》下的国家生物多样性行动计划。

为切实将自然资源利用纳入全球可持续性议程，需要更深入地了解哪些资源利用路径能够达成这些相互关联的可持续性议程的目标。根据具体目标确定的路径现已被广泛用于环境管理，而且目前世界各地不乏可据以确立此类资源路径的资源相关具体目标实例。一项更具深远意义的建议是，按照国际资源委员会早前所提建议（2020年），设立一个国际矿物和金属机构。

引导资金流向资源可持续利用领域

当前的金融和经济结构对不可持续的消费和生产模式的延续具有助推作用。事实上，2022年对化石燃料的补贴达到创纪录水平（国际能源署，2023年；国际货币基金组织，2023年）。¹⁴ 围绕有害补贴的讨论已持续数十年之久，现在必须切实有效地逐步取消这些补贴，而且要行动从速。这意味着，需要对助长不可持续的资源利用的经济激励措施予以重新定向、用途调整、改革或取消，并加大对资源可持续利用做法的补贴力度。同时要认识到，逐步取消有害补贴会对生计产生影响，因此在逐步取消这类补贴的同时，还需要对当地的可持续生计和能力建设进行投资。

公共行为体可以发挥引导作用，让私人资金朝同一方向流动。金融监管机构，包括中央银行和多边开发银行在内，可作出努力，围绕为整个价值链上的资源可持续利用提供资金，制定可互操作且兼容的框架（分类体系，如分类标准）。中央银行应将减少与资源相关的风险列为其职责范畴内的优先要务之一——一些央行已在气候和生物多样性风险方面领跑行动。

实行监管，包括对原始资源开采所致影响进行征税等，将有助于激励使用二次材料和提高生产效率，并将资源开采的环境和社会成本内部化。不过，征收资源税的实例依然鲜见，而且目前文献中尚无关于这方面的全面可行性评估。

使贸易成为拉动资源可持续利用的引擎

为应对使进口国和贸易体系更加负责任这一挑战，并最大限度地扩大环境和社会经济效益，多边、诸边和双边贸易治理（如通过世界贸易组织以及区域贸易协定和组织）在加强行动改善资源流动可持续性和相关衡量方面大有用武之地。

改变贸易治理方式，承认并反映资源开采的（外部化）环境和社会成本，有助于开采者和生产者实施可持续生产实践。通过纳入这些外部性因素，可营造公平的竞争环境，防止资源价值链上的环境和社会标准“逐底竞争”。

贸易治理创新或可包括在贸易协定中就资源可持续利用作出规定，具体包括：在贸易协定中重申对现有全球环境协定的承诺；加强对金融商品市场的监管，以最大限度地减少价格波动，保障基本商品可及性；实施与影响相关的边境调整政策工具，将资源开采和加工的环境影响纳入消费支付成本；加强强制性尽职调查，针对进口商品制定资源可持续管理标准；以及，使生产国得以保留当地资源价值。除了纳入适当的规定外，监督这些规定的执行情况亦至关重要。

将可持续消费选项纳入主流

环境署（2022b）呼吁建立“公平消费空间”，减少高收入背景下的消费，同时也承认那些尚未达到基本生活水准的群体需要增加消费。要迈向可持续消费，就必须有意识地转变消费模式，抑制资源高度密集型的消费选项，推广使用较少资源来满足人类需求的商品和服务。要做到这一点，假定主要通过信息和教育就能引导公民作出可持续的消费选择是不现实的，因为市场信

¹⁴ 补贴数额因估算方法而异，但各主要方法的估算结果一致显示，2022年是化石燃料补贴创纪录的一年。国际能源署估算的化石燃料补贴支出为1万亿美元。基金组织估算的补贴数额中还包括社会和环境成本，因此数额更高：其所估算的2022年化石燃料补贴支出高达7万亿美元。但不论按照哪种方法估算，2022年补贴支出比其他任何年份都高是不争事实。

号和广告在将公民大力推向不可持续的方向，而且缺乏提供可持续交通出行方案、住房、能源供应等的基础设施。因此，需要把重点放在重新思考当前系统如何为我们提供食物、能源、交通出行方案等以及如何监管这些供给系统上面，而不是把消费选择的主要责任放在公民身上。系统方法的核心是在系统要素层面改变激励机制和结果。而横向行动有助于实现这一系统性变革。其中包括制定国家或区域层面的行动计划，以查明阻碍可持续消费的障碍，确定消费热点及其驱动因素，并确保可持续选项的可及性。

抑制资源密集型选项（如低能效产品或非必要一次性塑料制品）并将其挤出市场，是扩大可持续消费的另一关键机制。为做到有效实施，必须注意企业和公民的潜在抵制以及可能出现的反弹效应。还必须规范营销行为转向可持续选项，包括企业对消费者和企业对企业的营销，并涵盖实体营销和电子商务营销。此外，还需要对营销行为（这是过度消费的重要驱动因素）采取行动，例如，禁止无证据支撑的绿色声明，或强制要求高影响商品显示其环境足迹信息，特别是资源（材料、土地和水）和气候足迹信息。对环境足迹作出合理估算和与消费者进行透明沟通就显得至关重要。因此，还需要加强国家统计局、研究机构和全球计划的能力，使其能够编制可在全球使用的可靠数据。

构建循环型、资源节约型和低影响型解决方案和商业模式

通过循环经济战略可进一步提高资源效率并减少材料需求，其中包括拒绝、反思、减少、生态设计、再利用、维修、再制造、翻新和回收利用等等。这些战略可以延长产品和材料在经济中保持价值的时间，减少对原始材料开采的需求和废物的产生，并改善废物管理。需要进一步加快实行循环经济，即使是那些被认为是先行者的国家也不例外。截至目前所取得的成果并没有达到预期，而且在行动上可能也没有做到优先考虑最有影响力的措施。监管框架应有利于循环经济商业模式，并促进形成创新方法和示范性实例，以供后续扩大推广。务必要改进监测和评估，以确定所实施措施的成果、哪些行动最具成效，而且还要避免反弹效应。

国际资源委员会材料流数据库提供了可用于监测循环经济行动计划最终成果的指标示例：资源开采、材料消费和材料足迹以及衍生的资源效率指标。还需要制定其他衡量标准，以更好地了解资源的内部新陈代谢，确定热点和行动杠杆。

需要进行能力建设和技能调整，以开发和推广新的做法、技术和商业模式。资源增效和循环经济战略的实施，预计将增加相关部门的就业机会（经济合作与发展组织[经合组织]，2020年）。需要培养新的技能来满足新的材料和产品加工形式对技术、劳动力和信息的要求。而对于工业化程度较低的国家而言，在现有循环商业模式（包括在非正规部门出现的模式）基础上再接再厉，不失为有益之举（国际资源委员会，2018年）。

行动呼吁： 立即采取果断行动，可改变资源利用方式，造福所有人

必须以前所未有的规模和速度，对核心性的资源密集型供给系统和资源治理系统进行意义深远的系统性变革。稳定并平衡人类与大自然的关系，是我们的唯一选择。软弱、片面、零散或缓慢的政策都是行不通的。包括政府、企业和民间社会在内的各个部门的领袖们，必须立即采取行动。我们仍然可以作出这些改变，在全球范围内增进人类福祉，但时不我待，机会之窗正在关闭。

2024年《全球资源展望》的研究结果与气专委、《联合国防治荒漠化公约》、生物多样性和生态系统服务政府间科学与政策平台、《全球环境展望》和世卫组织近期报告的结论高度一致，而且建基于多个领域和子领域全球研究团体所开展的努力之上。事实上，自1972年人类环境会议以来，我们作为一个社会对环境的影响、我们对资源的不可持续利用、人类发展条件中的公然不平等以及对有尊严的生活的基本追求之间的根本联系，就被贯通起来、数度重申（1992年联合国环境与发展会议、联合国可持续发展大会和《21世纪议程》以及可持续发展目标）并不断评估。

事实上，本报告是向人们发出的又一次呼吁，是对证据和知识的又一次整合，为助力全球可持续性议程和多边环境协定实施的日益丰富的科学评估研究再添砖瓦。这些评估，在所得出的结论方面以及在提出对当前经济和社会发展模式进行必要变革以使我们走上可持续发展的轨道方面，颇为一致。本报告谨此呈献关于如何采取有效措施控制全球退化驱动因素的知识。

毋庸置疑，如果在重大可持续性议程和多边环境协定中没有加大对资源可持续利用的重视力度，就不可能实现既定的环境和人类发展目标。科学家们贡献了最佳知识，并以越来越大胆的方式阐明了潜在的前进道路。但是，若要改变前进方向，则有赖于果断的政治勇气和治理层决策。

参考文献

- Cabernard, L. and Pfister, S. (2022). Hotspots of mining-related biodiversity loss in global supply chains and the potential for reduction through renewable electricity. *Environmental Science & Technology* 56(22), 16357–16368. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c04003>.
- Carrara, S., Bobba, S., Blagoeva, D., Alves Dias, P., Cavalli, A., Georgitzikis, K. et al. (2023). Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/386650>.
- G7 (2022). Berlin Roadmap on Resource Efficiency and Circular Economy. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Europa_International/g7_berlin_roadmap_bf.pdf.
- Global Atlas of Environmental Justice (2023). <https://ejatlas.org/>
- International Energy Agency (2021). *Oil 2021 - Analysis and forecast to 2021*. Paris, France. <https://www.iea.org/reports/oil-2021>
- International Energy Agency (2023). *Fossil Fuels Consumption Subsidies 2022*. Paris <https://www.iea.org/reports/fossil-fuels-consumption-subsidies-2022>, License: CC BY 4.0
- International Labour Organization (2022). *Just Transition: An Essential Pathway to Achieving Gender Equality and Social Justice*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed-emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_860569.pdf.
- International Monetary Fund (2023). Fossil fuel subsidies surged to record \$7 trillion. *IMF Blogs*. 24 August, 2023. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2023/08/24/fossil-fuel-subsidies-surged-to-record-7-trillion>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report* <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/#:~:text=The%20Working%20Group%20III%20contribution,Framework%20Convention%20on%20Climate%20Change>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). *Climate Change 2023: AR6 Synthesis Report (SYR)* <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- International Resource Panel (2018). *Re-defining Value – The Manufacturing Revolution. Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in the Circular Economy*. Nabil Nasr, Jennifer Russell, Stefan Bringezu, Stefanie Hellweg, Brian Hilton, Cory Kreiss and Nadia von Gries. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- International Resource Panel (2019). *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., et al Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. doi: 10.18356/689a1a17-en.
- International Resource Panel (2020). *Mineral Resource Governance in the 21st Century. Gearing extractive industries towards sustainable development*. Ayuk, E. T., Pedro, A. M., Ekins, P., Gatune, J., Milligan, B., Oberle B., et al. A Report by the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- Katowice Committee on Impacts. (2022). Implementation of just transition and economic diversification strategies: a compilation of best practices from different countries. Bonn: UNFCCC. Available at <https://unfccc.int/documents/624596>.
- Lozano, R., Fullman, N., Mumford, J.E., Knight, M., Barthelemy, C.M., Abbafati, C., et al. 2020. Measuring universal health coverage based on an index of effective coverage of health services in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet* 396 (10258), 1250–1284. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30750-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30750-9).
- O'Neil, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F. and Steinberger, J.K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature sustainability* 1, 88–95 <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2020). The jobs potential of a transition towards a resource efficient and circular economy, https://www.oecd-ilibrary.org/environment/the-jobs-potential-of-a-transition-towards-a-resource-efficient-and-circular-economy_28e768df-en
- United Nations Environment Programme (2021). *Making Peace with Nature: A Scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity and Pollution Emergencies*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>.
- United Nations Environment Programme (2022a). *Emissions Gap Report 2022*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
- United Nations Environment Programme (2022b). *Enabling Sustainable Lifestyles in a Climate Emergency*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/39972>.
- United Nations Environment Programme and International Resource Panel (2023). Global Material Flows and Resource Productivity Database. <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>

本出版物由环境署核心财务基金——联合国环境基金提供支持。该基金用于提供有关全球环境状况的科学证据、确定新出现的环境问题和创新解决方案、提高认识和宣传、召集利益攸关方商定行动，以及合作伙伴能力建设。该核心资金使环境署得以有能力并灵活地实施环境署成员国批准的（用以助力《2030年议程》的）工作计划，并从战略上应对新出现的挑战。环境署感谢所有向联合国环境基金捐款的成员国。

欲了解更多信息，请访问：unep.org/environment-fund

联合国 
环境规划署



国际资源
委员会

欲了解更多信息，请联系：
unep-communication-director@un.org
United Nations Avenue, Gigiri
P O Box 30552, 00100
Nairobi, Kenya
unep.org