



联合国 贸易和发展会议

Distr.: General
26 February 2025
Chinese
Original: English

贸易和发展理事会

电子商务和数字经济问题政府间专家组

第八届会议

2025 年 5 月 12 日至 14 日，日内瓦

临时议程项目 3

让数字化为包容性可持续发展服务

贸发会议秘书处的说明

概要

随着世界面临更加可观、更加相互关联的全球性挑战，进一步了解这些挑战的复杂性，从而为各级政策辩论提供参考变得至关重要。本说明探讨了快速数字化、环境可持续性和包容性发展之间的关系，并描述了数字化在其整个生命周期内对环境的主要影响，以及从贸易和发展的角度来看所产生的相应影响。要实现具有包容性和环境可持续性的数字化，就需要在国家、区域和国际层面采取政策措施，也需要所有利益攸关方为实现可持续消费和生产而采取行动。





联合国 贸易和发展会议

Distr.: General
28 March 2025
Chinese
Original: English

贸易和发展理事会

电子商务和数字经济问题政府间专家组

第八届会议

2025 年 5 月 12 日至 14 日，日内瓦

临时议程项目 3

让数字化为包容性可持续发展服务

贸发会议秘书处的说明

更正

1. 第 5 页插文

将现有案文改为

人工智能热潮对环境的影响日增

2022 年 Chat GPT [生成式预训练转换器]出现后，人工智能的加速开发和部署正在导致材料需求、水和能源使用、空气污染和碳排放以及电子废物产生等方面的环境成本迅速增加。开发更强大、更复杂的人工智能模型方面的竞争，尤其是大型科技公司之间的竞争，需要不断提升用于训练和推理的数据处理和计算能力，这在很大程度上意味着数据中心需求的大幅增长。一家咨询公司的一项研究显示，到 2030 年，全球对数据中心容量的需求可能会增加两倍以上，而关键驱动因素是人工智能。全球对数据中心的投资正在扩大；一家研究咨询公司的一项估计显示，2024 年数据中心系统支出增长了 39.4%，预计 2025 年将增长 23.2%。

人工智能对环境影响的证据有限，因为科技公司通常不会披露此类信息，评估方法也各不相同。然而，最近相关分析激增，致使人们一致认为，影响是重大的，并且随着生成人工智能的发展而快速增加。例如，使用人工智能产生的温室气体排放量巨大；谷歌的排放量在 2019 年至 2024 年增长了 48%，微软的排放量 2024 年比 2020 年高出近 31%。一项媒体研究显示，由于核算方法不同，大型科技公司的排放量可能比正式报告的数据高出许多倍。一家金融服务公司的另一项研究显示，2020 年至 2030 年，数据中心的排放量可能会增加一倍以上。用于部署人工智能的数据中心和图形处理单元芯片的增加，也导致对矿物、金属和其他材料的需求大幅增加。



配置人工智能的能耗水平高而且强度不断增加，这一点正在变得越来越明显。据估计，人工智能搜索所需的电力是传统在线搜索的 10 倍。一家金融服务公司的一项研究显示，到 2030 年，数据中心的电力需求将增长 160%，2024 年，全球数据中心消耗的电力占总电力的 1%至 2%，到 2020 年代末，这一比例可能上升到 3%至 4%。到 2028 年，预计人工智能将占数据中心电力需求的 19%左右。这引发了人们对电网所受的负面影响的担忧，可能发生的电力中断和短缺可能反过来制约人工智能的部署。因此，由于可再生能源不足以满足需求，人们重新使用化石燃料能源，并恢复核能计划。理想情况下，可再生能源不应该是额外的能源，而应该取代化石燃料的使用。

数据中心的能源需求不断增加，威胁着大型科技公司和一些经济体在实现气候相关目标方面的进展。例如，在爱尔兰，2015 年至 2023 年，数据中心的用电量从占全国用电量的 5%上升到 21%，预测显示，到 2031 年，这一比例可能达到 28%。芯片生产也对实现气候目标构成挑战，例如在中国台湾省。人工智能技术和相关芯片生产也对用水量产生了重大影响。媒体和学术界合作开展的一项研究显示，使用 Chat GPT-4 生成一封 100 字的电子邮件需要不止半升水。据估计，到 2027 年，全球因使用人工智能而产生的用水需求可能达到 42 亿至 66 亿立方米，这将超过大不列颠及北爱尔兰联合王国 2023 年全年用水量的一半。由于数据中心消耗的水有 95%是饮用水，而且大部分会蒸发，与更基本的用水需求竞争引起了人们的担心，特别是在缺水的地方。此外，制造业、发电和使用柴油备用发电机造成的空气污染是另一种环境影响，会严重影响公众健康。

在报废阶段，人工智能技术会产生更多的电子废物，因为人工智能需要新设备，也需要更频繁的器材更换。一份经同行评议的期刊上的一项研究显示，2020 年至 2030 年，生成式人工智能产生的电子废物可能达到 120 万至 500 万吨的总积累量。2023 年至 2030 年，大语言人工智能模型产生的电子废物的年复合增长率估计在 129%至 167%之间，而全球常规电子废物的年复合增长率为 3.6%。

人工智能技术在其整个生命周期内不断升级的环境影响虽不确定，但已在引起包括许多国家受影响社区在内的相关利益攸关方的关切。国家、区域和国际各级正在采取新的政策举措来应对这些影响。人们的意识正在提高，但所有利益攸关方都需要做出重大努力，以实现人工智能技术的环境可持续性。为增进对环境影响的了解，在衡量、透明度和研究方面仍有许多工作要做。还应重点讨论将环境维度纳入人工智能设计和部署的成本效益分析的必要性；关键问题有：某些任务是否值得付出环境代价，是否需要竞相采用影响环境可持续性目标的大模型来满足社会需求，小模型是否能够完成某些工作。此外，必须考虑这种影响的公平问题。许多发展中国家的能源供应有限，水资源紧张，制约了发展人工智能能力的可能性，从而阻碍其获得潜在的惠益。

资料来源：贸发会议，基于以下资料：<https://news.ucr.edu/articles/2024/12/09/ais-deadly-air-pollution-toll>; <https://qz.com/ai-google-microsoft-climate-change-data-center-energy-1851589453>; <https://www.aljazeera.com/economy/2024/12/25/taiwan-struggles-to-reconcile-climate-ambitions-and-chip-manufacturing>; <https://www.bbvaresearch.com/en/publicaciones/global-ai-and-climate-disruptive-potential-amid-growing-resource-strain/>; <https://www.capgemini.com/news/press-releases/organizations-are-increasingly-aware-of-the-environmental-footprint-of-gen-ai-but-most-arent-able-to-address-it-alone/>; <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-01-21-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-9-point-8-percent-in-2025>; <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>; <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ai->

power-expanding-data-center-capacity-to-meet-growing-demand;
<https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6>; <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/how-ai-cloud-computing-may-delay-transition-clean-energy-2024-11-21/>;
<https://www.theguardian.com/technology/2024/sep/15/data-center-gas-emissions-tech>;
<https://www.theguardian.com/world/2024/dec/10/ai-fuelled-cloud-storage-boom-threatens-irish-climate-targets-report-warns>; <https://www.unep.org/resources/report/artificial-intelligence-ai-end-end-environmental-impact-full-ai-lifecycle-needs-be>; and
<https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/>.

2. 第 8 页第二章 B 节标题

将现有案文改为

发展中国家数据中心的影响

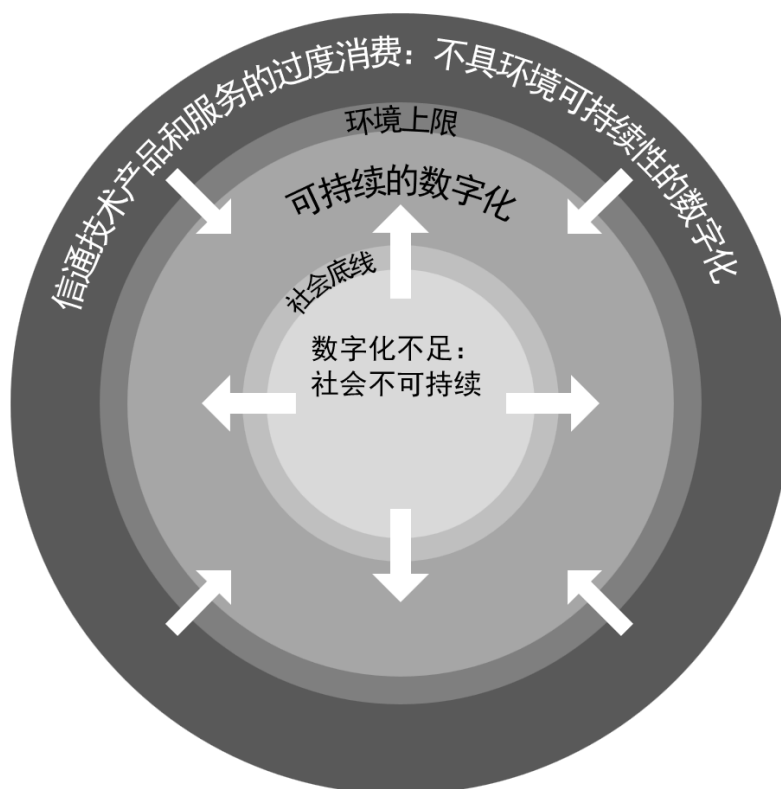
3. 第 8 页第二章 C 节标题

将现有案文改为

与数字化产生的废物相关的差距；不平等的生态交换

4. 第 9 页图表

将现有图表改为



5. 第 9 页第 28 段第三句

中文本不变。

6. 第 11 页第 33 段最后一句

将现有案文改为

出现与补贴和贸易有关的紧张局面的风险正在增加，这可能导致全球重大损失，特别是在财政空间相对小得多的发展中国家。

7. 第 11 页第 34 段第一句

将现有案文改为

除了增加国内产量之外，许多国家还将目光投向国外，寻求通过联盟或伙伴关系，从其他来源获得转型矿物，例如美国、欧洲联盟与各国之间的“矿物安全伙伴关系”，以及欧洲联盟和一些国家之间的双边战略伙伴关系。

8. 第 11 页第 35 段第一句

将现有案文改为

数字化产生的废物相当复杂，既有危险物质，也有有价值的材料。

9. 第 12 页第 39 段第四句

将现有案文改为

虽然在大部分废物以非正式方式处理的地方，正规化应成为长期目标，但在中短期内，确保以有效方式让非正规部门参与进来，对于一项全面的废物无害管理战略来说也可能非常重要。

10. 第 13 页第 41 段最后两句

将现有案文改为

目前还没有一个包容性的全球治理框架，以便各国采取集体行动，分享知识，建立共识，制定全球标准，并鼓励透明地报告和监测在数字化和环境可持续性方面实现共同目标的进展情况。不过，在国际讨论中，例如在关于《全球数字契约》的讨论中，以及在《联合国气候变化框架公约》缔约方会议第二十九届会议期间举行的数字化日期间，这一问题正在得到承认。

导言

1. 贸易和发展理事会第七十六届执行会议决定，电子商务和数字经济问题政府间专家组第八届会议的重点议题应是：“让数字化为包容性可持续发展服务”。
2. 全球数字化变革正在发生，与此同时，人们对原材料消耗、水资源使用、空气质量、污染和废物随之产生的担忧日益增加，这些问题与地球的极限，包括气候变化有关。如何管理这种变革将极大地影响人类的未来和地球的健康。随着全球不平等和脆弱性的加剧，包括社会经济差距、环境退化和地缘政治紧张局势的加剧，快速数字化和促进环境可持续性的迫切需要正变得越来越相互关联。数字化继续高速发展，从环境的角度来看，数字化提供了新的解决方案，但也带来了可持续性障碍。迄今为止，向低碳和数字技术的转型被认为是两个平行的进程；然而，它们在更广的全球经济转型中紧密地交织在一起。发展中国家，特别是最不发达国家，在数字化和环境挑战中面临双重困境，即它们往往最容易受到潜在的环境和社会负面影响，而且也不太有能力利用数字技术来减轻环境危机所带来的风险。因此，他们从数字化中获得的好处有限，却面临着严重的负面影响。发展、环境责任和影响、数字化等方面的差距是相互关联的，需要从整体上加以解决。应更多地关注数字化的迅速发展与环境可持续性之间的相互联系，以及它们如何与贸易和发展相关联。这包括更好地了解处于不同发展水平的国家如何受到数字化的环境影响，以及这些影响如何改变全球贸易。这样做可以为制定数字化、贸易以及具有环境可持续性和包容性的发展政策提供参考，从而最大限度地提高数字化的潜在惠益，同时减轻对环境的危害。
3. 在此背景下，本说明第一章详细介绍了数字化整个生命周期内的主要环境影响；第二章着重说明了对贸易和发展的相应影响；第三章探讨了确保可持续发展惠益的途径；第四章介绍了在具有包容性和环境可持续性的数字化方面的不同层面的政策选项。
4. 本说明是根据贸易和发展理事会决定的下列指导性问题的编写的：¹
 - (a) 数字化在其整个生命周期内对环境有哪些主要影响，如何应对这些影响，从贸易和发展角度来看，特别是对发展中国家有哪些影响？
 - (b) 如何确保数字化带来的可持续发展惠益贯穿其整个生命周期，尤其关注与数字化转型过程相关的关键矿物和废物管理？
 - (c) 国家、区域和国际决策与合作如何才能促进可持续包容性数字化并应对环境影响，特别是对最落后国家的环境影响？

一. 数字化整个生命周期内的对环境的主要影响

5. 数字化的整体环境足迹很难评估，而且在很大程度上仍然不为人知。由于人们对信息和通信技术(信通技术)部门的组成部分和所应包括的标准意见不一致，

¹ 除非另有说明，本说明借鉴了贸发会议，2024 年，《2024 年数字经济报告：打造具有环境可持续性和包容性的数字未来》(联合国出版物，出售品编号 24.II.D.12, 日内瓦)，其中列有相应的数据来源和参考资料。

本文提及任何公司或特许工艺，并不意味着联合国对其表示认可。

脚注中提及的所有网址均于 2025 年 2 月访问。

缺乏及时、可比和可得的数据，统一报告标准不足，所采用的方法不同，因此无法确定机会和风险。为此，可用的结果差异很大；例如，2020 年信通技术部门生命周期温室气体排放量估计为 6.9 至 16 亿吨二氧化碳当量，相当于全球温室气体排放量的 1.5% 至 3.2%。有迹象表明，数字化对环境的影响巨大，而且这种影响还在不断增长。高质量数据和共同衡量方法的提供有待改进，但这不应成为政策不作为的理由。

6. 生命周期评估可用于评价产品在整个生命周期内对环境的影响。数字设备和信通技术基础设施的直接影响贯穿整个生命周期，在生产阶段(原材料提取和加工、制造、分销)、使用阶段和报废阶段都会发生。对自然资源的直接影响，包括对转型矿物、能源和水的直接影响，以及碳排放和废物带来的污染，构成了信通技术部门的环境足迹。在其他部门使用数字技术还会产生间接影响，这种影响可能是正面的，也可能是负面的。数字化在环境方面具有巨大的潜力，因为它可以提高技术效率，优化资源利用，并为减缓和适应气候变化提供创新解决方案。然而，潜在的惠益可能会被反弹效应所抵消，因为效率的提高可能会导致更多的消费。

7. 数字技术可用于应对环境问题，但越来越多的设备、对数据传输网络和数据中心的投资以及更多计算密集型的数字应用，如人工智能和区块链技术，特别是加密货币，可以转化为环境足迹的不断增长。当前高度线性的数字经济生产模式是建立在“提取—制造—使用—报废”的基础上的，这意味着对原材料、水和能源的需求增加，温室气体排放增加，废物增加。直接影响是本说明的重点；但是，根本的政策目标是最大限度地发挥数字化的好处，包括正面的间接环境影响，同时减少整个生命周期的负面影响。这需要使数字化在促进包容性发展的同时更具环境可持续性。

A. 生产阶段

8. 数字化生命周期的第一阶段是数字设备和信通技术基础设施的生产阶段，涵盖矿物和金属等原材料的提取和加工、不同部件的制造和数字产品的最终组装以及随后的全球分销运输。

9. 数字化通常被认为是虚拟的、无形的或发生在云端，但却严重依赖物质世界。数字设备、硬件和基础设施由塑料、玻璃和陶瓷及数十种矿物和金属组成，这些都是无法轻易替代的。通过数字化使世界经济实现去物质化的预期并未实现。设备中使用的矿物和金属的量可能不多，特别是考虑到普遍的小型化趋势，但材料一旦成为废物就难以回收利用。此外，随着数字化的发展，需要更大量的矿物和金属来满足全球需求，同时需要更多种类的高纯度元素，才能达到更高的复杂性并不断改进设备性能。例如，在电话制造方面，1960 年使用 10 种元素，1990 年增加到 27 种元素，2021 年增加到 63 种元素，才能造出一部智能手机。矿物和金属还混在合金中，难以分离出来进行回收利用。此外，高纯度需要能源密集型加工。由于矿石矿物浓度降低或不高，因此也需要大量的矿石，以提取最终的矿物含量。例如，制造一台 2 千克的计算机需要使用 800 千克的原材料。总的来说，一个产品在性能方面的效率越高，它在材料使用方面的效率就越低。

10. 现有证据表明，生产阶段对环境的综合负面影响最大。这是由于矿物和金属生产、产生的温室气体排放量以及与水有关的影响。例如，就智能手机而言，约

80%的排放可归因于这一阶段。数字化使用的关键矿物和金属是基本数字、电子和电气功能的基础，与向低碳经济转型所需的矿物和金属几乎完全相同。对与能源转型相关的关键和战略矿产有过很多讨论，但对它们在数字化中的作用却关注较少。向低碳和数字技术的转变推动了对这些材料的需求的不断增加；没有这些材料，数字化就无法实现。据世界银行估计，为满足日益增长的需求，到 2050 年，石墨、锂和钴等矿物的产量可能会增加 500%。同样，国际能源署预测，2050 年铂族矿物的消费水平可能比 2022 年高出 120 倍。预期的需求激增引发了人们的担忧，即这将与有限资源的极限发生冲突。随着矿床和矿石发现量的减少，成本不断增加，人们会越来越有兴趣在海底和外层空间等未知领域勘探矿产资源，而这些领域是全球公域，对采矿的监管仍然不明确也不成熟。从经济、环境和地质角度来看，一个关键问题是，是否有足够的矿产来满足对低碳和数字技术的巨大需求。荒谬的是，这最终可能成为发展此类技术的障碍。

11. 数字化的生产阶段在相关矿产丰富的发展中国家产生了生态成本。采矿活动经常对环境产生负面影响，这种影响因矿物类型和地理位置而异。然而，可以看到以下一些一般性影响：

(a) 温室气体排放及能源的使用：采矿活动在开采及加工阶段均为能源密集型活动，主要依赖化石燃料能源。

(b) 用水：提取和加工作业以及半导体等最终设备的部件制造需要大量的水，而这些活动可能发生在缺水地区。

(c) 土壤、空气和水污染：采矿会产生废物和有毒化学物质；这种尾矿如管理不当，它们会因渗漏和土地侵蚀而导致土壤和水污染，而分离和加工也需要使用会产生有毒外部效应的化学物质。

(d) 生态系统和生物多样性：如果采矿活动发生在受保护地区或生物多样性价值高的地区，则负面影响可能特别严重，威胁到脆弱的生态系统。

(e) 森林砍伐：采矿被认为是森林砍伐的第四大驱动因素。

12. 采矿对环境的影响往往与社会影响相联系，并可能对人权产生影响，包括对人民健康和安全产生影响；土地使用的变化造成的流离失所可能对社区，特别是土著人民产生影响；工作条件差，特别是妇女的工作条件差；对手工和小规模非正规工人产生影响；童工；并带来相关的不平衡、不公正和可能的侵犯人权行为。此外，采矿常常在面临冲突局势的地区进行。在发展中国家，特别是最不发达国家，这些问题更为严重，因为这些国家处理采矿业负面外部效应的能力有限。

B. 使用阶段

13. 使用阶段涉及最终用户设备、传输网络和数据中心的运行和使用。后者可以对环境产生重大影响。数字化的不断扩大越来越依赖于数据中心巨大并不断增加的数据存储和计算能力，消耗大量的能源和水，并排放温室气体。应对数据中心的用水和用电情况加以整体考虑。数据中心产生的另一个重大影响是噪音，这是一种局部的影响。

14. 2018 年至 2022 年，13 家最大的数据中心运营商的估计用电量增加了一倍以上，其中亚马逊、Alphabet、微软和 Meta 位居前列。根据国际能源署的数据，2022 年全球数据中心的用电量约为 460 太瓦时，到 2026 年可能增加一倍以上，达到 1,000 太瓦时。相比之下，2022 年法国的总用电量约为 459 太瓦时。

15. 数字技术对水资源的使用有很大的影响。然而，关于用水量的信息有限。数据中心不仅需要大量电力，而且还需要水来冷却。用水对当地水资源的影响需要根据具体地点进行评估，因为冷却技术的选择以及水或能源的密集程度受到当地气候和有无资源可用的影响；对水资源丰富的地区和面临严重缺水的地区进行比较时需要不同的考量。

16. 计算密集型技术的进步，如区块链技术，特别是生成式人工智能的进步，加剧了数字化使用阶段的环境影响。在 2010 年代，效率的提高跟上了数据中心需求的增长，使其在全球用电量中所占的份额稳定在 1% 左右；随着人工智能的广泛使用，这一情况发生了显著变化(见插文)。

人工智能热潮对环境的影响日增

2022 年 Chat GPT [生成式预训练转换器] 出现后，人工智能的加速开发和部署正在导致材料需求、水和能源使用、空气污染和碳排放以及电子废物产生等方面的环境成本迅速增加。开发更强大、更复杂的人工智能模型方面的竞争，尤其是大型科技公司之间的竞争，需要不断提升用于训练和推理的数据处理和计算能力，这在很大程度上意味着数据中心需求的大幅增长。一项研究显示，到 2030 年，全球对数据中心容量的需求可能会增加两倍以上，而关键驱动因素是人工智能。全球对数据中心的投资正在扩大；一项估计显示，2024 年数据中心系统支出增长了 39.4%，预计 2025 年将增长 23.2%。

人工智能对环境影响的证据有限，因为科技公司通常不会披露此类信息，评估方法也各不相同。然而，最近相关分析激增，致使人们一致认为，影响是重大的，并且随着生成式人工智能的发展而显著增加。例如，使用人工智能产生的温室气体排放量巨大；谷歌的排放量在 2019 年至 2024 年增长了 48%，微软的排放量 2024 年比 2020 年高出近 31%。一项研究显示，由于核算方法不同，大型科技公司的排放量可能比正式报告的数据高出许多倍。另一项研究显示，2020 年至 2030 年，数据中心的排放量可能会增加一倍以上。用于部署人工智能的数据中心和图形处理单元芯片的增加，也导致对矿物、金属和其他材料的需求大幅增加。

使用人工智能的能源消耗水平高而且强度不断增加，这一点正在变得越来越明显。据估计，人工智能搜索所需的电力是传统在线搜索的 10 倍。一项研究显示，到 2030 年，数据中心的电力需求将增长 160%，2024 年，全球数据中心消耗的电力占总电力的 1% 至 2%，到 2020 年代末，这一比例可能上升到 3% 至 4%。到 2028 年，预计人工智能将占数据中心电力需求的 19% 左右。这引发了人们对电网所受的负面影响的担忧，可能发生的电力中断和短缺可能反过来制约人工智能的部署。因此，由于可再生能源不足以满足需求，人们重新使用化石燃料能源，并恢复核能计划。理想情况下，可再生能源不应该是额外的能源，而应该取代化石燃料的使用。

数据中心的能源需求不断增加，威胁着大型科技公司和一些经济体在实现气候相关目标方面的进展。例如，在爱尔兰，2015 年至 2023 年，数据中心的用电量从占全国用电量的 5% 上升到 21%，预测显示，到 2031 年，这一比例可能达到 28%。芯片生产

也对实现气候目标构成挑战，例如在中国台湾省。人工智能技术和相关芯片生产也对用水量产生了重大影响。一项研究显示，使用 Chat GPT-4 生成一封 100 字的电子邮件需要不止半升水。据估计，到 2027 年，全球因使用人工智能而产生的用水需求可能达到 42 亿至 66 亿立方米，这将超过大不列颠及北爱尔兰联合王国 2023 年全年用水量的一半。由于数据中心消耗的水有 95% 是饮用水，而且大部分会蒸发，与更基本的用水需求竞争引起了人们的担心，特别是在缺水的地方。此外，制造业、发电和使用柴油备用发电机造成的空气污染是另一种环境影响，会严重影响公众健康。

在报废阶段，人工智能技术会产生更多的电子废物，因为人工智能需要新设备，也需要更频繁的器材更换。一项研究显示，2020 年至 2030 年，生成式人工智能产生的电子废物可能达到 120 万至 500 万吨的总积累量。2023 年至 2030 年，大语言人工智能模型产生的电子废物的年复合增长率估计在 129% 至 167% 之间，而全球常规电子废物的年复合增长率为 3.6%。

人工智能技术在其整个生命周期内不断升级的环境影响虽不确定，但已在引起包括许多国家受影响社区在内的相关利益攸关方的关切。国家、区域和国际各级正在采取新的政策举措来应对这些影响。人们的意识正在提高，但所有利益攸关方都需要做出重大努力，以实现人工智能技术的环境可持续性。为增进对环境影响的了解，在衡量、透明度和研究方面仍有许多工作要做。还应重点讨论将环境维度纳入人工智能设计和部署的成本效益分析的必要性；关键问题有：某些任务是否值得付出环境代价，是否需要竞相采用影响环境可持续性目标的大模型来满足社会需求，小模型是否能够完成某些工作。此外，必须考虑这种影响的公平问题。许多发展中国家的能源供应有限，水资源紧张，制约了发展人工智能能力的可能性，从而阻碍其获得潜在的惠益。

资料来源：贸发会议，基于以下资料：

<https://news.ucr.edu/articles/2024/12/09/ais-deadly-air-pollution-toll>、<https://qz.com/ai-google-microsoft-climate-change-data-center-energy-1851589453>、<https://www.aljazeera.com/economy/2024/12/25/taiwan-struggles-to-reconcile-climate-ambitions-and-chip-manufacturing>、<https://www.bbvaresearch.com/en/publicaciones/global-ai-and-climate-disruptive-potential-amid-growing-resource-strain/>、<https://www.capgemini.com/news/press-releases/organizations-are-increasingly-aware-of-the-environmental-footprint-of-gen-ai-but-most-arent-able-to-address-it-alone/>、<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-01-21-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-9-point-8-percent-in-2025>、<https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>、<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ai-power-expanding-data-center-capacity-to-meet-growing-demand>、<https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6>、<https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/how-ai-cloud-computing-may-delay-transition-clean-energy-2024-11-21/>、<https://www.theguardian.com/technology/2024/sep/15/data-center-gas-emissions-tech>、<https://www.theguardian.com/world/2024/dec/10/ai-fuelled-cloud-storage-boom-threatens-irish-climate-targets-report-warns>、<https://www.unep.org/resources/report/artificial-intelligence-ai-end-end-environmental-impact-full-ai-lifecycle-needs-be>、<https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/>。

C. 报废阶段：数字化产生的废物对环境的影响

17. 数字化生命周期的最后阶段发生在用户不再想要或无法使用数字设备或信通技术基础设施之时；这一阶段包括器材使用后的处理。数字化产生的废物是一个日益严重的环境问题。2010 年至 2022 年，全球屏幕、显示器、小型信息技术和电信器材产生的废物量增加了 30%，从 810 万吨增加到 1,050 万吨。造成这种情况的有几个因素，其中包括电子设备的消费量增加、信通技术器材的寿命缩短、

消费者对设备所产生的废物影响认识不足、线性生产模式、现有设备维修或升级选择有限。新型号设备性能更高，会迅速取代现有型号或导致其过时。计划性淘汰，例如让智能手机的运行速度逐渐变慢，或逐步停止对旧版本软件的支持，加剧了日益严重的废物问题。

18. 数字化产生的废物含有危险材料，如果处理不当，可能损害环境和人类健康。有毒物质包括重金属和砷、镉、铅和汞等物质，以及持久性有机污染物。此外还可以看到，在非正规环境中管理数字化产生的废物时，存在一些不安全和有害环境的做法，包括拾荒、将废物倾倒在土地上或水中、与普通废物一起填埋、露天焚烧或加热、使用酸浴或沥滤、剥离和粉碎塑料涂层以及在没有适当安全措施的情况下拆卸手动器材。这些活动还会在数字化产生的废物回收站点和邻近社区释放污染物，污染空气、土壤、尘土、水和食物。焚烧或加热被认为是最危险的活动之一，因为会产生有毒烟雾。

19. 在线性生产模型中，废物是生命周期的最后一个阶段。然而，在另一种更可持续的数字循环经济模式中，一个周期的结束便是另一个周期的开始。

二. 对贸易和发展的影响

20. 数字化对环境的影响是一个全球性问题，但处于不同发展水平的国家受到的影响并不均衡。许多发展中国家在获取数字技术以满足与发展相关的需求方面继续面临障碍，同时还受到材料开采和消耗、废物管理以及气候变化的诸多负面影响。此外，它们往往更容易受到气候变化的影响(这可能会制约社会经济发展的选择)，并且缺乏资源和能力来利用数字技术减轻负面的环境影响。数字经济的大部分附加值由发达国家和一些数字技术先进的发展中国家获得，而许多成本则由其他发展中国家承担。许多发展中国家是关键原材料的提供方，有些是数字化产生的大量废物的目的地；发展中地区往往处于全球贸易链的末端，增值和经济发展的机会有限，这凸显了不平等的生态交换模式。

A. 矿物和金属贸易中的不平等生态交换

21. 鉴于转型矿物和金属的储量、开采和加工高度集中在少数几个地区，发展中国家在其全球供应链中举足轻重。例如，阿根廷、多民族玻利维亚国和智利被称为锂三角，因为它们约占全球锂储量的 60%。在开采方面，2022 年，在非洲，刚果民主共和国的钴产量占全球的 68%；在亚洲，印度尼西亚的镍产量约占全球的一半。中国在全球天然石墨产量中的份额为 65%，金属硅为 78%，稀土元素为 70%。中国在矿物加工方面也发挥着重要作用，占全球铝、钴和锂矿物加工量的一半以上，占锰和稀土元素矿物加工量的约 90%，占天然石墨矿物加工量的近 100%。

22. 许多发展中国家往往拥有丰富的数字技术所需矿产，它们承受了采矿带来的极大的负面环境影响，而获得的惠益却有限。地理集中意味着大部分环境和社会影响集中在生产地区。在依赖矿产的发展中国家，总体经济增长、外汇收入和政府收入高度依赖采矿部门的发展。因此，它们容易受到影响转型矿物需求的外部条件和冲击的影响，也容易受到冲击经济稳定的价格大幅波动的影响。

23. 转型矿物的国际贸易在很大程度上反映了储量和开采的地理分布。非洲、亚洲及太平洋和拉丁美洲的许多发展中国家是主要出口国，主要向发达国家和中国出口基本未加工的矿物和金属供进一步加工。中国、美利坚合众国和欧洲联盟无法通过国内开采满足对矿物的总需求。这导致了一种“不平等的生态交换”状态，即高附加值活动，主要是服务和无形资产，集中在发达经济体，这些经济体进口原材料，但将材料和能源密集型生产阶段外包给别的国家，并将与生产有关的环境影响转嫁给中低收入国家。因此，发展中国家出口基本未加工和低价值的矿物和金属，承担环境和社会成本，然后进口高价值的最终产品。据估计，在信通技术部门，82%的碳排放来自新兴地区，而发达地区却获得了58%的附加值。

B. 发展中国家数据中心对环境的影响

24. 大多数数据中心位于数字技术发达的经济体，但发展中国家的数字化转型正在推动这些国家对数据中心的需求增加，尽管这些国家面临与气候相关的严峻条件、能源供应有限、水资源匮乏、连网受限以及停电。由于滞后的原因，物联网和第五代移动网络的发展也有利于建立离用户更近的数据中心。此外，鉴于保护隐私和其他人权、国家安全和经济发展等各种政策目标，各国可能更愿意在自己境内建立数据中心。这种情况可能会持续下去，直到有一个全球性的数据治理办法，来公平利用数据促进发展的价值，而不论数据存储在何处。预计发展中国家对数据中心的投资将进一步增长，这将对当地的能耗和水耗产生影响。在严重缺水的地区，数据中心经常与当地社区争夺饮用水。在非洲和东南亚等温暖地区，冷却用水减少可能是一项挑战。

25. 人们对发达国家和发展中国家(包括非洲的尼日利亚、亚洲的马来西亚和拉丁美洲的智利、墨西哥和乌拉圭)的数据中心的环境影响表示关切。当务之急是以整体方式将对可持续性的关切，包括所有环境影响，纳入新数据中心规划的早期阶段。为了实现尊重环境可持续性的全球数据中心分布，还需要采取措施改善数据治理。在发展中国家，政策制定者和公用事业公司可以考虑与新的数据中心和网络项目共同开发当地电力和供水基础设施的机会，以扩大社区的供电供水，使数字基础设施成为水电的重要核心客户。

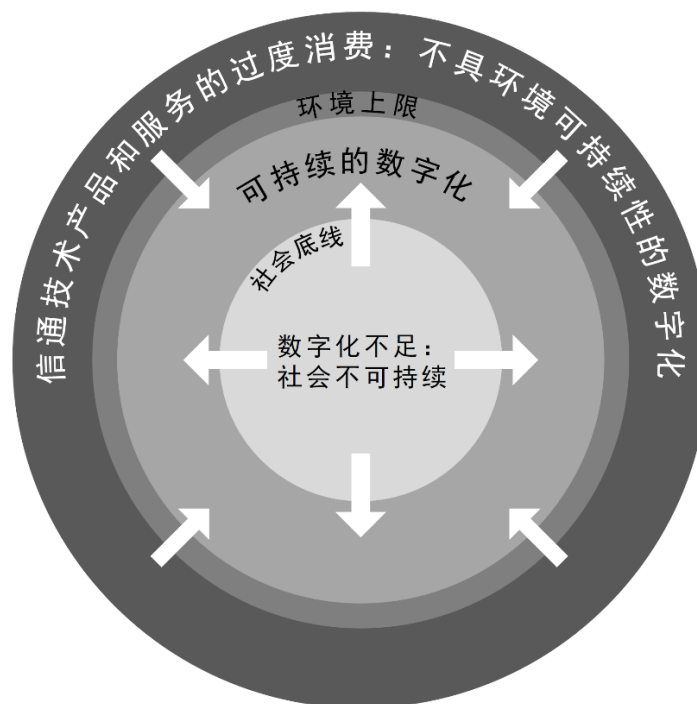
C. 与数字化产生的废物和不平等的生态交换相关的差距

26. 数字化产生的废物的增长对各地区的影响并不均衡。由于对设备的需求不对称，发达国家和发展中国家之间与废物有关的不平等趋势预计将继续下去。2024年，此类废物的最大来源地是中国、美国和欧盟。按人均计算，废物产生量有很大的差异；发达国家平均每人产生3.25千克废物，而发展中国家不足1千克，最不发达国家仅为0.21千克。美国公民人均产生的废物量较最不发达国家公民高出25倍。这反映了在设备和器材的获取、可负担性和使用方面存在的数字鸿沟，如设备消费方面的差异：北美的人均设备和连接数约为13台，西欧为9台，中欧和东欧为4台，亚洲和太平洋及拉丁美洲约为3.5台，非洲和中东不到2台。

27. 必须解决高收入国家的过度消费问题，并注意所产生的相关废物，而许多发展中国家需要进一步实现数字化，以切实参与全球经济。这将不可避免地增加消费，这凸显了可持续性与经济发展之间的复杂平衡。实现可持续的数字化需要控制过度消费，为那些没有充分参与数字化的人留出更多空间，以此作为发展工作

的一部分。从社会的角度来看，目的是走出数字化不足的怪圈，而从环境的角度来看，不能超越标志着不可持续数字化的环境上限(见图)。在这种情况下，由于环境不正规，经常使用的许多次优废物管理程序导致有价值的资源的回收效率低下且不充分。工人往往缺乏必要的技能和知识，不知道如何有效管理废物，以回收最大的潜在价值。他们还面临恶劣的工作条件，缺乏社会保障计划，安排和改善生计的机会有限。

可持续数字化



资料来源：贸发会议。

28. 现有证据表明，在数字化产生的废物的国际贸易中，存在不平等的生态交换模式，旧的电气和电子器材贸易以及数字化产生的废物不受控制地从发达经济体流向发展中经济体，在区内则从最发达地区流向欠发达地区。这意味着转移责任和风险，环境和社会成本由接受国承担。相比之下，废物价值链中价值较高的部分从发展中国家出口到发达国家。因此，发展中国家仍然被困定在价值链的低价值部分，而发达经济体则获得了最高价值。此外，在目的地国，正规的收集和回收系统往往不足。此类废物的转移受《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》的管制，但鉴于非正规运输和非法贸易的规模之大以及执法能力有限，执行工作面临挑战。有必要避免将废物运往发展中国家，同时利用旧电子器材国际贸易中的循环和发展机会。

三. 确保数字化带来的可持续发展惠益

29. 要实现具有环境可持续性的数字化，促进包容性发展，就需要扭转不平等的生态交换状态，解决发展中国家面临的脆弱性。为此，应该提高数字经济的循环性，减少数字化的环境足迹，包括更好地管理废物，同时确保包容和公平的发展成果。

A. 利用关键矿物促进包容性可持续发展

30. 转型矿物已成为国际发展议程上的一个主要议题，与数字化和环境可持续性方面的全球挑战密切相关。需求增加引发了重大的地缘政治和发展问题。如果资源丰富的发展中国家能够增加所开采矿物的价值，确保公平分享矿物租金，有效利用相关收益，并进入价值链和相关部分的其他部分，就可以利用这一机会促进发展。发展中国家，特别是最不发达国家，长期以来一直对高度依赖少数几种初级商品感到担心。要摆脱这种依赖性，就必须采取使生产和出口结构多样化的发展路径，从低生产力和低附加值产品转向高生产力和高附加值产品和出口。其目的是获取、管理和使用出口矿物的收益，作为实现结构转型的一部分。为了扭转贸易不平衡，发展中国家应通过国内加工和制造业寻求最大的发展机会。国际贸易和投资环境应支持发展中国家更好地从矿产资源中受益，以帮助它们在全球数字经济中获得更大份额，增加政府收入和出口收入，为发展提供资金，克服对初级商品的依赖，创造就业机会并提高生活水平。非洲和拉丁美洲拥有巨大的未开发矿产潜力，可用于实现包容性可持续发展。

31. 过去“采掘主义”的经验教训，即发展中国家很少从矿物资源中受益，对正在出现的转型矿物热潮具有现实意义。要避免新一轮的资源争夺，就必须摆脱采掘状态，使采矿更多地发挥结构转型和发展引擎的作用。可以通过经济多样化，包括增加制造业，将矿物资源用于促进生产和出口之间的积极互动或良性循环。这样做有助于改变传统的全球贸易模式，改善发展中国家作为高价值矿物产品出口国的地位。一些出口转型矿物的发展中国家已经在探索生产附加值较高的产品的潜力，并开始这种生产，例如，寻求通过加工矿物、制造前体和电池等中间产品来增加附加值，从长远来看，是在为制造电动汽车和智能手机等最终产品创造一个区域价值链。这在非洲尤其明显，例如在刚果民主共和国与钴和其他矿物有关的方面，以及在拉丁美洲的锂三角区。此外，在印度尼西亚，对原镍的出口限制可能导致大量外国投资流入，下游活动增加。

32. 除国家政策之外，还需要区域和国际合作与支持，以确保为结构转型和发展提供必要的财政和政策空间。基于矿物的发展应确保尽量减少开采、加工和制造活动的环境和社会成本。为此，联合国秘书长设立了关键能源转型矿物小组；该小组在其题为《为能源转型提供资源保障：使关键能源转型矿物实现公平与正义的指导原则》的报告中，确定了以公正与正义为基础的可再生能源革命的方法，以在资源丰富的发展中国家推动可持续发展，尊重人民，保护环境，促进繁荣。² 报告就公平、透明度、投资、可持续性和人权问题提出了建议，不仅针对矿物开采地，而且针对从提炼和制造到运输和报废回收的整个矿物价值链。这些建议对用于数字器材的矿物也同样适用。

33. 随着转型矿物成为低碳和数字技术的关键投入，与其生产、贸易和获取相关的地缘政治因素的重要性有所增加。发达国家和中国占全球转型矿物消费的大部分。确保供应、减少进口依赖和实现来源多样化已成为战略优先事项，在主要的低碳和数字技术生产国尤其如此。世界各地都在竞相增加采矿量，这是更广泛的经济、贸易和技术领先竞争的一部分，可能导致效率较低的流程和不必要的大规模环境足迹，鼓励囤积并导致生产能力过剩，同时阻碍发展前景。这已引发了政

² 见 <https://www.unep.org/resources/report/resourcing-energy-transition>。

策制定工作的改变。亚洲，特别是中国，已成为全球电子制造业中心，由于靠近中间产品和零部件市场，矿物加工活动蓬勃发展。提高人工智能和低碳技术等战略技术部门绩效的目标，导致对矿产的需求增加。最近，由于在从经济效率目标转向加强经济安全目标的过程中出现供应短缺，一些全球供应链的侧重点已从“准时制”转向“预备制”，导致一些发达国家恢复了与转型矿物和相关行业(包括电子行业)有关的产业政策，例如，美国的2022年《通胀削减法》和欧盟的2023年《关键原材料法案》。与补贴和贸易有关的冲突风险正在增加，这可能导致全球的重大损失，特别是在财政空间相对小得多的发展中国家。

34. 除了增加国内产量之外，许多国家还在寻求通过联盟或伙伴关系，如欧洲联盟与各国之间的矿产安全伙伴关系，从其他来源获得转型矿物。这种联盟往往是进口矿物的发达国家之间的联盟，不应造成更不对称的谈判力量，损害出口矿物的发展中国家的利益，这些国家不应被迫在外国直接投资来源中作出选择；相反，发展中国家应该利用竞争来谈判最有利于其发展的条件。为确保发达国家获得转型矿物而开展的资源外交活动应建立在公平的基础上，确保互惠互利，并允许发展中国家在国内实现增值。此外，特别是在最不发达国家，还需要以财政和技术援助的形式提供国际支持，以克服结构性制约，建设结构转型能力。从国家经济安全的角度来看，可能被视为具有战略意义的方法可能会对全球经济效率和环境可持续性产生负面影响。一种更为平衡、更加全面的全球性办法可能更可取，既要考虑到供求关系，又要兼顾发展中国家和发达国家、出口国和进口国的利益，同时力求实现更负责任和更可持续的消费和生产。总体而言，全球应对转型矿物需求增加的办法似乎主要集中在增加开采上。有必要在扩大采矿促进发展与当地居民的权利和环境保护之间取得平衡。在废物管理和迈向循环数字经济方面，还有更多的工作要做。

B. 管理数字化产生的废物

35. 管理数字化产生的废物是一个复杂的流程，它具有双重特征，既涉及危险物质，也涉及有价值的材料。必须以无害环境的方式管理这类废物，以确保危险材料得到安全和单独处理。如果管理不当，废物可能造成重大的负面环境影响、健康影响和其他社会影响，受害的往往是最弱势的群体。当数字化产生的废物得到有效管理时，可以通过增加二次原材料的供应和取代用于制造新器材的矿物和金属的原始供应，回收有价值的材料，从而创造经济和环境效益。拥有正确反映数字化产生的废物情况的统计数据对于废物管理至关重要。目前，特别是在发展中国家，数字化产生的废物的正式收集率仍然很低。2022年，全球平均水平为废物总量的24%，而发展中国家为7.5%。即便在发达国家，即使其正规收集系统整体上更完善，但平均收集率也仅有47%，仍然不够高。

36. 废物管理面临重大挑战。在发展中国家，往往缺乏以无害环境的方式管理数字化产生的废物的正规收集系统，许多废物处理工作在非正规部门进行。此外，只有四分之一的发展中国家通过了管理此类废物的相关法律。在管理、收集和回收利用这类废物方面的其他挑战有：电子产品的复杂性、回收利用技术的有限性、回收利用的成本高、收集和处理废物的基础设施有限、工人的认识和培训不足以及消费者对不当处置的影响的认识不足。此外，在提高管理数字化产生的废物的能力方面，存在巨大的投资需求。在非正规场所，工人和中小微企业通常使用最原始的技术来翻新器材，以便二次出售，或拆卸和加工零件，以提取有价值

的材料。这些活动有助于减少贫穷、缩小数字鸿沟，因为设备和器材会变得更加便宜。然而，工艺欠佳和技能有限导致有价值的资源的回收效率低下和不足。工人的工作条件也很差，这与劳工权利薄弱有关。当妇女参与这项工作时，她们的职位往往级别较低。此外，发展中国家可能会出现紧张局势，因为短期内迫切需要确保非正规部门的拾荒者有生活来源，长期则需要解决废物处理不当造成的健康和环境风险。

C. 循环数字经济带来的发展机遇

37. 应对与数字化相关的环境挑战需要在从设计和生产到使用和处置的整个生命周期中采用可持续的做法，同时确保公平的惠益。关于负责任的消费和生产(可持续发展目标 12)的讨论越来越侧重于需要增强经济的循环性。数字经济仍然是高度线性的；循环性更强的数字经济将通过延长寿命等办法，寻求减少、再利用和回收使用数字设备和基础设施。这可以通过以下办法来实现：分享、出租或捐赠；保养和维修；转售和再分配；再制造和翻新。这样，废物就可以转化为资源，获得经济价值。

38. 循环经济活动应基于以下关键的总体原则，即在设计产品时须考虑到循环性，以便更加耐用，且易于维修和回收利用。循环经济活动提供了一个机会来回收有价值的资源，并促成经济上有益的活动、创造就业机会。消费者还需要重新考虑与数字化相关的行为，以便延长使用寿命，并有意识地决定使用更可持续的器材。防止产生废物是循环数字经济的重中之重。通过废物回收增加二次供应，可以在一定程度上缓解初级矿物供应的压力，从而可以通过城市采矿回收一些材料。然而，仅仅进行回收利用并不足以填补潜在的材料缺口，也无法减少电子器材的生产和处置过程中产生的重大环境影响；其他循环数字经济行动可以通过缓解对新数字器材的需求来减轻供应压力。技术进步也会有所帮助，因为新的工艺能提高资源的使用效率，新兴替代材料可能更加环保，可能出现更好的技术来正确管理废物。

39. 除了环境效益之外，循环利用还能带来巨大的经济效益，因为废物中含有可回收利用的有价值的部件和材料。通过正确的管理，包括对可能的健康风险的管理，提取有价值材料的过程可以成为废物价值链提供增值和创造就业的机会。这些活动可以为工人提供生计，为相关企业带来收入。在大部分废物以非正式方式处理的地方，正规化应成为长期目标；确保以有效方式让非正规部门参与进来，对于一项全面的废物无害管理战略来说也可能非常重要。培养技能和建立可持续企业、改善工作条件和工人组织以及开展社会对话，这都是公正转型的一部分。循环经济活动有其商业理由，因为创新的商业模式可以延长电子产品的寿命，例如通过再利用或将电子产品作为服务提供。例如，回收、翻新和二手电子产品市场预计在未来十年将增长两倍。

40. 循环经济也具有国际性。如果合法交易的器材可以重复使用，是真正的二手货，并且可以修理或翻新，就可以有助于增值、创造就业机会并让人负担得起，从而缩小数字鸿沟，推进发展目标。然而，接收国通常管理的废物能力有限，不应在没有相应的资金补偿以帮助改善废物管理的情况下承担环境和社会成本。一种选择是让生产者负责全球管理废物工作。发展中国家需要建设管理废物和进行适当监督的能力，并需要加强循环经济活动。这就需要增加财政资源、利益攸关

方的技能和基础设施，以减少健康和环境相关风险的方式收集和回收废物，并需要监测和执行法律的机构能力。鉴于许多国家国内资源有限，国际支持必不可少。

四. 在国家、区域和国际层面制定具有包容性和环境可持续性的数字化政策

41. 数字化继续快速发展，改变着人们的生活和生计。然而，不受监管的数字化可能会使有的人落在后面，并加剧环境挑战。与循环利用方面的行动类似，更可持续的消费和生产方面的行动需要得到国家、区域和国际各级的适当政策的支持，并得到充分执行(见表)。循环数字经济也需要数字化工具的支持。要实现包容性和可持续的数字化，就要求政策基于共同但有区别的责任和各自能力的原则，以及不同国家和行为体的需求。重要的决策前提是提高对数字化的环境影响的了解，特别是通过提供更好的证据、提高透明度、加强对这些影响的认识。鉴于数字化、环境可持续性和包容性发展之间新的复杂的相互作用，需要采取综合的政策应对措施，采用综合、全面、跨学科和多利益攸关方的方法。民间社会在提高人们对需要应对数字化在整个生命周期中对环境影响的关注方面发挥着关键作用。当务之急是利用数字化的力量，推动包容性和可持续发展，同时减轻对环境的负面影响。政策制定者应在各级协调数字和环境政策，从而提高国际社会应对这些挑战的能力。解决日益扩大的数字生态不平等问题需要国际上共同努力，确保采取更公平的做法，如促进可持续采矿方法，加强数字基础设施，遏制数字化产生的非法废物出口，以及支持发展中国家的能力建设。目前，尚未建立一个包容性的全球治理框架，以便各国采取集体行动，分享知识，建立共识，制定全球标准，并鼓励透明地报告和监测在数字化和环境可持续性方面实现共同目标的进展情况。不过，在国际讨论中，例如在关于《全球数字契约》的讨论中，以及在《联合国气候变化框架公约》缔约方会议第二十九届会议期间举行的数字化日期间，这一问题得到了承认。

按数字化生命周期阶段划分的政策选项

数字化生命周期阶段	目标	政策选项		
		国家层面	区域层面	国际层面
生产	确保具有环境可持续性和负责任的采矿和电子制造，同时为生产国的经济发展创造更多的国内附加值	改进勘探用矿产资源信息 促进采矿合同谈判，以公平分配转型矿物开采的租金 制定产业政策，支持开采的原材料增值并向制造业转移 为研究更可持续的替代材料制定技术政策 禁止使用有毒材料 鼓励和促进回收材料的使用，支持二级市场的发展	促进区域合作，提高谈判采矿合同和区域税收制度的能力 制定促进发展中国家增值的区域产业政策	制定负责任和可持续的采矿和电子制造标准 限制使用可能引发冲突的矿物 采用和适用全球透明度标准 协作改进地质和采矿数据 建立经营采矿活动的可持续发展许可证 谈判国际税收制度，以便在生产者和消费者之间公平分配租金

数字化生命周期阶段	目标	政策选项		
		国家层面	区域层面	国际层面
使用		要求生产商透明地报告环境足迹		促进转型矿物和金属消费国和生产国之间的国际合作
	优化数据中心性能，最大限度地减少对能源和水资源以及当地社区的影响	提高对不同用途(如人工智能)的环境影响的认识 制定政策，打击和禁止“漂绿”行为	将区域数据中心视为效率更高的环境选项 进行需求评估，并根据潜在的环境影响确定区域数据中心的位置	制定全球环境影响报告标准 促进全球数据治理，包括环境可持续性考量
	优化软件以降低能耗	要求共享网络基础设施		加强国际合作，弥合数字和数据鸿沟，建设发展中国家的数字和环境能力
	减少过度消费	要求数据中心全面报告环境影响		
	鼓励和促进对数字化工具和器材的有意义、有效和高效使用	减少过多的数据存储		加强竞争政策方面的国际合作，解决数字经济中滥用市场支配地位的问题
	弥合数字和数据鸿沟	采用技术政策，促进和满足数据中心的能源和水资源使用效率要求		
		要求超大规模数据中心投资可再生能源，为当地电网供电		
		促进数据中心节约用水，尽量减少冷却用水		
报废	防止并最大限度地减少数字化产生的废物，增加从此类废物中回收资源和价值	采用和实施电子废物政策、法律和法规，以提高收集和回收利用率 改善有关数字化产生的废物的数据和信息 建设废物管理基础设施	特别是在发展中国家，开发区域回收设施，以便在数字化产生的废物价值链中向较高的附加值转移，并更好地回收有价值的资源	改善有关数字化产生的废物的数据和信息 制定全球循环利用标准
		运用生产者责任延伸机制	促进废物管理方面的合作，分享技术和最佳做法	确保遵守《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》的规则，防止数字化产生的废物非法出口
		改善废物管理部门的工作条件，走向正规化		考虑在旧器材跨界流动中转移生产者的延伸责任和/或扩大地理范围
所有阶段	通过减少、再利用和回收利用政策，扶持、促进和规范可持续消费和生产以及循环数字经济	在数字化整个生命周期内实施循环经济政策方法 在国家发展战略中，以协调一致的方式加强环境可持续性和数字发展方面的整合	考虑制定循环数字经济和数字贸易的区域办法 制定追踪数字产品的区域办法	在数字化整个生命周期内，加强相关利益攸关方之间的国际合作 调整政策，确保贸易有利于包容和可持续的全球数字经济和数字贸易
		进行监管，要求：为实现循环性和可持续性设计信通技术产品；避免计划性淘汰；延长产品使用寿命；修理权；产品，包括部件和原材料的可追溯性(办法如数字产品和/或材料护照)；提高回收利用水平		制定可持续信通技术产品以及再利用、维修和回收的全球设计标准
				将信通技术部门纳入评估各种环境影响的国际框架

数字化生命周期 阶段	目标	政策选项		
		国家层面	区域层面	国际层面
		鼓励和推广新的可持续商业模式(如将电子产品作为服务提供)		
		在数字化整个周期内，在相关利益攸关方之间建立协作和伙伴关系		
		改善制定政策的证据基础		
		通过有针对性的活动，提高对数字化的环境影响的认识		
		规范数字经济中的广告，防止操纵和控制消费者的行为，包括鼓励过度消费的行为		

资料来源：贸发会议。