



科学和技术促进发展委员会

第二十二届会议

2019年5月13日至17日，日内瓦

临时议程项目 3(a)

快速技术变革对可持续发展的影响

秘书长的报告

内容提要

本报告是根据大会第 72/242 号决议的要求编写的，该决议请科学和技术促进发展委员会通过经济及社会理事会适当考虑关键的快速技术变革对实现可持续发展目标的影响。本报告分析了快速技术变革对可持续发展的影响，特别是对《2030 年可持续发展议程》的核心原则“不让一个人掉队”的影响。报告介绍了快速技术变革为实现和监测各个经济、社会和环境层面的可持续发展目标所提供的机会，并讨论了快速技术变革的变革性和破坏性潜力，包括经济、社会和规范方面的考虑。报告强调指出，没有适当的科学、技术和创新政策，技术——无论是旧技术还是新技术——就不可能带来全球发展方面的进展。要取得这种进展，需要一个培养学习和创新的环境，以建立和管理有效的创新体系。在这方面，报告列举了国家快速技术变革战略和政策的例子，并总结了区域、国际和多方利益攸关方合作。除国家和国际政策外，报告还呼吁国际社会继续讨论国际技术评估和展望以及就规范性准则达成的共识如何能够提高快速技术变革的发展潜力。报告最后向会员国和国际社会提出了建议。



导言

1. 科学和技术促进发展委员会在 2018 年 5 月于日内瓦举行的第二十一届会议上，选定快速技术变革对可持续发展的影响作为其 2018-2019 年闭会期间的优先主题之一。
2. 为促进更好地理解这一主题并协助委员会第二十二届会议的审议工作，委员会秘书处于 2019 年 1 月 15 日至 17 日在维也纳召开了闭会期间小组会议。本报告参考了委员会秘书处编写的议题文件¹、小组会议的结论、委员会委员提供的国家案例研究、相关文献和其他资料来源。
3. 本报告是根据大会第 72/242 号决议的要求编写的，该决议请科学和技术促进发展委员会通过经济及社会理事会适当考虑关键的快速技术变革对实现可持续发展目标的影响。2018 年，大会还通过了一项关于快速技术变革对实现可持续发展目标和具体目标的影响的决议(A/73/L.20)。
4. 本报告没有明确界定“快速技术变革”。但在本报告中，与“快速技术变革”相关的技术包括(但不限于)：大数据、物联网、机器学习、人工智能、机器人学；区块链、三维打印、生物技术、纳米技术、虚拟现实和增强现实技术、可再生能源技术以及卫星和无人机技术。

一. 快速技术变革为实现可持续发展目标提供的机会

5. 鉴于可持续发展目标的多样性、多面性、宏大性和绝对性，没有科学、技术和创新的发展和适当应用，到 2030 年实现所有这些目标几乎是不可能的。本节将强调科学、技术和创新在《2030 年可持续发展议程》关键领域的作用，包括将其有效应用于可持续发展所需的机会、关键考虑因素以及必要的先决条件和政策。

A. 加速和监测可持续发展目标的进展情况

6. 快速技术变革可以通过若干机制和以下途径促进更快地实现《2030 年可持续发展议程》：提高实际收入(通过提高生产力和降低商品和服务成本)；促进更快、更广泛地采用新的解决办法，消除制约发展的经济、社会和环境障碍；支持更具包容性的社会和经济生活参与形式；用更可持续的生产方式取代环境代价高昂的生产方式；以及为决策者设计和规划发展干预措施提供强大的工具。贸发会议提供了大量应用前沿技术的详细例子，这些应用已经显示出加速实现可持续发展目标的潜力。²

¹ 议题文件以及本报告所引用的闭会期间小组会的所有发言和供稿可查阅 <https://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=2026>(2019 年 2 月 21 日查询)。

² 贸发会议，2018 年，《2018 年技术和创新报告：利用前沿技术促进可持续发展》(联合国出版物，出售品编号：E.18.II.D.3，纽约和日内瓦)。

7. 还可以利用包括大数据和机器学习在内的前沿技术来创造、衡量、发展和更广泛地监测发展方案的效力和实现可持续发展目标的进展情况。事实证明，基于移动电话活动和通话时间信贷购买的模型能够准确估计多维贫困指标，³ 而最近的研究证实了卫星图像和机器学习在利用公开和非专有数据估计家庭消费和资产方面的潜力。⁴

8. 然而，这些来自大数据的指标是否仍然如研究和试点项目所暗示的那样准确，还有待观察。虽然在传统统计数据稀缺的发展中国家，大数据有扩大证据基础的机会，但一些算法可能会随着时间的推移，越来越与潜在的社会经济或环境现实脱节。⁵ 对大数据算法不应仅看其表面，而应予以严格审查，特别是在将其用作发展努力的补充指标时。这突出表明，人类评估和评价大数据算法的准确性以及了解结果何时有用或具有误导性的能力十分重要。⁶ 在这方面，贸发会议强调，需要作出系统的努力，投资有形基础设施并发展前沿技术发挥潜力所需的创新体系和吸收能力。⁷

B. 改善粮食安全、营养和农业发展

9. 全球约有 7.95 亿人营养不良，即每九人中就有一人营养不良，其中大部分生活在发展中国家和农村地区。新技术、现有技术和新兴技术可以应对粮食安全四个层面的问题，即粮食的供应、获得、使用和稳定性。

10. 大数据、物联网、遥感、无人机和人工智能可促进精准农业，减少对现有农业流程的农业化学品投入。无人机也为非洲在精准农业方面实现跨越、从而能够更有效地测量和应对作物和动物生产的多变性提供了一个潜在机会。基因测序和机器学习正被用于检测土壤质量和帮助提高作物质量。机器学习则被用于无人机和卫星成像，以建立详细的天气模型，帮助农民做出更知情的决定，尽可能提高产量。机器学习还与植物基因组数据和表型数据一道，用于预测新杂交植物的表现。农业变得越来越自动化，机器人被用来对农作物进行生态和经济除草。

11. 要将快速技术变革用于粮食安全的各个方面，必须使粮食系统本身更具创新性。除其他外，这包括要确定一个侧重于小农的研究议程，投资于人的能力，为粮食系统提供使能基础设施，为农业创新建立适当的治理结构，加强农民与科学家之间的知识流动等。⁸

³ Global Pulse, 2014, *2014 Annual Report: UN Global Pulse*, p. 8, available at www.unglobalpulse.org/sites/default/files/Annual%20Report_2014_FINAL-DIGITAL%20VIEW.pdf.

⁴ Jean N, Burke M, Xie M, Davis WM, Lobell DB and Ermon S, 2016, Combining satellite imagery and machine learning to predict poverty, *Science*, 353(6301): 790-794.

⁵ Lazer D, Kennedy R, King G and Vespignani A, 2014, The parable of Google flu: Traps in big data analysis, *Science*, 343(6176):1203–1205.

⁶ 科学和技术促进发展委员会，2016年，关于数字发展前瞻的议题文件。

⁷ 贸发会议，2018年，《2018年技术和创新报告》。

⁸ 贸发会议，2017a，《科学、技术和创新在确保到2030年实现粮食安全方面的作用》(联合国出版物，纽约和日内瓦)。

C. 促进能源获取和能效

12. 发展分散的可再生能源系统，可以在远离任何电网系统的农村地区提供电力。⁹ 近年来，随着发展可再生能源的投资增加，可再生能源的国际价格大幅下降。自 2009 年以来，风力涡轮机的成本下降了近三分之一，太阳能光伏组件的成本下降了 80%，¹⁰ 使得二者与矿物燃料发电的竞争日益激烈。

13. 一些国家制定了促进可再生能源技术发展的战略。智利正在开发通过可再生能源改变电力部门能源结构的技术，并在成为能源转型管理领域的区域领导者。¹¹ 加拿大政府也在通过应对清洁技术公司在获得长期资本以及进入国内和国际市场方面所面临的独特挑战，努力成为清洁技术部门的领头羊。这包括对加拿大可持续发展技术进行资本重组，帮助加拿大创新者将其开创性的清洁技术推向市场。¹²

14. 前沿技术融合产生积极影响的一个例子是可再生技术与数据和人工智能技术在智能电网中的互动。例如，机器学习算法可用来预测风电场的输出，从而能够将预期的能量输送到电网。¹³ 允许有太阳能电池板的家庭将多余的能源回馈到电网，也使能源的生产和分配得到改善。智能电网提供的实时信息有助于公用事业公司更好地应对电力需求、供应、成本和排放，并避免大停电。¹⁴ 人工智能与创新的能源储存技术相结合，通过动态调整供求关系，有助于解决某些形式可再生能源的间歇性问题，从而促进可再生能源技术的应用。电池和其他技术的进步也在改善电动汽车的性能。在积极政策的支持下，这种进步会使市场份额显著增加。例如，2017 至 2018 年，中国电动乘用车市场份额翻了一番，从 2.1% 升至 4.2%。¹⁵

15. 根据秘书长 2018 年的一份报告，提升全球能源结构中可再生能源的比例需要借助政策组合和系统创新方针，包括针对可再生能源供求两侧的措施以及扶持性政策组合，以激励研发，打造本地技能，确保可负担性，并创造扶持性监管环境。国际合作，包括南北合作和南南合作，也可以促进知识共享、政策学习、能力建设、技术开发和互联电网基础设施的部署。¹⁶

⁹ 贸发会议，2017b，《2017 年最不发达国家报告：利用能源获取推动结构转型》(联合国出版物，出售品编号：E.17.II.D.6，纽约和日内瓦)。

¹⁰ 国际可再生能源机构，2016 年，《推动改变的力量：太阳能和风能至 2025 年的降价潜力》。

¹¹ 智利政府提供的材料。

¹² 加拿大政府提供的材料。

¹³ 见 www.theverge.com/2019/2/26/18241632/google-deepmind-wind-farm-ai-machine-learning-green-energy-efficiency(2019 年 2 月 28 日查询)。

¹⁴ 贸发会议，2015 年，《科学、技术和创新促进可持续城市化》，贸发会议科学、技术和创新当前研究第 10 期(联合国出版物，纽约和日内瓦)，第 23 页。

¹⁵ 见 <http://ev-sales.blogspot.com/2019/01/china-december-2018.html>; and <http://ev-sales.blogspot.com/2018/01/china-december-2017.html> (2019 年 2 月 28 日查询)。

¹⁶ E/CN.16/2018/2。

D. 促进经济多样化和转型、生产力和竞争力

16. 对于具备必要技术能力的国家来说，前沿技术可以支持结构转型，创造新的就业和收入来源，并有助于进入新市场、获得新机会。¹⁷ 在这方面，前沿技术成本的迅速降低可为发展中国家提供一个机会，使之能够快速从低工资活动向高工资和高回报行业进展，并从对全球价值链的参与中获得更多好处。对于缺乏与前沿技术有关的国内技术和政策能力的发展中国家来说，要发挥这些技术在此方面的潜力，需要发展能力并提供相关的资源支持。

17. 从历史上看，新技术——与科学、技术和创新政策、内生技术能力和有利环境一起——为某些发展中国家经济的生产升级提供了支持。例如，中国台湾省通过在半导体和其他电子产品等具体技术部门的跨越，实现了快速经济增长。其他国家也成功开发了可再生能源技术；例如，巴西已成为运输用液体生物燃料的第二大生产国，中国则是光伏、风能和太阳能热加热技术生产的全球领导者。

18. 然而，寻求通过工业发展和跨越式技术开发进行长期技术创新的发展中国家需要软硬基础设施和适当的政策框架。支持性政策框架的一个例子是由土耳其科学技术研究理事会协调的智能制造系统技术路线图。¹⁸ 这种多层路线图办法有助于将一项关键技术与具体的研发项目和部门应用联系起来，被证明是支持土耳其新工业革命的有效途径。¹⁹ 涉及智能专业化、经济发现平台、孵化器、加速器和技术园区的政策也可以支持经济多样化和转型。²⁰

E. 促进社会包容

19. 前沿技术也可以支持包容性。例如，一项名为 Aadhaar²¹ 的技术将生物特征和人口统计数据相结合，使印度有 12 亿人能够享受金融服务。各国政府还在试验区块链技术，这些技术可能会在智能合同、数字身份系统、土地登记和金融交易中得到广泛应用。

20. 新技术可使社区和个人以创新的形式进行协调与合作。基层创新有助于纳入基层行为者，例如社会运动以及尝试其他形式知识创造和创新的学术界、活动家和实践者网络。成功的例子包括印度的 Aadhaar 金融普惠方案和拉脱维亚的 ManaBalss.lv 平台，该平台这有助于将人民的想法提交议会并将其列入议程。²²

¹⁷ 墨西哥政府提供的材料。

¹⁸ 土耳其政府提供的材料。

¹⁹ 同上。

²⁰ 贸发会议，2018 年，《2018 年技术和创新报告》。

²¹ 亚洲及太平洋经济社会委员会(亚太经社会)提供的材料。

²² 拉脱维亚政府提供的材料；亚太经社会，2018 年，亚洲及太平洋可持续发展前沿技术。可查阅 www.unescap.org/sites/default/files/publications/Frontier%20tech%20for%20SDG.pdf；Braidaks I, 2017, Citizen initiatives platform: MyVoice, presented at Civil Society Days 2017, Brussels. 可查阅 www.eesc.europa.eu/resources/docs/csdays2017---workshop-4---imants-braidaks---citizen-initiatives-platform-my-voice.pdf。

21. 扶贫、包容和节俭的创新可将边缘化和代表性不足的社区作为创新进程的生产者和受益者纳入新的生产模式，满足社会需求，鼓励扶贫创业，并促进各群体之间的团结。然而，支持社会包容的新创新模式应以考虑创新路径的方向、分布和多样性的科学、技术和创新政策为基础。²³

F. 对抗疾病和改善健康

22. 前沿技术可通过更有效地分配干预措施、监测和评估健康相关指标以及开发基因编辑技术来应对人类健康和农业生产方面的棘手挑战。埃及将一个远程医疗试点项目转为国家举措，利用全面的信息和通信技术解决方案，以将保健医生与专业医生和专家联系起来的方式提供医疗服务。²⁴ 拉脱维亚率先将人工智能用于转移性黑色素瘤的个体化治疗。²⁵ 美利坚合众国食品药品监督管理局正在研究区块链等新兴技术，以此作为一种数据交换机制，便于在公共卫生紧急情况下立即获取关于病人、供应品和危机应对措施的信息。²⁶

23. 数字化也使生物过程的创新操作成为可能。生物技术的进步为人类医学带来了非常特殊的基因编辑，使得某些情况下的个性化治疗成为可能。²⁷ 基因驱动也被认为是控制和消除非洲疟疾的一种潜在补充性干预措施。²⁸ 新兴卫生技术需要战略性的实施政策，包括研究、基础设施、教育、监管、创业、宣传意识以及政府、发展伙伴和私营部门的积极参与。鉴于一些前沿生物技术给公民带来的潜在健康风险和给企业带来的法律责任，合作和治理薄弱问题特别令人关切。

G. 改善获得教育学习和资源的机会

24. 新的数字平台，包括大规模的开放式在线课程，提供了允许通过互联网进行开放访问和无限制参与的在线课程。主要的潜在好处包括：低成本复制高质量的教学、内容和方法；自定进度学习；以及用于优化平台学习的数据分析。²⁹

25. 三维打印和开放式软硬件平台有可能增加发展中国家的教育经验，在这些国家，这类平台被用作小学、中学和中学后教育的工具。同样，开放实验室倡议（由非洲自然科学教学和研究促发展机构发起）、开放神经科学倡议和 **Badenlab** 正

²³ 贸发会议，2017c，《支持实现可持续发展目标的新创新办法》（联合国出版物，纽约和日内瓦），第28页。

²⁴ 埃及政府提供的材料。

²⁵ 拉脱维亚政府提供的材料。

²⁶ 美利坚合众国政府提供的材料。

²⁷ Ledford H, 2016, [Clustered regularly interspaced short palindromic repeats] CRISPR: Gene editing is just the beginning, *Nature*, 7 March. Available at www.nature.com/news/crispr-gene-editing-is-just-the-beginning-1.19510 (accessed 22 February 2019).

²⁸ 非洲发展新伙伴关系，2018年，非洲控制和消除疟疾的基因驱动。可查阅 <https://nepad.org/publication/gene-drives-malaria-control-and-elimination-africa-0> (2019年2月22日查询)。

²⁹ Brynjolfsson E and McAfee A, 2014, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, WW Norton and Company; and Khan S, 2012, *The One World Schoolhouse: Education Reimagined*, Twelve, New York.

在推动为发展中国家的教育和研究目的开展合作，生产低成本的开放式科学设备。³⁰ 但是，要将数字学习机制、三维打印机和开放平台纳入教育，还需要提高教师的能力，并评估这些技术对现有学习战略的适宜性。

二. 快速技术变革的变革性和破坏性潜力

26. 快速的技术变革将产生变革性和破坏性影响，既可能推动、也可能阻碍可持续发展。虽然新技术和新兴技术的应用为加快实现可持续发展目标提供了机会，但快速技术变革也可能扰乱市场和经济，加剧社会分化，并引发规范性问题。结合可持续发展目标考虑创新路径的方向、分布和多样性，可为决策者提供机会，支持新形式的创新，避免过去技术时代出现的经济、社会和环境挑战。

A. 自动化、劳动力市场和就业

27. 基于人工智能、机器学习和大数据融合的自动化可能会对贸易、竞争、增长和就业产生不明确和潜在负面的影响。虽然从总体和长期来看，前沿技术可以创造新的就业和市场，但它们对特定市场和生产部门的影响可能具有极大的破坏性。最终，自动化的影响将因一系列因素而异，这些因素包括：工业化和发展水平；技能和能力；劳动力成本；出口和生产结构；技术能力；基础设施；人口学；以及鼓励或阻止自动化的政策。³¹

28. 贸发会议审查了最近一些估计自动化对就业影响的研究报告。³² 由于所作假设和所用方法不同，研究结果差别很大。大多数研究只估计了失业情况，而没有考虑创造就业的影响。此外，数字自动化可能对妇女和男子产生不同的影响。鉴于妇女从事自动化风险高的工作，而在将受益于就业市场需求增加的科学、技术、工程和数学类工作中代表性不足，劳动力目前的性别动态可能会扩大。此外，妇女所从事的自动化风险较低的工作，其报酬通常低于男性主导的“低风险”工作。³³

29. 另外值得注意的是，机器和数字技术并不完美，甚至不能很好地替代许多任务；至少在目前是这样。而且，即使技术上可行，经济上合理，工作的完全自动化也需要时间，即便在发达国家也是如此。³⁴

30. 除了人工智能和机器人技术外，基于平台的经济往往表现出赢家通吃的动态，网络效应使先行者和标准制定者受益。尽管这些平台动态带来了新的贸易和发展机会，但可能会导致收入不平等扩大和两极分化加剧。数字劳动平台往往无

³⁰ Baden T, Chagas AM, Gage GJ, Marzullo TC, Prieto-Godino LL and Euler T, 2015, Correction: Open labware: Three-D printing your own lab equipment, *PLoS Biology*, 13(5).

³¹ 更详细的讨论见贸发会议，《2018年技术和创新报告》，第23页。

³² 同上，第25页。

³³ 同上，第22页。

³⁴ 国际复兴开发银行和世界银行，2016年，《2016年世界发展报告：数字红利》，华盛顿特区，第126页。

法提供合理的补偿、可预测的收入流和标准的劳工保护。³⁵ 在线劳动平台上的求职者过多也可能导致议价能力下降，造成工资和工作条件方面的恶性竞争。进一步的研究和政策对话对于确保不断扩大的数字经济提供高质量和体面的工作至关重要。³⁶

31. 欧洲联盟各国在促进快速技术变革和减轻其潜在负面影响方面取得了进展。这方面的一个例子是“欧洲新技能议程”，该议程旨在：(a) 提高培训质量和提供终身学习和“调整”方案；(b) 增强各种资格证明的可比性，并从而使其便于随身携带；(c) 向学生和成人提供有关劳动力市场状况和趋势的相关信息，增进“技能知识”，使他们作出更好的教育和资格选择。³⁷

32. 必须在短期和中期内解决快速技术变革的破坏性影响，特别是对劳动力市场影响的潜在社会成本。这突出了终身学习对于技能更新和技能提升的重要性，需要积极的政策支持。加强社会保护对于抵消对就业的负面影响和保护那些无法适应快速变化的技能需求的人也很重要。这就要求制定一项新的社会契约，其中应包括新的社会安全网办法，以帮助人们应对技术转型造成的混乱。还需要进行政策试验(如 2017-2018 年芬兰普遍基本收入部分试点计划)，从而更好地理解社会和经济影响，特别是对发展中国家的影响。³⁸

B. 社会经济鸿沟

33. 快速的技术变革有可能使国家内部和国家之间、妇女和男子之间、农村和城市人口之间以及富裕和贫困社区之间的现有鸿沟永久化。³⁹ 最近数据显示，互联网用户在发达国家总人口中所占的比例是最不发达国家的四倍多。这种现有的数字鸿沟可能加大处于快速技术变革前沿的国家与最不发达国家之间的经济差距。

34. 希望跨越技术前沿的国家可能主要靠采用技术，而不是靠开发新技术来实现跨越。但创新政策可以帮助发展中国家促进和推动前沿技术的部署和调整，以满足其需求并促进可持续发展。

35. 技术变革的速度越来越快，可能会扩大数字和科学、技术、工程和数学领域的现有性别差距。机器学习方面的主要研究人员中只有 12% 是妇女，⁴⁰ 科技公

³⁵ Berg J, Furrer M, Harmon E, Rani U and Silberman MS, 2018, *Digital Labour Platforms and the Future of Work: Towards Decent Work in the Online World* (International Labour Organization, Geneva), p. xviii.

³⁶ 贸发会议，2017c，《2017 年信息经济报告：数字化、贸易和发展》(联合国出版物，出售品编号：E.17.II.D.8，日内瓦和纽约)，第十四页。

³⁷ 欧洲经济委员会提供的材料。

³⁸ 贸发会议，2018 年，《2018 年技术和创新报告》，第 75-76 页。

³⁹ 同上。

⁴⁰ Simonite T, 2018, AI is the future-but where are the women? *Wired*, 17 August, available at www.wired.com/story/artificial-intelligence-researchers-gender-imbalance/ (accessed 22 February 2019).

司只有三分之一的入门级职位由妇女担任。⁴¹ 有证据表明，人工智能或大数据的某些应用可能会受到偏见、包括性别偏见的影响。由于在科学、技术、工程和数学领域工作的妇女人数很少，她们可能无法利用对具有前沿技术技能的工人的需求增加这一机会，也无法对快速技术变革产生重大影响。

C. 规范性考虑

36. 虽然前沿技术为改变可持续发展的做法、实施和监测提供了前所未有的机会，但也提出了深刻的问题，即在从人的生命完整到自然环境安全，从尊重个人隐私、安保和安全到防止任何形式的歧视等方面，法律、社会、道德和文化规范会受到何种影响。

37. 例如，基因工程技术可能会给全球社会带来一些根本性问题，涉及与人类、动物和植物生命以及对这些生命的操控有关的主要价值观。合成生物学和[按规则间隔排列的短回文重复序列]CRISPR/Cas9 基因编辑技术产生了以下问题：可能的意外影响(例如，基因组中其他非预期位点的永久 DNA 断裂)、涉及对转基因作物贴标签的监管挑战(即转基因生物一旦被释放，就很难识别)、知识产权及其对小农的不明确影响。⁴²

38. 除了给数字平台带来更多的便利和个性化之外，数字和人工智能相关技术还可能以前所未有的方式扩大偏见、歧视和不平等。有偏见的大数据可能会产生意想不到的、有时带有歧视性的结果。有人担心，有偏见的数据库会在预测性警务、金融服务和招聘等领域带来或扩大歧视。在如何设计和部署机器学习算法的问题上缺乏透明度。深度学习系统的使用越来越多，所产生的预测缺乏可解释性和可说明性，这是涉及人类健康、公共服务提供和消费者广告等应用领域的令人严重关切的问题。

39. 此外，自动化算法还可能威胁到消费者保护，特别是在隐私和安全方面。智能电表技术可以使用复杂的统计算法来确定敏感的家庭信息，例如家庭可能拥有哪些电器或设备，以及它们何时运行。从健康跟踪器、可穿戴设备和向第三方披露的电子健康记录中收集的数据可能会对保险单，甚至对未来的就业前景产生影响。

40. 在各个层面发起了许多学术、公民、工业和政府倡议，以期找到上述问题的答案。教育机构不妨考虑提供关于快速技术变革的伦理和治理的课程，并举行相关对话。但快速技术变革的规范层面具有明显的超国家影响，这表明需就如何以符合《2030 年可持续发展议程》——以及更广泛而言，以符合支撑国际体系的普遍接受原则——的方式指导前沿技术的发展展开不断演进、包容各方的全球讨论。

⁴¹ Krivkovich A, Kutcher E and Yee L, 2016, Breaking down the gender challenge, *McKinsey Quarterly*, March. Available at www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/breaking-down-the-gender-challenge (accessed 22 February 2019).

⁴² 贸发会议，2017 年，《科学、技术和创新在确保到 2030 年实现粮食安全方面的作用》(联合国出版物，纽约和日内瓦)，第 21-22 页。

三. 主要政策考虑

41. 新技术和新兴技术可以促进实现可持续发展，同时考虑到可持续发展经济、社会和环境层面的新途径。本节研究国家科学、技术和创新政策、区域和国际合作以及多方利益攸关方的参与如何能够推动利用前沿技术促进可持续发展。

A. 回归基础：加强国家创新体系

42. 没有适当的科学、技术和创新政策，技术——无论是旧技术还是新技术——就不可能在全球发展议程方面取得进展。而要取得这种进展，必须有一个培养学习和创新的环境，以建立和管理有效的创新体系。国家创新体系涉及各种公共和私营机构的互动和协调，以支持公共和私营机构采用和调整新产品、新工艺。创新体系的核心是企业，此外还包括研究和教育机构、政府、民间社会和消费者。

43. 决策者不妨把重点放在以下关键方面：各行为者的能力；它们之间促进交流与合作的联系；以及营造有利创新的环境。⁴³ 在拥有新生创新体系的发展中国家，提高内生创新潜力涉及发展基本能力，学习如何采用、吸收、适应和传播现有知识和技术。

44. 国家科学、技术和创新政策可以促进关键技术的使用，增强中小企业的力量，为研发提供资金支持，并将创新体系内的行为者联系起来。一些国家利用政策工具支持关键技术。拉脱维亚的《公共采购法》鼓励绿色公共采购，南非则有针对具体部门的举措，包括生物精炼厂工业发展基金和曼德拉矿区，后者支持采矿的地方创新。⁴⁴

45. 科学、技术和创新政策要想有效，需要具有内部一贯性，并与国家优先事项和发展计划相一致。可以通过在最适当的层面设计和部署战略与政策工具来促进一贯性。一致性则需要从“整个政府”的角度出发，促进各部委和其他公共机构在不同政策领域的合作。

46. 寻求使科学、技术和创新政策面向可持续发展的国家还应考虑将社会挑战纳入这些政策的核心。⁴⁵ 具有性别包容性的创新政策可促进妇女作为创新者或企业家的参与，而面向青年的政策还有助于使技术变革具有包容性。非正规环境中的创新也作为生计来源受到关注(可持续发展目标 8)，⁴⁶ 因为小型、非正规、以手工艺为基础的企业可以发挥重大作用，使外部创新适应当地条件，并在生产系统发生变化时填补差距。⁴⁷

⁴³ 贸发会议，2018年，《2018年技术和创新报告》，第54-57页。

⁴⁴ 拉脱维亚和南非政府提供的材料。

⁴⁵ 贸发会议，2018年，《2018年技术和创新报告》，第66页。

⁴⁶ Cozzens S and Sutz J, 2014, Innovation in informal settings: Reflections and proposals for a research agenda, *Innovation and Development* 4(1): 5-31; Kraemer-Mbula E and Wunsch-Vincent S, eds., 2016, *The informal economy in developing nations: Hidden engine of innovation?* Cambridge University Press, Cambridge.

⁴⁷ Müller J, 2010, *Befit for change: Social construction of endogenous technology in the South*, paper presented at the Association of Development Researchers Conference, Gjerrild, Denmark, March.

47. 各国还可考虑制定侧重于推动本国经济和发展议程的具体技术的科学、技术和创新政策(见插文 1)。但必须指出,即使各国制定了国家科学、技术和创新战略或更侧重技术的战略,将这些战略和政策转化为对紧迫的发展挑战产生切实影响的方案也是一个关键问题。⁴⁸

插文 1

具体部门快速技术变革战略的若干实例

智利拥有世界上约 50%的天文观测站装机容量,并在探索利用这一优势发展大数据分析和人工智能能力的机会。拉脱维亚提出了“数据驱动型国家概念”,这一概念有三大支柱:(a) 数据民主(促进数据的获取和吸收);(b) 数据支持的公民参与公共行政进程;(c) 数据和技术驱动的创新发展和商业化。

亚太地区的若干国家制定了关于特定前沿技术的政策。中国、日本和大韩民国制定了人工智能战略,大韩民国是世界上第一个对机器人征税的国家。澳大利亚、印度、日本、马来西亚、新西兰、大韩民国和新加坡等国正在制定物联网路线图、计划和标准。

大多数阿拉伯国家都有科学、技术和创新战略(即埃及、约旦、摩洛哥、沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国)。此外,摩洛哥和突尼斯制定了更专门的数字战略,卡塔尔和苏丹制定了智能战略,阿拉伯联合酋长国制定了人工智能战略,该区域一些国家(巴林、约旦、摩洛哥、阿曼、卡塔尔、沙特阿拉伯、突尼斯和阿拉伯联合酋长国)还发起了开放数据倡议。

资料来源:智利和拉脱维亚政府、西亚经济社会委员会和亚洲及太平洋经济社会委员会(亚太经社会)提供的材料。

B. 通过建立基础设施和数字能力来弥合数字鸿沟

48. 数字化和连通性是前沿技术的关键特征。因此,根据各国参与数字经济并从中受益的准备程度来调整数字政策至关重要。⁴⁹ 秘书长 2018 年关于“建设数字能力以利用现有技术和新兴技术,特别关注性别平等和青年层面”的报告明确指出,数字能力包括技术能力,也包括通用技能和补充技能,使人们能够理解媒体、搜索信息、对检索到的内容有判断力,并能够使用各种数字工具和应用程序与他人沟通。⁵⁰

⁴⁸ 西亚经济社会委员会提供的材料。

⁴⁹ 贸发会议,2017年,《2017年信息经济报告》。

⁵⁰ E/CN.16/2018/3,第10段。

49. 适应新技术需要有不同类型的数字技能，包括采用、使用和创造性地适应现有技术以及创造全新技术所需的技能。⁵¹ 关于数字技能的教育和培训方案应具有包容性，并向所有人开放；这方面的例子包括加拿大 Cancode 和数字素养交流方案以及从中学向就业过渡方案——美国地质调查伙伴关系。⁵²

50. 信息和通信技术现在被认为是一个国家重要有形基础设施的一部分，它作为一种使能技术，可与生物技术、纳米技术和先进制造等其他关键技术产生协同作用。要利用这一潜力，就需要基本的信息和通信技术基础设施投资、可靠的能源供应和电信基础设施，并需要进行监管，以确保有一个提供质量、可负担性和可及性的竞争性市场。⁵³ 例如，2016 年，智利启动了一个将在智利全境推广光纤互联网的大规模项目。⁵⁴ 秘鲁正计划开发一个长 13,000 多公里、将利马与 22 个区域首府和 180 个省会连接起来的国家光纤网络。⁵⁵

C. 促进区域、国际和多方利益攸关方合作

51. 通过区域、国际和多方利益攸关方合作等途径，国际社会可支持利用快速技术变革促进可持续发展的努力，并防止这种变革导致鸿沟扩大、社会经济不平等加剧和环境退化。

52. 为防止不断发展的数字经济导致数字鸿沟扩大和收入差距不平等加剧，需要增加上述支持。例如，信息和通信技术在贸易援助总额中所占份额从 2002-2005 年期间的 3% 下降到 2015 年的仅 1.2%。⁵⁶

53. 近几十年来，全球科研合作大幅增长，为将最先进的科学能力与可持续发展关键领域的具体当地知识相结合提供了新的机遇。许多发展中国家参与这类合作的能力大大加强。为了有力地引导这种网络为实现可持续发展目标服务，各国政府需要在提供资金和管理研发之外，对网络施加影响，这就要了解网络的形成、组织、规范、动态、动机和内部控制机制。⁵⁷

54. 最近，在前沿技术的科学研究和能力建设方面，有些成功的区域和国际合作例子。⁵⁸ 为应对快速技术变革而开展的国际合作，包括南北、南南和三角合作，可包括知识和数据共享、能力建设和研究与技术开发合作、展望活动以及科学、技术和创新政策(见插文 2)。

⁵¹ 同上，第 13-16 段。

⁵² 加拿大和美利坚合众国政府提供的材料。

⁵³ 贸发会议，2018 年，《2018 年科技和创新报告》，第 57 页。

⁵⁴ Chile, Subsecretariat for Telecommunications, Proyecto Fibra Óptica Austral 2017, available at <https://foa.subtel.gob.cl/proyecto-fibra-optica-austral-2/> (in Spanish) (accessed 16 November 2018).

⁵⁵ 秘鲁政府提供的材料。

⁵⁶ 经济合作与发展组织(经合组织)和世界贸易组织(世贸组织)，2017 年，《2017 年贸易援助概览：促进贸易、包容性和连通性以促进可持续发展》，日内瓦和巴黎，第 306-307 页。

⁵⁷ 贸发会议，2018 年，《2018 年科技和创新报告》，第 104 页。

⁵⁸ 同上。

插文 2

区域和国际合作实例

前沿技术领域的区域和国际合作可以采取多种形式，包括合作进行技术开发、能力建设和政策研究。国际合作可为分享数据和开发技术的努力提供支持。欧洲联盟的欧洲地球观测方案(也称“哥白尼”方案)提供全面、自由和公开的数据，协助为确定和应对全球挑战作出的区域和国际努力。德国最近发起了非洲人民绿色能源倡议，支持伙伴国家发展分散的、基于可再生能源的能源系统。QualiREG 是印度洋农业食品行为体的科技网络，促进旨在提高农业食品链质量的研究、开发和创新。

培训和参与国际交流也有助于在各国传播科学和技术专门知识。例如，美利坚合众国国家卫生研究所通过福格蒂国际中心赞助国际合作项目，欧洲联盟则欢迎“第三国”参与其大多数研究方案。

技术展望和政策研究方面的区域和国际合作可以加强国家决策者应对快速技术变革的能力。加拿大支持的亚太经社会题为“促进妇女创业——创建促进性别平等的创业生态系统”的项目支持决策者制定促进性别平等的政策和方案，并为女企业家提供培训。

资料来源：奥地利和德国政府提供的材料；非洲新兴技术高级别小组提供的材料；联合国外层空间事务厅，2018年，《欧洲全球导航卫星系统与哥白尼计划：协助实现可持续发展目标——〈2030年议程〉的基本构件》(联合国出版物，维也纳)；加拿大政府，2018年，促进妇女创业——创建促进性别平等的创业生态系统，可查阅 <http://w05.international.gc.ca/projectbrowser-banqueprojets/project-projet/details/D004857001> (2018年11月12日查询)；阿卜杜勒·萨拉姆国际理论物理中心，2018年，新物联网博士课程：国际理论物理中心对卢旺达非洲物联网示范中心的支持。可查阅 www.ictp.it/about-ictp/media-centre/news/2018/5/iot-phds.aspx(2018年11月16日查询)。

55. 在全球一级，秘书长的数字合作高级别小组正在考虑改进新技术和新兴技术国际合作的可能机制和模式。多利益攸关方倡议也可以利用参与者的资源来提高对性别数字鸿沟等重大挑战的认识(例如“Equals”全球伙伴关系和万维网基金会权利、教育、访问、内容、目标倡议)，并倡导采取行动应对这些挑战。⁵⁹ 各国还不妨考虑发展合作研发伙伴关系，让领先的技术公司和国内科技人才参与进来，以解决他其最关键的问题。⁶⁰

⁵⁹ 加拿大政府提供的材料；Equals, 2018, 可查阅 <https://www.equals.org> (2018年11月16日查询)；人权理事会，2018年，暴力侵害妇女及其原因和后果问题特别报告员关于从人权角度审视对妇女和女童的网络暴力的报告，6月12日，A/HRC/38/47；World Wide Web Foundation, 2017, [Rights, Education, Access, Content, Targets] REACT with gender-responsive information and communications technology policy: The key to connecting the next 4 billion. Available at <http://webfoundation.org/docs/2017/09/REACT-with-Gender-Responsive-ICT-Policy.pdf> (2018年11月12日查询)。

⁶⁰ 变革性技术研究所提供的材料。

四. 引导快速技术变革支持可持续发展

56. 本报告注意到，快速技术变革为应对二十一世纪的社会、经济和环境挑战提供了前所未有的机会。确定了一些可能造成社会和经济动荡的风险，这些风险影响到我们社会、文化和政治机构的复原力，并可能对人类和地球的未来产生意想不到的后果。

57. 在全球化经济和日益数字化的世界中，产品、服务、信息和知识的移动速度越来越快，要应对这些挑战，只能靠基于国际合作、包容性多边主义和多利益攸关方做法的协调努力。

58. 特别是，国际社会需要促进其对如何以不让任何人掉队的方式引导新技术和新兴技术的集体理解。需在以下方面取得进展：(a) 使国际技术评估和展望概念化；(b) 从发展的角度，就快速技术变革的规范方面开展包容性的全球讨论。

A. 快速技术变革的全球技术展望和评估

59. 发展技术评估和展望能力(例如，前景扫描和事前影响评估)有助于各国：确定并利用前沿技术促进可持续发展的潜力；评估新兴技术的潜在影响和风险；以及确定最可能的中长期技术发展。

60. 技术展望和评估是为创新和研究的治理提供信息的正式过程。技术展望和技术评估通常分别被界定为：“系统和明确地尝试确定战略研究领域和可能产生最大经济和社会效益的新兴通用技术”及“预期影响和反馈，以减少从尝试和错误中学习如何在社会中处理技术的人力和社会成本”。⁶¹

61. 会员国日益认识到，技术评估和展望活动在促进社会和决策者适应新技术的推广所带来的变化方面十分重要。经济及社会理事会认识到，通过确定可从战略上应对的挑战和机遇，技术评估活动可以帮助决策者和利益攸关方执行《2030年可持续发展议程》(E/RES/2017/22)。⁶²

62. 会员国可探索开展国家、区域和国际技术评估和展望活动的方式方法。监测此类事态发展并概述其对中低收入国家影响的国际能力将大大提高国家决策者的应对能力。

63. 虽然很少在国际一级开展展望活动，但有人呼吁将国际展望活动作为一种机制，用以确定和阐明发展需要，并使这些需要对创新行为者产生影响。⁶³ 此外，有必要采取一项全球举措，系统地召集不同学科的专家讨论科学、技术和创新发展及其对经济、社会 and 环境的潜在影响。这种全球举措最好既开展技术评估，也开展技术展望，以评价新技术的近期和长期影响。

⁶¹ Van Zwanenberg P, Ely A and Stirling A, 2009, *Innovation, Sustainability, Development A New Manifesto. Emerging Technologies and Opportunities for International Science and Technology Foresight*, Social, Technology and Environmental Pathways to Sustainability Centre, Working Paper 30, Brighton, p. 4.

⁶² 建议采用技术评估和展望做法的相关联合国决议包括：E/RES/2018/29、A/RES/72/228 和 A/RES/72/242。

⁶³ Van Zwanenberg P et al., 2009, *Innovation, Sustainability, Development A New Manifesto*.

B. 关于快速技术变革规范层面的包容性讨论

64. 全球技术评估和展望应当遵循以维护联合国核心价值观和原则(包括人权和推动可持续发展)的方式来指导快速技术变革发展和应用的规范、原则和价值观。

65. 人们日益认识到前沿技术的出现、部署、使用和发展所涉及的主要伦理和规范问题,因而出现了许多关于制定原则引导快速技术变革,使之公平、透明、负责和包容的自愿倡议。例如,在人工智能领域,学术界、非政府组织、⁶⁴ 政府以及超国家机构⁶⁵ 和行业⁶⁶ 已经制定了 30 多项原则。

66. 世界科学知识与技术伦理委员会最近讨论了机器人伦理问题。⁶⁷ 联合国秘书长最近公布了一项新技术战略,⁶⁸ 并设立了数字合作高级别小组,以提高对数字技术变革性影响的认识,并推动更广泛的公众辩论。⁶⁹

⁶⁴ 例如: Asilomar, 人工智能原则; 电机和电子工程师学会, 伦理一致性设计一般原则第 2 版; 计算机协会, 算法透明度和问责制原则; 日本人工智能学会, 伦理准则; 人工智能负责任发展蒙特利尔宣言; 斯坦福以人为中心的人工智能倡议的三个想法; 艾伦人工智能研究所首席执行官编写的人工智能系统三项规则; 和谐人工智能原则; 公众之声联盟, 人工智能通用指南; 未来学会, 人工智能治理原则; 人工智能伙伴关系制定的原则; 工会国际网络全球联盟, 人工智能伦理十大原则, 2017 年; 信息技术产业理事会, 人工智能政策原则, 2017 年; 多伦多宣言: 在机器学习系统中保护平等和不受歧视的权利; 国家地球科学教师协会, 公共部门使用算法决策 10 项原则。资料来源: Zeng Y, Lu E and Huangfu C, 2018, Linking artificial intelligence principles, 提交人工智能促进协会人工智能安全研讨会的稿件, 2019 年, 康奈尔大学, www.accessnow.org/cms/assets/uploads/2018/08/The-Toronto-Declaration_ENG_08-2018.pdf; 以及 www.nesta.org.uk/blog/10-principles-for-public-sector-use-of-algorithmic-decision-making/。

⁶⁵ 例如: 日本总务省, 人工智能研发原则和人工智能利用原则草案; 大不列颠及北爱尔兰联合王国, 上议院人工智能法; 欧洲科学与新技术伦理小组, 伦理原则和民主的先决条件; 欧洲联盟委员会可信赖的人工智能伦理准则草案; 欧洲委员会, 在司法系统中使用人工智能的伦理框架; 新加坡人工智能示范治理框架; 加拿大—法国关于人工智能的声明。资料来源: Zeng et al., 2018, Linking artificial intelligence principles; https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_draft_ethics_guidelines_18_december.pdf; <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/-/31st-plenary-meeting-of-the-cepej-adoption-of-the-first-european-text-defining-the-ethical-framework-for-the-use-of-artificial-intelligence-in-judicia> (2019 年 2 月 27 日查询); https://international.gc.ca/world-monde/international_relations-reactions_internationales/europe/2018-06-07-france_ai-ia_france.aspx?lang=eng (2019 年 2 月 27 日查询); 以及 <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/singapore-releases-model-governance-for-ai-at-wef> (2019 年 2 月 27 日查询)。

⁶⁶ 例如: DeepMind 伦理与社会原则; OpenAI 宪章; 谷歌人工智能: 我们的原则; 微软人工智能原则; IBM 认知时代的原则以及信任和透明原则; Sage 集团, 以五个核心原则开发企业人工智能; 思爱普人工智能指导原则; 索尼集团人工智能伦理准则; Unity 人工智能伦理指导原则; Telefónica 公司人工智能原则。资料来源: Zeng et al., 2018, Linking artificial intelligence principles; <https://blogs.unity3d.com/2018/11/28/introducing-unitys-guiding-principles-for-ethical-ai/> (2019 年 2 月 27 日查询); 以及 www.telefonica.com/en/web/responsible-business/our-commitments/ai-principles (2019 年 2 月 27 日查询)。

⁶⁷ World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), 2017, Report of COMEST on robotics ethics, 14 September. Available at <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952> (accessed 25 February 2019).

⁶⁸ 联合国, 2018 年, 联合国秘书长新技术战略, 9 月。可查阅 www.un.org/en/newtechnologies/images/pdf/SGs-Strategy-on-New-Technologies.pdf。

⁶⁹ 联合国, 2018 年, 秘书长数字合作高级别小组, 可查阅 www.un.org/en/digital-cooperation-panel/ (2018 年 11 月 12 日查询)。

67. 为应对人工智能的规范挑战而采取的各种不同举措明确显示存在不同的、有时相互冲突的重点和优先事项，这表明需要一个更加全面和连贯的框架。⁷⁰ 除人工智能外，还在讨论和审议一系列前沿技术规范 and 伦理方面的考虑，包括合成生物学、物联网、纳米技术、无人机和神经技术等。

68. 由于上述道德和规范问题，所产生的一个问题是，如何就此开展尊重多样性、全球包容性、多利益攸关方参与、多项举措的一贯性及其与国际社会发展议程一致性的全球讨论。各国政府和其他利益攸关方不妨开始探讨应对这一挑战的全球有益对策的高级别特点、要素和方向。发展中国家，特别是最不发达国家，虽然没有参与前沿技术的开发，但可能会受到其后果的影响，需要成为这一全球讨论的一部分。

五. 供成员国及科学和技术促进发展委员会第二十二届会议审议的建议

69. 快速技术变革具有促进落实《2030 年可持续发展议程》和实现可持续发展目标的潜力。但这种变革给决策带来了新挑战，可能会超出各国政府和社会适应新技术所带来的变化的能力。虽然技术变革的全球动态有可能扩大社会经济鸿沟，但政策可以支持投资，以更广泛地传播能力，刺激与社会边缘群体一起创新和为其创新。利用快速技术变革促进可持续发展的国家战略涉及建立和管理有效的创新体系。南北合作、南南合作和三角合作、学术界、技术界、工商界和民间社会团体的举措以及联合国全系统的努力也可以发挥作用，确保快速技术变革不会让任何人掉队。鼓励国际社会促进其对如何以“不让任何人掉队”的方式引导和塑造新技术和新兴技术的集体理解。其中应包括就国际技术评估和展望展开讨论，并就规范和道德准则达成共识，以提高快速技术变革的发展潜力。

70. 会员国不妨考虑以下建议：

(a) 加大国家对快速技术变革方面研发活动的支持，并聚集政府、学术界、私营部门和民间社会参与这类活动，包括从基础研究到实施阶段；

(b) 确保关于快速技术变革的科学、技术和创新政策及战略与更广泛的国家发展议程相一致；

(c) 承认并考虑当地群体尤其是妇女的社会文化背景，支持这类背景下的技术创新、升级和部署；

(d) 促进快速技术变革方面的南北、南南和三角伙伴关系，并调研可能有效促进技术便利化的协作研发机制；

(e) 开展技术评估和展望活动，以鼓励所有利益攸关方进行系统的辩论，对快速技术变革的影响达成共识；

⁷⁰ Whittlestone J, Nyrop R, Alexandrova A and Cave S, 2019, The role and limits of principles in [artificial intelligence] AI ethics: Towards a focus on tensions, University of Cambridge; and Zeng Y et al., 2018, Linking artificial intelligence principles.

(f) 将性别观点纳入科学、技术和创新政策，包括促进和利用科学与技术，支持妇女在发生快速技术变革的关键部门的发展。政策还应促进与科学和技术有关的教育、职业和领导力方面的性别平等，并鼓励和支持妇女在创新中发挥作用。

71. 国际社会不妨考虑以下建议：

(a) 努力确定一个国际技术评估和展望机制，帮助发展中国家评估技术变革的近期和长期影响；

(b) 探讨如何在符合《2030 年可持续发展议程》的包容性全球讨论中考虑快速技术变革带来的规范性挑战；

(c) 鼓励快速技术变革方面的科学、技术和创新国际合作；

(d) 促进不同国际组织之间以及与民间社会组织就旨在培养快速技术变革技能的举措开展更密切的合作；

(e) 促进利用在线平台等数字方法进行国际知识共享和能力建设。

72. 鼓励委员会：

(a) 在政策学习、能力建设和技术开发方面支持多方利益攸关方合作；

(b) 改善利益攸关方之间的协调，并促成快速技术变革伙伴关系，从而利用利益攸关方的专长和兴趣；

(c) 鼓励各国家各地区交流经验，同时认识到不同背景之间不可简单移植政策与政策组合；

(d) 汇编和分享将性别观点纳入科学、技术和创新政策和方案主流的良好做法和经验教训，以期复制和推广成功经验，并加强与妇女地位委员会的合作。
