



科学和技术促进发展委员会

第十九届会议

2016年5月9日至13日，日内瓦

临时议程项目3(b)

数字发展前瞻

秘书长的报告

内容提要

本报告讨论若干数字发展问题，即大数据、物联网、大规模开放在线课程(MOOCs)、3D打印和数字自动化，及其对经济、社会 and 环境的潜在的长期影响。特别注重技术前瞻作为政策规划工具的作用，以评估这些技术对社会的潜在影响。每一章都分析了这些新兴技术的主要特点及其对可持续发展的潜力。报告着重谈到从相关文献、专家投入及科学和技术委员会成员和其他与会者闭会期间小组会议审议中得出的结论。报告最后提出了建议，供各国政府和其他利益攸关方考虑。



导言

1. 科学和技术促进发展委员会在 2015 年 5 月举行的第十八届会议上将“数字发展前瞻”选为 2015-2016 年会期间的一个主题。
2. 为了更好地理解这一优先主题，并协助委员会第十九届会议的审议，委员会秘书处于 2016 年 1 月 11 日至 13 日在布达佩斯举行了小组会议。本报告是根据闭会期间小组的结论，包括小组会议框架内举行的专家讨论、以及各领域专家提供的资料编写的。
3. 第一章描述了本报告讨论的新兴技术的背景。第二章介绍了技术前瞻的主要特征，及其作为决策工具的潜力。第三章介绍了大数据和物联网，并考察了与这些技术相关的关注和挑战。第四章讨论了有关 3D 打印的主要特征及其对可持续发展的影响。第五章涉及数字自动化及其对未来工作的影响。第六章讨论 MOOCs、及其对促进可持续发展的潜力和考虑问题。第七章讨论政策教益，第八章介绍结论和建议。

一. 新兴数字发展

4. 本报告分析了若干新兴数字发展问题，即大数据、物联网、MOOCs、3D 打印(又称积层制造)和数字自动化，及其对经济、社会 and 环境的潜在的长期影响。这些技术及其影响值得关注，因为它们可能会瓦解和变革现有社会、政治和经济规范，为各国带来机遇和挑战。¹
5. 本报告系应经济及社会理事会的要求编写，理事会请科学和技术促进发展委员会发挥战略规划论坛的作用，就关键经济部门的重大科学、技术及创新趋势作出前瞻，并提请注意新出现的破坏性技术。
6. 本报告基于委员会以往两个优先主题的工作：“信息和通信技术(信通技术)促进包容性社会 and 经济发展”(2013-2014 年)，其中首先着重谈到一些趋势，和“2015 年后发展议程战略前瞻”(2014-2015 年)，其中委员会将战略技术前瞻确定为可持续发展的有用工具。

A. 获得信息和通信技术，以此作为可持续发展的基础和未来数字趋势

7. 在 2000-2015 年期间，技术进步加上市场自由化，导致了移动网络在覆盖范围和能力方面的爆炸性增长。² 然而，虽然这种服务的扩张已经影响到相当一部

¹ Atlantic Council, 2013, Envisioning 2030: US strategy for the coming technology revolution, 9 December.

² 国际电信联盟，信息和通信技术数据库。

分的世界人口，但对那些可能受益最大的人群而言，获得负担得起的互联网的手段仍然有限，尤其是那些生活在最不发达国家的人们。对他们而言，数字排斥仍是一个现实。这一状况凸显了弥合国家之间和国家内部存在的数字鸿沟的重要性。

8. 与互联网接入相关，存在各种政策机遇和挑战。³ 许多发展中国家正面临重大挑战，要扩大其现有宽带基础设施，如需要大量资本投资、缺乏相关技能，和普及宽带业务的相关障碍，例如缺乏当地语文的数字内容。克服这些困难需要一个扶持环境和支持型的公共政策。⁴

9. 新的发展框架——2030 年可持续发展议程承认，“信息和通信技术的传播和世界各地之间相互连接的加强在加快人类进步、消除数字鸿沟、创建知识社会方面潜力巨大”（大会，变革我们的世界：2030 年可持续发展议程）。⁵ 该议程包括 17 个可持续发展目标和 169 个具体目标。后者承认信通技术通过下列方式在两个方面的重要性。第一，明确界定信通技术相关的目标：教育和奖学金（目标 4.b），增强妇女权能（目标 5.b）和最不发达国家有关基础设施，以低廉的价格普遍提供互联网服务（目标 9.c）。第二，纳入提到信通技术在其中发挥重要作用的一般技术，例如，在关于经济增长、能源和水的效率及应对气候变化的目标中提到信通技术。此外，目标 17——“加强实施手段，重振促进可持续发展的全球伙伴关系”——呼吁加强利用可增强能力的技术，尤其是信通技术。⁶ 信通技术对促进可持续发展目标具有跨部门的潜力，突出表明了它们作为发展的关键推动者的重要性。⁷

二. 技术前瞻

10. 技术前瞻是预测技术的演进及其对社会的影响的过程，以便在政府内和/或企业战略中制定发展政策。⁸ 技术前瞻可采用各种方法学方针，包括重点群体法、“德尔菲法”、模拟法、情景构建法和采访法。⁹ 在部门参与方面，前瞻工作通常考虑多方利益攸关方参与，并通过公开参与进程进行。

³ 贸发会议，2015 年，互联网宽带促进一个包容性数字社会，“科学、技术和创新方面的当前研究”第十一期（纽约和日内瓦，联合国出版物）。

⁴ 同上。

⁵ 大会第 70/1 号决议。

⁶ 行政首长理事会就全面审查世界首脑会议信息社会成果落实情况提交联合国大会的联合声明，2015 年，可查阅 <http://www.ungis.org/>（2016 年 2 月 23 日录入）。

⁷ 同上。

⁸ O Saritas, 2014, Strategic foresight for the Post-2015 Development Agenda, Presentation at the Commission on Science and Technology for Development inter-sessional panel, 26–28 November.

⁹ R Popper, 2008, How are foresight methods selected? *Foresight*, 10(6): 62–89.

11. 在过去几十年中，技术前瞻作为一种政策工具被世界各国政府广泛应用。例如，自 1970 年代以来，日本进行了国家层面的前瞻，¹⁰ 如德国、荷兰和大不列颠及北爱尔兰联合王国等欧洲国家自 1980 年代以来就在从事前瞻工作，¹¹ 越来越多的发展中国家也在开展技术前瞻工作。¹² 在目前全球化、竞争和快速技术变革的背景下，前瞻工作可以帮助发展中国家发现未来的技术和生产专业化机会，以便追赶、跨越和开拓进取。此外，考虑到前瞻工作塑造技术变革和经济增长的潜力，其设计和执行应当符合国家发展战略，包括工业发展。¹³

12. 自 2003 年和 2005 年信息社会世界峰会以来，信息社会出现了许多意想不到的方面，包括 Web 2.0、云计算、社交媒体的普及、广泛的宽带网络和移动电话和互联网的大众市场。新的发展也带来了机遇和挑战。鉴于信通技术创新有许多方面，包括本报告中所述，可以为发展政策带来挑战和机遇，¹⁴ 技术前瞻工作可以帮助预测即将到来的技术趋势，使人们能够作出主动和充分的社会反应。

三. 大数据和物联网

13. 大数据和物联网是新的数字发展，可优化现有业务活动，并有可能创造新的产品、服务、甚至行业。大数据指对超越以往硬件和软件资源存储和分析能力，对激增的信息来源进行积累和分析。数据存储能力的提高和数据来源范围的扩大使之成为可能。¹⁵

14. 物联网涉及连接的扩展，超出了人与组织的连接，扩展到连接日常生活中使用的物品和设备。¹⁶ 物联网使任何物品或设备可以接备，响应用户的指令，并收集可用于大数据分析的数据。¹⁷ 与物联网相关设备的实例包括监测日常活

¹⁰ A Kameoka, Y Yokoo and T Kuwahara, 2004, A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking, *Technological Forecasting and Social Change*, 71(6): 579–598.

¹¹ O Saritas, E Taymaz and T Tumer, 2006, Vision 2023: Turkey's national technology foresight programme – A contextualist description and analysis, ERC Working Papers in Economics 06/01 (Ankara, Economic Research Center).

¹² C Pietrobelli and F Puppato, 2015, Technology foresight and industrial strategy in developing countries, United Nations University–MERIT Working Paper Series 2015-016 (Maastricht, United Nations University–MERIT).

¹³ 同上。

¹⁴ 贸发会议，2015 年，《落实信息社会世界峰会成果：十年审查》（纽约和日内瓦，联合国出版物）。

¹⁵ 科学和技术促进发展委员会，2014 年，信息和通信技术促进包容性社会 and 经济发展，秘书长的报告，第 8 页。

¹⁶ 见脚注 14，第 78 页。

¹⁷ 同上。

动如饮食和睡眠的基于传感器的装置；使用手机控制家电；和用以提高农业生产率的传感器装置。在覆盖范围方面，预计可用设备的数量将从 2015 年的 150 亿增加到 2020 年的 500 亿。¹⁸ 物联网市场目前价值为 6,558 亿美元，到 2020 年应该达到 1.7 万亿美元，2025 年价值应在 3.9 至 11.1 万亿美元之间。¹⁹

A. 大数据、物联网和可持续发展

15. 大数据和物联网能够促进实现可持续发展目标，尤其是在目前互联网几乎无处不在的情况下。这些新技术有助于管理，有助于解决全球、区域、国家和地方各级的关键问题。本节讨论这些技术在企业发展、卫生、农业，能源和水方面的潜在用途和实例。

16. 大数据和物联网可以帮助促进企业发展。这些技术使企业能够对潜在和现有客户进行个性化的精细分析，改善用户体验，并有可能解决生产和相关流程的效率低下问题。例如，在非洲部署了完全通过移动电话网络分布并实施、得到有关气候和作物趋势大数据支持的世界首个小额保险产品。²⁰

17. 如果使治疗方法个性化，临床数据收集超越偶尔病人看医生的方式，病情发展(在个人和社区一级)被及早发现，得到积极处理，并找到更有效的治疗方法医治一系列顽症，卫生保健就可以得到改善。特别是，绘图数据可以帮助支持应对疾病爆发。²¹ 例如，在伤寒爆发期间，乌干达卫生部利用绘图数据应用程序，便利有关药品分配和医疗卫生队伍调动的决策。²²

18. 大数据和物联网还为农业创造新的可能性(包括粮食安全)。例如，印度创业公司 CropIn 为作物管理提供分析和软件解决方案。该公司利用卫星图像确定植被指数，最终为农民提供决策支持，帮助确保作物健康(见围框)。

¹⁸ World Economic Forum and INSEAD, 2012, *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World* (Geneva, World Economic Forum), pp. 171–318。

¹⁹ J Manyika, M Chui, J Woetzel, R Dobbs and J Bughin, 2015, *The Internet of things: Mapping the value beyond the hype* (McKinsey Global Institute), p.7。

²⁰ International Finance Corporation, 2015, *Kilmo Salama – Index-based agriculture insurance: A product design case study* (Washington, D.C.)。

²¹ J Manyika, M Chui, B Brown, J Bughin, R Dobbs, C Roxburgh and AH Byers, 2015, *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity* (McKinsey Global Institute)。

²² United Nations Global Pulse, 2015, *Data visualization and interactive mapping to support response to disease outbreak*, Global Pulse Project Series No. 20。

印度农业大数据

创建 CropIn 公司是要为作物管理提供软件解决方案和分析。今天，这种定制化云应用程序的客户是那些投资于食品加工和农业，不得不在很大程度上依赖其实地工作人员与农户连接的大公司。CropIn 公司的应用程序给作物标上标签，监控其生长情况，直至收获。在该系统中输入有关的播种时间和种子类型的信息，就能提供不同生产阶段作物生长情况的信息。CropIn 被 40 多家公司使用，使印度 15 个州约 100,000 农民受益。²³

19. 在日益城市化的世界上，减少能源消耗，实现可持续性，以及确保有效和高效的能源分配管理仍然是一个挑战。使用大数据技术可以更好地实现能源供需平衡。通过允许配备有太阳能电池板和风电涡轮机的家庭将多余的能源输回电网，智能电网可以使可再生能源在能源分配和生产方面发挥更大的作用。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需求的变化，降低供电成本和排放，以及避免大停电。²⁴ 例如，位于德里的一家创业公司 Zenatix 部署了智能电表和温度传感器，通过基于信息的警报，帮助家庭和办公室降低能耗。该公司影响的一个成功例子是使德里的信息技术研究所每年节省 30,000 美元的能耗费用。²⁵

20. 水的生产和高效分配问题，尤其是在城市地区，是国家、地区和地方政府的一个长期挑战。可以发掘利用与物联网相关的装置，如传感器、仪表和手机，用于更智能的水管理，如孟加拉国利用无线传感器网络监测和研究水质的案例。

21. 在监测实现可持续发展目标进展情况方面，关键是收集和衡量各种发展指标。在这方面，各利益攸关方、包括国际组织、学术机构和企业都在探索大数据如何能有助于相关目标的监测活动。²⁶ 例如，联合国世界粮食计划署进行的一项研究使用移动数据来评估粮食安全。结果表明，通话时间可作为市场食品开支的代用指标。²⁷ 然而，将大数据转化为可采取行动的信息，以监测发展进程，除了获得正确的数据集之外，在成套技能和技术方面也有一些具体要求。²⁸ 此

²³ P Vikram Singh, 2015, The start-up revolution: Smart solutions for social good, *Governance Now*, 17 August.

²⁴ 贸发会议，2015，《促进可持续城市化的科学、技术和创新》，贸发会议“科学、技术和创新当前研究”第十期(纽约和日内瓦，联合国出版物)。

²⁵ V Dora, 2015, Will energy and water challenges propel an IoT wave in India?, *Your Story*, 20 July.

²⁶ 例如，联合国统计委员会和 Global Pulse 的工作。

²⁷ United Nations Global Pulse, 2015, *2014 Annual Report*.

²⁸ United Nations Global Pulse, 2013, *Big data for development: A primer*, p.7.

外，还必须注意产生较少数据和/或数据分析能力较弱的国家，如最不发达国家，以避免给数字鸿沟增加新的方面问题。²⁹

22. 大数据和物联网传感器还可用于研究和发展。这些技术使研究人员能够分析和发现迄今一直无法企及的科学数据的模式。在许多领域，这些能力极为相关，例如气象预报和理解人脑如何工作。然而，大数据和物联网也对科学构成挑战。其中一些涉及(a) 便利获得公共资助的数据；(b) 保护数据隐私；(c) 确保全球可得通过大数据和物联网提供的研究机会的挑战，尤其是在最不发达国家。³⁰

23. 许多大数据技术和人工智能算法都是在开放获取许可证的技术之上建立的。从而使其能够免费提供使用、共享、修改和调整。还创造了机会，使当地和有利于穷人的本地创新能适应本地需求和市场。通过使用开放获取许可证，地方院校可以针对其国内挑战，开发大数据技术适应软件和机器学习算法。但是，要采用和创造性地使用这些技术，公民需要具备相应技能(例如，能够进行大数据分析和可视化，要求数学和计算机技能)。³¹ 这突出表明了能力建设的重要性，以便能够利用这些新技术的优势。

24. 而且，小规模企业家开始利用这些新技术和其他技术，如 3D 打印技术，导致出现了一种新的“制造者运动”。有人认为，这种趋势有可能改变供应链中谁是生产者的性质，使大数据更有价值。³² 但是，也有人担心制造者运动的经济潜力。这些涉及企业家积累推出能够与专业设计团队和制造机构竞争的产品所需知识的能力。³³

B. 与大数据和物联网有关的关注问题和挑战

25. 大数据和物联网的日益发展和应用引起了对一些具体问题的关注，涉及与这些数字技术相关的威胁，可能影响到公民权利。其中包括互联网接入、隐私、数据所有权、市场集中度和安全框架等等。进一步了解这些问题对社会的影响可以帮助决策者适当地解决这些问题。

26. 大数据分析经常被用来预测将会发生什么，但不问为什么。这意味着，数据在很大程度上用于识别相关性，而不是分析因果关系。由于人们以原因和结果

²⁹ 同上，p. 6。

³⁰ International Council for Science, InterAcademy Partnership, World Academy of Sciences and the International Social Science Council, 2015, *Open Data in a Big Data World: An International Accord*. Abbreviated version available at <http://www.icsu.org/science-international/accord/open-data-in-a-big-data-world-short> (accessed 23 February 2016)。

³¹ 世界经济论坛，2016年，职业未来：第四次工业革命的就业、技能和劳动力战略(日内瓦)。

³² C Anderson, 2012, *Makers: The New Industrial Revolution* (New York, Crown Business)。

³³ A Jackson, 2014, Makers: The new industrial revolution, *Journal of Design History*, 27(3): 311–312。

感知世界，从大数据得出的相关性结论可能被用来支持错误的因果关系假设。这可能导致关于所要采取的行动和正在衡量的系统的不正确的推论和结论。³⁴ 这意味着，在使用大数据分析时，必须考虑因果关系问题。而且，重要的是要认识到，大数据和物联网的潜在好处并不取决于现有的信息量，而是取决于我们理解这些数据以获得有用见解的能力。这一点经常被误解，并可能导致不准确的结论。

27. 大数据和物联网的部署和使用日益增多可以创造各种就业机会。例如，对美利坚合众国的估计报告说，2014年大约存在50万个大数据工作(大数据工作被定义为需要大数据技能，如数据分析和大数据方案知识的职业)。³⁵ 除其他因素外，国家积极竞相参与全球市场的潜力取决于它们是否有能力提供训练有素的劳动力，他们能够理解通过这些创新创造的前所未有的海量数据，并利用这些数据创造价值。与大数据和物联网相关的一些职业是数学、计算和工程。³⁶ 除了训练有素的劳动力外，物联网和大数据的有效应用将需要一系列支持性基础设施和扶持型政策框架，如云计算资源和互操作性标准。

四. 3D 打印

28. 3D 打印涉及通过层叠所需材料以产生三维结构创造物质产品。³⁷ 它代表生产方式的变革，纳入了“数据化物和物化数据的能力”。³⁸

29. 虽然3D打印大约三十年前才发明，但由于随着计算机辅助设计、互联网、制造业新材料和云计算等互补的发展，成本显著降低，3D打印现已成为了全球制造商的一种可行的技术。估计表明，3D打印市场在发达国家和发展中国家以迅猛的速度显著增长。³⁹

³⁴ V Mayer-Schönberger and KN Cukier, 2013, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* (Boston, Houghton Mifflin Harcourt), p. 163.

³⁵ M Mandel, 2014, *Where are the big data jobs?* (Washington, D.C., Progressive Policy Institute).

³⁶ 见脚注 31。

³⁷ D Cohen, K George and C Shaw, 2015, *Are you ready for 3-D printing?*, *McKinsey Quarterly*, February.

³⁸ A.T. Kearney Inc., 2015, *3D Printing: A Manufacturing Revolution*, available at <https://www.atkearney.com/documents/10192/5992684/3D+Printing+A+Manufacturing+Revolution.pdf/bf8f5c00-69c4-4909-858a-423e3b94bba3> (accessed 25 February 2016).

³⁹ Wohlers Associates, 2014, *Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report* (Fort Collins).

A. 3D 打印与可持续发展

30. 对于那些制造能力不强，依靠大量进口消费品的国家，3D 打印可能代表了一个机会。3D 打印在一系列与可持续发展相关的领域都可以应用，包括企业发展、环境可持续性、住房和建筑以及教育等领域。

31. 在企业发展方面，特别是在制造部门，3D 打印具有提供大规模定制的能力：可以从事大规模生产而无需高额固定成本资本投资，与传统方法相比，可变成本较低；由于设计、加工和生产周期较短，生产速度快；由于产品生产更贴近需求点和库存较少，简化了供应链。⁴⁰ 此外，3D 打印还有可能因简化生产流程和生产链而促进当地创新。由于未使用的材料在后续打印中重新使用，3D 打印还具有减少废物的潜力。

32. 在环境可持续性方面，如果可应用于大量生产消费品或汽车制造，3D 打印技术可能有助于使经济增长与温室气体排放和资源使用浪费脱钩。⁴¹

33. 在建筑部门，3D 打印原型已用于在世界各地廉价且快速地构建示范型实验建筑物。这项技术可能有助于解决有关提供具有成本效益和可持续住房的难题。⁴² 建筑业 3D 打印的优点包括建筑更精确和更快捷，以及降低劳动力成本、减少产生垃圾以及健康和安全风险。最后，在教育部门，3D 打印可以促进创新学习，因为抽象的概念被印制成三维实物模型，帮助学生理解。

B. 涉及 3D 打印的关注和挑战

34. 虽然 3D 打印有可能促进经济多样化，减少碳排放，有利于创新学习，以及其他部门和跨部门的应用，但在利用该技术的潜力，同时尽量减少其风险方面，若干问题需要考虑。

35. 第一，这项技术的广泛部署可能会影响就业模式，尤其是在制造部门。如果 3D 打印成熟到这样的地步，能够瓦解传统制造业，它就可能会影响到制造业强国对工厂工人的需求。⁴³ 还需要作进一步的研究，考察其对劳动力市场的潜在影响，特别是在发展中国家和最不发达国家。

⁴⁰ 见脚注 38。

⁴¹ M Gebler, AJM Schoot Uiterkamp and C Visser, 2014, A global sustainability perspective on 3D printing technologies, *Energy Policy*, 74: 158–167。

⁴² 中国 3D 打印建房的案例，见 <http://www.ibtimes.co.uk/china-recycled-concrete-houses-3d-printed-24-hours-1445981> (2016 年 2 月 23 日录入)。

⁴³ J Lanier, 2013, *Who Owns the Future?* (New York, Simon & Schuster)。

36. 第二，3D 打印在生产过程可能采用突出表明，必须提升劳动力的技能，提供熟练的技术人员，和能够创建和管理先进的自动化生产系统的专家。⁴⁴

37. 第三，3D 打印可能影响货物贸易。这是因为该 3D 打印可能在简化供应链方面产生影响，这可能意味着货物贸易被数据传输所取代。⁴⁵ 但是，如果 3D 打印要超越目前的原型作用，支持在全球制造链中的生产，还要考虑技术和成本方面的问题。⁴⁶

38. 第四，3D 打印机也有负面的环境影响。其中包括往往消耗比其他形式制造更多的电能(例如与注射成型相比)，不健康的空气排放(特别是在家庭环境中)和增加对塑料的依赖。⁴⁷ 因此，如果 3D 打印要促进更加可持续的发展，就需要协调努力，进行创新，以最大限度地发挥其潜在环境效益，降低相关环境成本。

39. 第五，3D 打印可能引起知识产权、数据隐私和保护及网络犯罪问题，可能需要决策者考虑。特别是，这项技术可能对物质产品生产者产生负面影响。因为目前还不清楚互联网免费共享 3D 模型是否将遵循类似于过去十年数字音乐所走的路径。3D 打印还可能造成一些威胁，需要加以处理，涉及数据共享及打印有害和危险物品的问题。

五. 数字自动化和未来的工作

40. 以前人们认为，人类和数字劳动之间有分工，人类专注于不能分解为规则或算法的任务，而计算机依靠明确定义的规则，侧重于信息处理任务。⁴⁸ 然而，随着最新的技术进展，一系列广泛的非例行任务现在也同样变得可以自动化。⁴⁹

41. 数字自动化的特点是计算机担负更多与认知有关的任务而不仅仅是体力工作任务的能力。⁵⁰ 最近数字自动化的典型特征是：(a) 计算机能够完成认知任

⁴⁴ 见脚注 31。

⁴⁵ Fung Global Institute, Nanyang Technological University and World Trade Organization, 2013, *Global Value Chains in a Changing World* (Geneva, World Trade Organization)。

⁴⁶ 见脚注 38。

⁴⁷ L Gilpin, 2014, The dark side of 3D printing: 10 things to watch, TechRepublic, 5 March。

⁴⁸ E Brynjolfsson and A McAfee, 2014, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* (New York, Norton)。

⁴⁹ C Benedikt Frey, MA Osborne and C Holmes, 2016, *Technology at work v2.0: The future is not what it used to be En Fr Sp Ru Ch Ar* (Oxford Martin Institute and Citi), p.11。

⁵⁰ DH Autor, 2015, Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3): 3–30。

务，而不仅仅是体力工作；(b) 职业被消解的速度大于被创建的速度。⁵¹ 历史上和当代的工作自动化显著影响到政府有关就业、劳动力和整体经济增长的政策。

A. 数字自动化对就业的影响

42. 从乐观方面说，数字自动化可以解放工人，以从事更有创意和有趣的工作任务和文化活动，将更加能够预测的例行活动交给机器去做。⁵² 但是，由于自动化提高工人的生产率，可以用边际成本扩大业务规模，它可能消除对工人的需求。例如，有人认为，无人驾驶汽车将消除对出租车、公交车和卡车司机的需求，个人护理机器人可能取代护士和护工的工作。⁵³

43. 在自动化的潜在影响方面，最近采用美国的数据所作的研究表明，该国就业总数的大约 47% 有被计算机化的风险。具体而言，美国运输、物流、办公室及行政支助工作人员的风险最高。许多服务行业人员的职业也很容易被计算机化。还有证据表明，工资和受教育程度与计算机化的概率负相关。⁵⁴ 据预测，在美国，中等技能工作将进一步耗竭。⁵⁵

44. 提高自动化程度可能触发分层职位丧失周期，可能导致不平等扩大和福利减少。工作可分为例行与非例行工作和体力与认知工作。⁵⁶ 例行工作任务——指可以指令计算机如何重复该任务的工作——最有可能数字自动化，无论这些任务是体力(如生产线作业的一部分)还是认知(如向计算机数据库的例行数据输入)。

45. 这一分层职位丧失被称为职位两极分化：对中等技能职位需求崩溃，而非例行的认知作业(如财务分析)和非例行体力工作(如理发)则相对能较好持续。⁵⁷ 非例行体力工作持续较好的原因是，人体运动的灵巧和灵活，目前机器人很难模仿。非例行认知工作也不容易例行化，因为它们需要的创造力水平和非显而易见的认知任务，目前难以用计算机算法表达。但是，在这两极之间的中等技能工作

⁵¹ 见脚注 48。

⁵² UNCTAD, 2016, *Harnessing emerging technological breakthroughs for the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Policy Brief No. 45。

⁵³ 见脚注 48。

⁵⁴ C Benedikt Frey and MA Osborne, 2013, *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* (Oxford Martin School), pp. 44–45。

⁵⁵ Based on an approach that classifies jobs based on education and training levels, “middle-skill” jobs are those that generally require some education and training beyond high school but less than a bachelor’s degree: HJ Holzer and RI Lerman, 2009, *The future of middle-skill jobs*, Center on Children and Families Briefs No. 41 (Brookings), p. 1。

⁵⁶ 见脚注 52。

⁵⁷ 见脚注 48。

正在消失，剩下的工作两极化，分为非例行体力工作和非例行认知工作。相反，计算机和人类认知能力互补性强的职业，例如那些涉及非例行任务的职业，则能够更好地抗衡自动化进程。人们还发现，感知和操控、创造性和社会智能这些任务则不大可能自动化。⁵⁸

46. 此外，自动化可能对妇女和男子影响不同。妇女在科学、技术、工程和数学类职业中人数较少，因此，她们可能无法利用对具有这些方面技能工人需求增加的好处。最近对 13 个主要发达国家和新兴经济体进行的一项调查揭示，女性就业集中在低增长或下降的职业，如销售、商业和文书类。与此同时，妇女在自动化有望取代有关职位的部门，如制造业和建筑业的代表性也不足。根据这些调查所作预测表明，在这些领域，预期由于颠覆性的技术变革引起的失业对妇女和男子几乎同样沉重。⁵⁹

B. 与自动化相关的关注问题和挑战

47. 数字自动化有可能提高工作地点生产率和经营规模。可以通过将更可预测的例行活动交给机器人，使工人受益，并可能扩大提供解决问题的技能、适应力和创造力的工人的比较优势。然而，自动化有可能减少涉及例行任务职业的现有职位数目，并导致各个部门就业组成及工作职能的变化。⁶⁰

48. 数字自动化可能严重影响到就业前景，特别是在以低成本劳动力为竞争优势的发展中国家。未来数年，这些国家可能受数字自动化影响最大，因为，如果劳动力可以由机器人和其他自动化方式取代，低工资的竞争优势就将在很大程度上消失。在这方面，最近的一份报告⁶¹ 估计，在未来几十年中，发展中国家所有职位的三分之二都可能会自动化。但该报告也强调，在短期内，对大多数发展中国家而言，因自动化而带来的大规模净职位消解不应成为一个关注问题。原因有两个：新的职位和现有职业中新任务的创建；机器和数字技术尚不完美，甚至不能很好地替代许多任务。

49. 国家可以通过提供所需教育和培训，对劳动力市场的需求作出反应，帮助减轻自动化的潜在负面影响。⁶² 前瞻可以是一个有用的工具，用来预测有多少人将被计算机取代，以及在哪些部门。⁶³ 应调查这些就业影响，并将其纳入国

⁵⁸ 见脚注 49。

⁵⁹ 见脚注 44。

⁶⁰ 见脚注 50。

⁶¹ 世界银行，2016 年，《世界发展报告 2016: 数字鸿沟》(华盛顿特区)。

⁶² 见脚注 50。

⁶³ 一个可说明问题的例子是，新加坡最近进行的关于自动化与就业的未来的技术前瞻工作。见 Centre for Strategic Futures, 2015, *Foresight*, Prime Minister's Office, available at <http://www.csf.gov.sg> (2016 年 2 月 24 日录入)。

家经济发展政策规划，包括劳动力市场、教育和培训政策及产业政策。如果某些行业特别受到影响，决策者可以按照国家发展目标，主动塑造劳动力市场和制定教育政策，以应对这些挑战。

六. 大规模开放在线课程和数字学习

50. 大规模开放在线课程是允许通过万维网开放获取和参与的在线课程，能够促进电子学习。⁶⁴ 除了在线视频讲座外，MOOCs 还提供额外的功能，如在线社会分享、互动式教学方法、帮助主持讨论论坛的社区助教。由于提供教育内容的数字性质，MOOCs 还能够追踪学生的活动和成绩。

A. 大规模开放在线课程与可持续发展

51. 大规模开放在线课程有助于实现可持续发展目标 4——“提供包容和公平的优质教育，让全民终身享有学习机会”。⁶⁵ MOOCs 具有以较低成本提供大众教育的潜力。MOOCs 具有彻底变革教育提供的潜力，尤其是在资源贫乏地区。它能够降低扩大教育的成本，降低向得不到充分服务者提供优质教育内容的成本，具有经济和社会影响。

52. 但是，也有可能降低 MOOCs 的潜在获取和使用的各种因素。其中的一些涉及基础设施的获取，涉及教材的内容。在基础设施方面，参与 MOOCs 要求用户有可靠的互联网连接，包括升级的软件和硬件。这就意味着，缺乏互联网和/或电力基础设施的互连不足地区和农村地区学生无法从 MOOCs 中受益。⁶⁶ 这突出表明，重要的是，首先要缩小数字鸿沟，公民才可以利用新兴的信通技术优势。

53. 关于内容，语言和本地内容相关性都可能妨碍 MOOCs 的潜在使用。在大多数情况下，通过 MOOCs 提供的课程和教材都用英文提供。⁶⁷ 这可能会限制非英语国家的人部署这些电子学习工具的潜力。通过 MOOCs 提供的内容，还往往是标准化的，可能不相关或不适合当地内容及教育需求和优先事项。

⁶⁴ 另一个支持开放学习和教育的电子学习主动行动是“开放教育资源”：见教科文组织，2015年，“开放教育资源基本指南”，可查阅 <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002158/215804e.pdf> (2016年2月24日录入)。

⁶⁵ M Sharples 在科学技术促进发展委员会闭会期间小组会议的介绍，2016年1月12日。

⁶⁶ J Hansen and J Reich, 2015, Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses, *Science*, 350(6265): 1245–1248。

⁶⁷ B Moser-Mercer, 2014, MOOCs in fragile contexts, in Proceedings of the European MOOCs Stakeholders Summit 2014, Lausanne, 10–12 February。

54. MOOCs 等数字学习技术并不保证改善教育成果，只有通过实验、监测和评价，才能评估其影响。MOOCs 和其他电子学习技术应针对教育需求来设计和应用。在分析电子学习项目的可持续性和推广问题时，还需要考虑适合于特定国家或地区的教育目标以及教学方法。

七. 政策教益

55. 本章借鉴了科学和技术促进发展委员会 2016 年 1 月布达佩斯闭会期间小组会议专题小组的讨论，以及本报告编制过程中进行的研究。讨论涉及本报告在可持续发展目标的背景下审议的新兴技术的影响。以此为背景，确定了三个政策教益。

A. 利用信通技术优势的基本要求仍然适用

56. 今天创建新的数字技术的背景与十年前相比有很大的差别。由于移动电话和互联网接入日益普及，数字技术无处不在，形成了一种新的环境，新技术正是在这样一种环境中开发的。此外，全球最近商定了可持续发展目标，这是新技术出现的全球背景。尽管存在这些差异，但在其对国家和社会提供的机遇和提出的挑战方面，老技术和新兴技术也有一些共性。这突出表明了继续解决发展政策的基本问题(如获得能源、卫生、投资和技能)、和汲取过去的经验教训的重要性。

57. 重要的是要承认并理解，数字技术的应用可能对社会包容产生负面影响，并可能导致不平等。例如，大数据和相关数字技术有可能会扩大公民之间的差距。这些差距可能出现在国家之间——发展中国家和最不发达国家更加落后，也可能出现在国家内部，因为性别、种族、地理位置和其他因素的影响。

B. 当地情况和技能对最大限度地发挥信息和通信技术带来的好处至关重要

58. 开发和应用新兴技术应当响应当地需求并驱动创新。在顾及各国的社会经济和政治情况，纳入有利于穷人的、具有包容性和以人为本的考虑之时，新技术会推动可持续发展。

59. 本地能力必不可少，以确保各国受益于新的数字技术，同时尽量减少其负面影响。这突出表明，需要所有利益攸关方协调努力，积极主动地适应劳动力市场对成套技能需求的变化。

C. 监管框架必须适应新兴技术带来的新挑战

60. 新兴技术不仅创造发展机会，也带来挑战。它们涉及数据保护、共享和管理，需要由决策者来解决。而且，在考虑数据财产如何在利益攸关方之间分配

时，新兴技术在公民权利和权力平衡方面还构成新的挑战。其中可能包括隐私、危及消费者保护的新的(企业)权力结构、对特定数字技术的依赖等等。

61. 新的数字技术还能够以先前难以想象的方式实现参与式治理。但这需要一个参与的民间社会和优先考虑这类互动并能有效利用此种数字技术的政府。

D. 技术前瞻制度化有助于决策

62. 前瞻可以帮助识别技术的发展及其经济和社会影响。然而，其最显著的特点是在结合各项公共政策实施时——它可以帮助以可取的方式塑造未来，在降低风险的同时，能够使技术的好处最大化。

63. 前瞻取决于分析的水平，对地方、区域或全球的关注影响不同。关键的挑战是以这样一种方式使前瞻进程制度化，要有助于国家发展战略和满足当地需求。这有助于确保相关利益攸关方不仅参与情景构建工作，而且还参与相关政策举措。相对于前瞻工作中所分析的特定技术而言，这凸显了前瞻进程的重要性。前瞻还具有作为不同级别(地区、地方、部门)工具的潜力，突出表明了能力建设活动的重要性，包括通过采用培训师团队，他们能够便利部署和转让技能。

八. 结论和建议

64. 闭会期间小组着重提出以下结论和建议，供定于 2016 年 5 月 9 日至 13 日在日内瓦举行的委员会第十九届会议审议。

A. 主要结论

65. 只有具备所需互补基础设施(例如，人力资本、能源基础设施和法律框架)和优质数字基础设施(特别是宽带连接)，所讨论的新兴数字技术才能给各国造成优势：

(a) 作为现有决策和国家发展规划过程的一部分，将技术前瞻制度化，能够帮助各国最好地利用数字发展提供的机会，同时应对各种挑战。

(b) 大数据分析和物联网有很大的潜力，能促进实现可持续发展目标，但也引起数据的隐私、安全和保密问题。

(c) 许多大数据技术和人工智能算法是在开放获取许可证的技术之上建立的。这提供了机会，进行包容性和有利于穷人的创新，使地方适应紧迫的发展问题。

(d) 3D 打印在一系列与可持续发展相关的领域都可以应用，包括企业发展、环境可持续性、建筑和教育等领域。但是，它也有可能对劳动力市场产生负面影响，并造成安全和知识产权问题。

(e) 虽然 3D 打印还没有成为一种广泛使用的制造工艺，但它提供了可以重塑生产工艺的技术机会。其中包括大规模定制的潜力，降低制造的可变和固定费用，以及简化生产链。还需要进一步研究，以确定潜在的机遇和挑战的确切规模，特别是在发展中国家和最不发达国家。

(f) 数字自动化有可能提高工作地点效率和经营规模。通过将更加能够预测的例行活动交给机器人去做，使工人受益，并创造需要新技能的职位。然而，自动化有可能减少现有职位，并导致各个部门就业组成及工作职能的变化。为了减少对就业的负面影响，劳动力的技能应当与潜在雇主的新的要求一致。

(g) MOOCs 可能为各国提供了一个机会，尤其是在资源贫乏地区，以低成本提供大众教育。然而，如果不针对那些最需要的人们，MOOCs 有可能扩大教育和技术鸿沟。

B. 建议

66. 鼓励成员国考虑以下行动方针：

(a) 参与前瞻工作，以了解数字发展在本国情景中的作用，特别是其在对争取实现国家和全球发展目标的贡献方面。

(b) 通过适当的国家政策，支持新兴数字技术的发展、适应和传播，以利用这些技术创造的技术跨越机会。

(c) 制定数据监管政策，以平衡个人和集体的权利，维护隐私和安全，同时确保持续创新。

(d) 提高有关数字技术可能对公民权利构成潜在威胁的认识，并制定适当的政策和战略，以解决这些问题。

(e) 考虑利用数字化的发展，通过政府主导的努力(例如公共资助的试点项目等)，追求可持续发展，从而为社会提供有关特定数字技术潜力的信息。

(f) 继续促进数字发展的扶持性环境，除其他外，通过加强核心信通技术和互补型基础设施(如人力资本、能源基础设施和法律框架)。

67. 鼓励委员会采取以下步骤：

(a) 作为能够共享前瞻工作所获教益的一个论坛，包括有关增长和发展的挫折和机会；

(b) 监测变化的数字发展及其对可持续发展的影响，特别是对最不发达国家的影响。