



## 贸易和发展理事会

投资、企业和发展委员会

第十一届会议

2019年11月11日至15日，日内瓦

临时议程项目5

## 结构转型、产业 4.0 与不平等：科学、技术和创新政策挑战

## 贸发会议秘书处的说明

## 概要

结构转型是经济发展中的一项核心进程。国家如果不能提高生产能力并将资源转移到生产率较高的部门，就无法实现《2030年可持续发展议程》。早期的结构转型带来生产率提高、就业增加和工资提高，为更公平的收入分配创造了条件。但在人工智能和机器人技术等前沿技术的推动下，产业 4.0 可能会改变走上工业化道路的游戏规则。随着劳动者被迫离开生产率低的部门，自动化水平提高可能会减少他们找到体面工作的机会，还有可能对工资造成下行压力。数字产业中日益明显的高度市场集中可能会加剧这一情况，从而导致任何生产率提高的惠益都可能仅归于少数几家公司的所有者，收入分配可能会倾斜到不利于社会稳定的程度。

本说明探讨了科学、技术和创新(科技创新)政策可以如何为技术变革和在市场部署技术提供方向。通过促进经济多元化和更广泛的技术扩散，这种导向和部署将使产业 4.0 的惠益扩大到创造就业、提高工资和满足尚未满足的社会需求。本说明还探讨了如何通过国际合作加强国家能力，以设计和实施利用产业 4.0 促进包容性和可持续发展的科技创新政策。



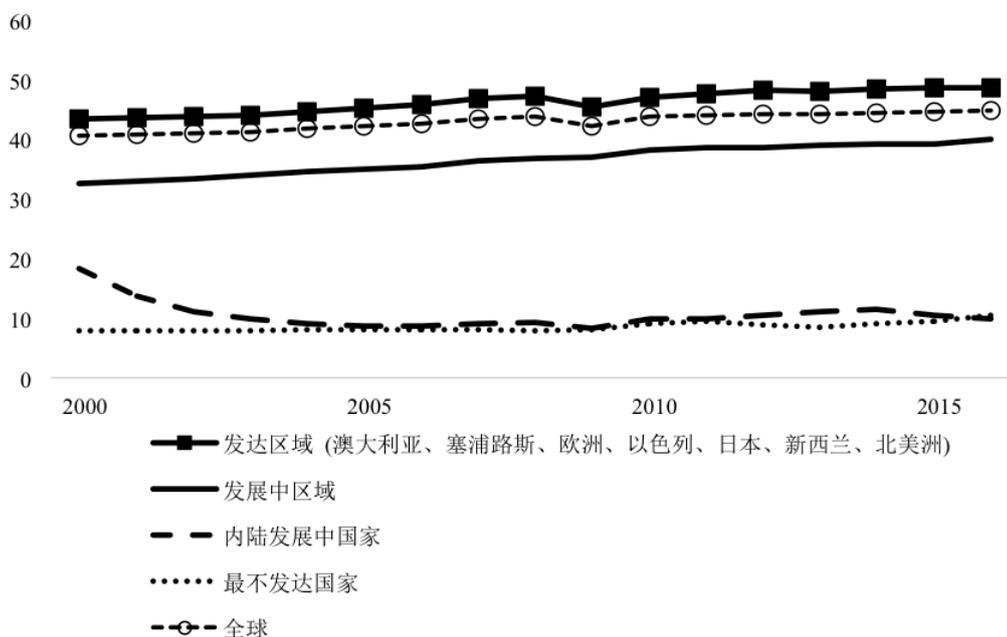
## 一. 导言

1. 结构转型是指土地、劳动力和资本等生产要素从生产率和附加值较低的活动和部门转移到生产率和附加值较高的活动和部门，这两类活动和部门的所在地、组织方式和技术含量往往有所不同。较高的生产率可以提高生活水平，因此结构转型成为经济发展的核心进程。<sup>1</sup> 结构转型使经济从工资较低和回报不断减少的活动，往往是与农业相关的活动，转移到工资较高和回报不断增加的活动，如制造业。在历史上，结构转型曾带来就业和工资增长，为更公平的收入分配创造了条件。在人工智能、机器人技术和智能制造业等前沿技术的推动下，产业 4.0 可能会改变希望走上工业化道路的游戏规则。前沿技术正在迅速发展。因此，技术变革可能扩大技术差距，从而扩大国家间的不平等。前沿技术的快速变革还有可能导致劳动者和社会政策制定者更难管理劳动力市场的转型，还可能因此加剧国内的不平等。

2. 国家只有通过将资源转移到生产率较高的部门，以最佳方式利用生产能力，才能实现《2030 年可持续发展议程》。可持续发展目标 9 的目标是过渡到更高的生产率。然而，在最不发达国家和内陆发展中国家，生产率较高的部门，特别是制造业的附加值仍然很低，甚至与其他国家类别背道而驰。这种附加值的差异导致在生产率趋势和技术差距方面出现差别(见图)。

可持续发展目标指标 9.b.1: 2000-2015 年部分区域中高科技产业附加值在总附加值中的比例

(百分比)



资料来源：联合国全球可持续发展目标指标数据库。

<sup>1</sup> 贸发会议，2018 年 a，《2018 年最不发达国家报告：创业促进结构转型——打破常规》(联合国出版物，出售品编号：E.18.II.D.6，纽约和日内瓦)。

3. 此外，在人工智能和机器人技术的快速发展的推动下，自动化可能首先会摧毁就业机会。虽然可能会创造新的就业机会，但数量可能较低，而且可能需要时间。这有可能导致劳动者失业，还有可能给工资带来下行压力。但产业 4.0 对收入分配和不平等的影响将不仅仅是技术变革的结果。对不平等的影响还将取决于经济、政治和监管因素的共同作用。例如，受教育机会、税收和公共支出方面的选择以及劳动力市场机构可能影响对不同社会群体的结果。

4. 本说明将探讨科技创新政策可以如何指导并支持技术的变革和部署，以便促进经济多元化和更广泛的技术扩散，从而减少不平等。科技创新政策有助于将产业 4.0 的惠益扩大到创造就业、提高工资和满足尚未满足的社会需求。此外，本说明还将探讨国际合作可以如何开启关于近期技术变革的对话，并加强国家能力，以设计和实施利用产业 4.0 促进包容性和可持续发展的科技创新政策。

## 二. 技术和创新在结构转型和产业 4.0 中的作用

### A. 技术和创新在结构转型中的作用

5. 许多发展中区域的结构转型遵循类似的模式，带来生产率提高、就业增加和工资提高，为增进繁荣创造了条件，还相应改善了获得许多对社会公平至关重要的公共产品的机会，包括医疗和教育。鉴于制造业生产率提高的潜力和相应的工资上涨——当农业剩余劳动力减少时往往溢出到其他经济部门——工业化一直是结构转型过程中的一项重要因素。结构转型的这种经典模式在结构转型与快速产业增长同时发生的东亚最为突出。<sup>2</sup> 关于制造业与结构转型的持续相关性一直存在争论，还有观点认为，服务业也可以推动这一过程。

6. 在历史上，结构转型主要是从农业向制造业转变。但只考虑大的经济部门，例如农业、采矿业、工业和服务业，可能掩盖了特定活动之间生产率的巨大差异。因此，比较近期的观点是，结构转型不仅涉及不同部门之间的转变，还涉及在部门内部转向知识密集程度更高和创造更高附加值的活动。在这种更广义的结构转型定义中，新技术和创新是推动开发新产品、流程、组织方式和市场的关键因素。<sup>3</sup> 这种更复杂的产品可能出现在任何部门(例如农业和服务业)，而不仅仅是制造业。如此看来，结构变革对发展中国家和发达国家都是至关重要的，前者要迎头赶上，后者要始终立于技术前沿。

7. 说到底，生产升级和多元化是技术创新的结果，而技术创新往往采取模仿世界领先技术的形式。一开始，这种模仿型技术学习涉及直接复制和逆向工程，随后是对产品和流程的细微修改。大不列颠及北爱尔兰联合王国、美利坚合众国、日本以及最近的中国和其他新兴经济体的发展进程早期都经历过这种情况。可以

<sup>2</sup> 贸发会议，2016 年，《2016 年贸易和发展报告：结构转型促进包容性和可持续增长》(联合国出版物，出售品编号：E.16.II.D.5，纽约和日内瓦)。

<sup>3</sup> 贸发会议，2014 年，《2014 年最不发达国家报告：增长和结构转型齐头并进——2015 年后发展议程》(联合国出版物，出售品编号：E.14.II.D.7，日内瓦)。

通过各国的吸收能力来成功开展这种模仿型技术学习。吸收能力具有路径依赖性。以往积累的技术知识影响今后吸收新知识的潜力。<sup>4</sup>

8. 关于结构变革的文献强调了这样一种观点，即一些部门比其他部门更有利于今后的经济发展。<sup>5</sup> 与此同时，多元化具有路径依赖性。一个国家当前的生产能力可能会影响该国今后要生产什么。最近的研究已经得出了证明这种路径依赖性的产品空间图。<sup>6</sup> 这些图表显示，一些产品与其他产品具有更好的联系。因此，这些产品采用的技术和创新可以促进今后的进一步创新。其他产品则像是死胡同——这些产品所需的生产能力和技术能力不太可能用于开发新产品，因此不会产生进一步创新和多元化。一旦一个国家达到其生产能力，就很难将这些能力转而用于另一种生产。因此，以结构转型为目标的政策需要设定创新的方向。

## B. 产业 4.0: 现状与趋势

9. 产业 4.0 是指在制造业中更多地使用自动化和数据交换——目前的趋势，从而带来智能和互联的生产系统。<sup>7</sup> 这是第四次工业革命的主要驱动力之一。产业 4.0 通过连通性、工业物联网、大数据收集和分析、新形式的人机交互、机器人技术和 3D 打印带来的使用数字指令方面的改进，与制造业更大程度的数字化相关联。

10. 表 1 介绍了与产业 4.0 相关的若干前沿技术的现状。关于人工智能的论文发表和专利数量最多。物联网在市场规模方面最大，部分原因是这项技术囊括的要素范围广泛(即软件、服务、连通性和设备)以及有大规模的工业应用(工业物联网)。紧随其后的是大数据技术、机器人技术、人工智能、3D 打印和第五代移动服务(5G)。

11. 亚洲、欧洲和美国的一些大公司通过提供包括硬件、存储、服务器、数据中心空间、网络组件、软件和云平台的一体式平台，主导了人工智能、物联网和大数据等前沿技术的市场。随着越来越多的用户为节约成本而倾向于选择这些供应商提供的即买即用服务，而不是搭建自己的系统，提供有限服务的竞争者发现难以匹敌，市场份额和利润的集中程度因此提高了。

<sup>4</sup> M Cimoli、G Dosi 和 JE Stiglitz，2009 年，“能力积累的政治经济学：产业发展的以往政策和今后政策”，M Cimoli、G Dosi 和 JE Stiglitz 编，2009 年，《产业政策和发 展：能力积累的政治经济学》，牛津大学出版社，牛津。

<sup>5</sup> 例如，见 R Prebisch，1959 年，“欠发达国家的商业政策”，《美国经济评论》，49:251-273。

<sup>6</sup> CA Hidalgo、B Klinger、AL Barabási 和 R Hausmann，2007 年，“产品空间决定国家发展”，《科学》，317(5837): 482-487。

<sup>7</sup> 联合国工业发展组织，2017 年，《通过产业 4.0 加快推广清洁能源：制造下一场革命》，维也纳。

表 1  
前沿技术的现状

标准	人工智能	物联网	大数据	5G	3D 打印	机器人技术
论文发表	330,471	51,625	58,500	5,132	13,980	212,382
专利数量	38,486	24,654	7,986	3,174	10,270	8,024
价格	保险欺诈检测工具： 100,000-300,000 美元， 聊天机器人： 30,000-250,000 美元	心电图监测仪： 3,000-4,000 美元 建筑物和家庭自动化： 50,000 美元起	搭建和维护一个 40TB 的数据仓库： 每年 880,000 美元	每月比 4G 贵 10-20 美元	200-100,000 美元	工业机器人： 25,000-400,000 美元 人形机器人： 500-2,500,000 美元
市场规模	160.6 亿美元(2017 年)	1,300 亿美元(2018 年)	319.3 亿美元(2017 年)	6.083 亿美元(2018 年)	99 亿美元(2018 年)	317.8 亿美元(2018 年)
主要生产者	Alphabet、亚马逊、 苹果、IBM、微软	Alphabet、亚马逊、 思科、IBM、微软、 甲骨文、PTC、 Salesforce、思爱普 [数据处理系统应用和 产品平台](物联网 云平台)	Alphabet、亚马逊、 戴尔科技、惠普公司、 IBM、微软、甲骨文、 思爱普、Splunk、天睿 (存储平台、分析)	网络设备供应商： 爱立信、华为、 诺基亚、中兴  芯片制造商：华为、 英特尔、联发科技、 高通、三星电子	3D 系统：ExOne、 惠普公司、 Materialise、 Stratasys	工业机器人：ABB、 发那科、KUKA、 三菱电机、安川电机  人形机器人： 汉森机器人、 PAL 机器人、 乐博益思、 软银机器人
主要使用者	零售业、银行业、 离散制造业	消费者、保险业、 保健服务提供者	银行业、离散制造业、 专业服务	能源公用事业、 制造业、公共安全	离散制造业、 保健、教育	离散制造业、加工 制造业、资源产业

资料来源：贸发会议，即将发布的《2020 年技术和创新报告》。论文发表和专利数量数据涵盖 1996 年至 2018 年，分别从爱思唯尔 Scopus 数据库和世界知识产权组织 Patentscope 数据库检索。

说明：市场规模定义为某一细分市场的总收入。主要生产者是网上搜索到的最经常被称为主要参与者的公司。主要使用者是根据某一特定年份的全球技术支出确定的，但 5G 除外，这一项目使用了估算。

### 三. 产业 4.0 对结构转型和不平等的潜在影响

12. 产业 4.0 有可能对不平等产生直接和间接的影响。首先，构成产业 4.0 的数字应用程序的网络性质越来越多地导致一个胜者全得的局面，造成市场高度集中。由于市场力量集中于少数参与者，这些公司有机会提高利润率。这种情况与劳动力市场的买方垄断相结合，可能提高收入分配中的资本份额，减少劳动力份额。常规工作可能会因自动化消失，甚至连熟练工人也有可能输给人工智能和大数据。产业 4.0 还可以通过贸易和专业化模式的变化，间接影响工业化程度较低和劳动密集程度较高的国家的就业，这可能对国家的工业化战略及其实现结构转型的努力产生影响。

#### A. 对市场集中程度和利润的影响

13. 由于网络和规模效应，产业 4.0 可能会影响市场集中程度和利润。例如，一些能够获得大量数据和资金的科技公司可能会将其数据输入强大的人工智能应用程序，并在初创公司能够成为潜在竞争对手之前将其收购，从而成功主导某些技术和市场。<sup>8</sup> 表 1 所列的多种技术的市场都存在市场集中现象，主导这些市场的几家公司具有高市场份额和获利能力。这种市场力量往往是创新的直接结果，因为熊彼特租金(创新者作为新产品或服务的唯一提供者所赚取的较高利润)是产品创新的重要激励因素。特别是，产业 4.0 的流程创新预计将取代工人，削减成本，还有可能降低价格，而这反过来又可能进一步提高市场份额和利润，导致公司之间的不平等。

14. 然而，社会的收入分配取决于历史、经济和政治因素的共同作用。不同社会所处的社会和经济框架以及社会中不同参与者和群体通过政治进程就分配问题进行谈判的方式可以增加或减少不平等。例如，税收政策可以应对一些占主导地位的大型跨国公司优化税收的做法。可以通过对薪金征收费用或对产品的碳强度征税来为养老金或社会服务供资，这对就业和收入分配会产生不同的结果。竞争政策应当积极、保持警惕并定期更新，以应对公司所面临的与市场准入壁垒、价格串通、信息高度不对称和其他新形式的反竞争做法相关的挑战。<sup>9</sup>

#### B. 对就业的影响

15. 产业 4.0 可能对发达国家和发展中国家的就业产生影响。这方面的大部分研究都侧重于较发达的经济体。例如，一些估计认为，随着数字技术在工作中日益取代人类，在接下来数十年间，美国可能有大量工作面临自动化的风险。<sup>10</sup> 另

<sup>8</sup> 联合国工业发展组织，2018 年，《产业 4.0：挑战背后的机遇》，维也纳。

<sup>9</sup> 贸发会议，2018 年 b，《2018 年贸易和发展报告：权力、平台与自由贸易之谬》(联合国出版物，出售品编号：E.18.II.D.7，纽约和日内瓦)。

<sup>10</sup> CB Frey 和 M Osborne，2017 年，“就业的未来：计算机化对工作的影响如何？”，《技术预测与社会变革》，114:254-280。

一些估计则认为，各种职业受到的影响不会那么大(表 2)。<sup>11</sup> 各种估计之间存在差异是因为基于不同的假设，如职业的完全自动化还是部分自动化。<sup>12</sup> 一些研究认为，在主要经济体的低收入地区，自动化将产生较大的负面作用。<sup>13</sup>

表 2  
产业 4.0 的技术对工作的估计影响

估计	时间范围	技术	研究
美国工作总数的 47% 极有可能被自动化	10 至 20 年	人工智能和机器人技术	Frey 和 Osborne, 2017 年
美国以及经济合作与发展组织(经合组织)21 个国家的工作总数的 9% 极有可能被自动化	10 至 20 年	人工智能和机器人技术	Arntz 等人, 2016 年, 2017 年
当今全球工作的 50% 可能被自动化	到 2055 年	人工智能和机器人技术	麦肯锡全球研究院, 2017 年 <sup>14</sup>
全球制造业劳动力的 8.5% 可能变得多余, 大多数在主要经济体的低收入地区	20 年	工业机器人	牛津经济学公司, 2019 年

资料来源：贸发会议汇编。

16. 在侧重于发展中国家的几项研究中，《2018 年技术和创新报告：利用前沿技术促进发展》<sup>15</sup> 认为，自动化可能会削弱发展中国家在大量低成本和低技能工人方面的比较优势，降低制造业部门吸收大量国内剩余劳动力的潜力，对这些国家的就业造成影响。

17. 目前，关于这一主题的数据有限，工业机器人的全球使用规模目前仍然较小，不到两百万台。机器人集中于汽车、电气和电子行业以及中国、德国、日本、大韩民国和美国等少数几个国家。制造业和服务业的常规工作正在被取代，但低薪的制造业工作，如服装厂的工作基本没有受到自动化的影响。<sup>16</sup>

<sup>11</sup> 例如，见 M Arntz、T Gregory 和 U Zierahn, 2016 年，“自动化对经合组织国家的工作造成的风险：比较分析”，经合组织社会、就业和移民问题工作文件第 189 号，经合组织出版社，巴黎。

<sup>12</sup> 例如，见 M Arntz、T Gregory 和 U Zierahn, 2017 年，“重新审视自动化的风险”，《经济学快报》，159:57-160。

<sup>13</sup> 牛津经济学公司，2019 年，“机器人如何改变世界：自动化对工作和生产力究竟意味着什么”。

<sup>14</sup> 麦肯锡全球研究院，2017 年，“可行的未来：自动化、就业和生产力”，麦肯锡全球研究院。

<sup>15</sup> 贸发会议，2018 年 c，《2018 年技术和创新报告：利用前沿技术促进发展》，(联合国出版物，出售品编号：E.18.II.D.3，纽约和日内瓦)。

<sup>16</sup> 贸发会议，2017 年，《2017 年贸易和发展报告：走出紧缩——迈向全球新政》(联合国出版物，出售品编号：E.17.II.D.5，纽约和日内瓦)。

18. 有人担心，技术进步不仅可能在短期内扰乱劳动力市场，还可能在长期减少对劳动力的需求(也就是说，劳动力正在与机器赛跑)。<sup>17</sup> 这有悖于此前广为接受的技能偏向型技术变革假设，即技术是对技术工人的补充。<sup>18</sup> 很多人将最近的工作两极分化现象，即技术变革对一系列发达国家中等技能工人的影响大于对低技能和高技能工人的影响，视为上述假设不再适用的证据。<sup>19</sup>

19. 另一种假设探讨了取代常规工作的技术变革，<sup>20</sup> 这种假设预测，相对于常规任务而言，非常规任务对劳动力的需求将会增长。一些前沿技术预计将使从事非常规工作的人受益，不论是体力劳动者还是脑力劳动者，这对高收入和低收入工作可能都会产生影响。从事常规工作的人预计将会面临来自越来越能干的机器人和人工智能软件的进一步压力。更强大的人工智能可能会加剧工作两极分化和工资不平等，特别是在许多发达国家。

20. 实证研究表明，自动化和机器人对工作和工资的影响好坏参半。例如，一项研究使用了 1993 年至 2007 年间 17 个国家不同行业采用机器人情况的固定样本数据，发现对机器人的使用增加并未显著减少工作总数，但减少了低技能工人的就业份额。<sup>21</sup> 另一项研究侧重于 1990 年至 2007 年间的美国地方劳动力市场，发现工业机器人的使用增加对就业和工资造成了巨大而强劲的负面影响。<sup>22</sup> 此外，另一项研究将同样的实证设计应用于德国各地区，发现尽管就业构成有所变化，但自动化对工资有积极影响，工作总数则没有变化。<sup>23</sup>

21. 取代常规工作的技术变革可能影响性别和年龄等其他领域的的不平等。例如，一项近期研究使用了荷兰的微观数据和公司在 2000 年至 2006 年间的自动化支出，发现自动化提高了工人离职的概率。此外，工作天数也有所减少。这两项因素导致五年累积工资损失约为年收入的 8%。这种损失大多发生在年龄较大的工人和任职时间较长的工人身上。<sup>24</sup> 在产业 4.0 对性别的差异化影响方面，一些研究发现，在所有部门和职业中，平均而言，女性从事的工作都比男性更加常规或可编码，即更容易实现自动化。<sup>25</sup> 另外一些研究表明，女性和男性的潜在工作

<sup>17</sup> E Brynjolfsson 和 A McAfee, 2011 年, 《与机器赛跑: 数字革命如何加速创新、推动生产力和不可逆转地改变就业与经济》, 数字前沿出版社, 马萨诸塞州列克星敦。

<sup>18</sup> 例如, 见 D Acemoglu 和 D Autor, 2011 年, “技能、任务和技术: 对就业和收入的影响”中的调查, 《劳动经济学手册》, 4B:1043-1171。

<sup>19</sup> 例如, 见 M Goos、A Manning 和 A Salomons, 2014 年, “解释工作两极分化: 偏向常规工作的技术变革和离岸外包”, 《美国经济评论》, 104(8):2509-2526。

<sup>20</sup> 如, 见 D Autor, 2013 年, “劳动力市场的‘任务方法’: 概述”, 《劳动力市场研究期刊》, 46(3):185-199。

<sup>21</sup> G Graetz 和 G Michaels, 2018 年, “工作中的机器人”, 《经济学与统计学评论》, 100(5):753-768。

<sup>22</sup> D Acemoglu 和 P Restrepo, 2017 年, “机器人与工作: 来自美国劳动力市场的证据”, 国家经济研究局工作文件第 23285 号, 马萨诸塞州剑桥。

<sup>23</sup> W Dauth、S Findeisen、J Suedekum 和 N Woessner, 2017 年, “德国机器人: 工业机器人对工人的影响”, 经济政策研究中心讨论文件第 12306 号, 伦敦。

<sup>24</sup> J Bessen、M Goos、A Salomons 和 W van der Berge, 2019 年, “自动化的作用: 实现自动化的公司的工人处境如何?”, 波士顿大学法学院, 法律和经济学研究论文第 19-2 号。

<sup>25</sup> M Brussevich、E Dabla-Norris、C Kamunge、P Karnane、S Khalid 和 K Kochhar, 2018 年, “性别、技术以及工作的未来”, 国际货币基金组织工作人员讨论说明, 第 SDN/18/07 号。

流失和增加的总和基本相当，但鉴于女性和男性在各种职业中的代表性有所差异，受影响工作的构成有所不同。<sup>26</sup>

### C. 产业 4.0 与技术差距

22. 发展中国家能否迎头赶上的一项关键决定因素是与产业 4.0 相关的前沿技术在其生产部门的扩散。然而，这个问题具有很大的不确定性。云计算和 3D 打印等一些前沿技术为创新创造了新的机会，即使在最贫穷的国家也是如此。然而，工业化程度较高的经济体拥有更好的基础设施和熟练劳动力，在使用前沿技术的产业、服务和价值链环节有比较优势，可能扩大发达国家和发展中国家之间的技术差距。

23. 对工业化程度较低的国家而言，即使在较传统的部门采用前沿科技可能也不会成为优势。发展中国家通过模仿工业化程度较高的国家业已存在的产业，使其经济多元化，这需要具备吸收技术并按照接收国国情加以调整的能力。这种模仿往往是循序渐进的过程，一个产业若使用的能力与经济体现有产业已在使用的能力大致重叠，则比较容易被模仿。处于技术前沿的国家将最新技术应用于提高传统部门的生产时，扩大了技术差距，使模仿过程对工业化程度较低的国家更具挑战。

24. 发达国家的前沿公司与其他公司之间的技术差距也在扩大。经合组织国家最近的研究表明，只有当生产率最高的国内前沿公司对全球前沿技术进行测试并根据本地情况进行调整后，这些技术才会扩散至普通公司。<sup>27</sup> 这减缓了技术扩散，使前沿公司能够获得更大的市场份额和利润，从而通过直接和间接影响——利润和减少好工作——造成不平等。有利的产品市场法规、促进竞争的改革以及鼓励在研发领域加强合作的措施可能有助于普通公司赶上前沿公司。

25. 此外，高附加值活动往往以集群形式集中在某些地区，给不平等增加了一重空间维度。就产业 4.0 的先进技术而言，集中程度可能更高，在美国已经出现了这种情况(例如，硅谷吸引了多种技术，但波特兰这样的大城市精于半导体，西雅图和波士顿则以生命科学见长)。<sup>28</sup> 全球风险资本融资创新和初创企业也高度集中，全球 10 个大城市每年就吸引了 60% 以上的风险资本投资。<sup>29</sup> 这推翻了信息通信技术导致地理位置不再重要的假设。创新政策不仅需要考虑干预措施对集群和工业园的影响，还要考虑对国家内部区域不平等的影响。由此看来，对有助于资源和利益的地理分配的技能、技术和基础设施进行投资可能尤其重要。

<sup>26</sup> 麦肯锡公司，2019 年，《职场女性的未来：自动化时代的转变》，麦肯锡全球研究院。

<sup>27</sup> D Andrews、C Criscuolo 和 P Gal，2016 年，“顶尖与其他：全球生产力减缓、公司间的差异以及公共政策的作用”，经合组织生产率工作文件第 5 号。

<sup>28</sup> E Moretti，2012 年，《工作的新版图》，Houghton Mifflin Harcourt 出版社，纽约。

<sup>29</sup> R Florida 和 I Hathaway，2018 年，“初创企业与创新版图的变化”，《哈佛商业评论》，11 月 27 日，可查阅：<https://hbr.org/2018/11/how-the-geography-of-startups-and-innovation-is-changing> (2019 年 8 月 28 日访问)。

## 四. 产业 4.0 时代的科学、技术和创新政策

26. 一些当代创新形式忽略了可持续发展的社会和环境层面，助长了不平等的加剧。科技创新政策制定者如今面临的一个重要问题不仅是如何鼓励增加创新，还包括如何鼓励正确的创新形式，以促进更加包容和平等的社会，同时遏制有害创新。本节探讨了支持产业 4.0 的政策以及考虑到对不平等可能产生的影响的科技创新政策在设计和实施方面的挑战。成功的创新政策是促进增长的结构转型和保持国家竞争力的基础。然而，制定创新政策的一项固有挑战是其第一轮效应往往会加剧国内的不平等。科技创新政策必须将这项风险作为创新政策组合的一部分加以应对。

### A. 促进使用、采用、调整和开发与产业 4.0 相关的技术

27. 为从产业 4.0 中获益，各国必须学习、采用、调整和传播知识和技术，这是一项挑战。为此，各国采取进一步步骤加强其创新系统的有效性，发展中国家的这类系统往往较弱，较易出现系统性故障和结构性缺陷。贸发会议撰写了大量关于创新系统以及如何为科技创新搭建有利环境的文章。<sup>30</sup>

28. 在产业 4.0 的背景下，基础设施，特别是数字化和连通性是有利环境的关键要素。发展中国家需要建设基础设施，并特别强调可靠的电力供应和连通性、确保提供可负担的信息通信技术以及克服性别、代际和数字鸿沟。根据各国参与并得益于数字经济的准备程度来调整数字政策同样至关重要。

29. 采用产业 4.0 的技术并根据各国现有生产基础对其加以调整的能力是政策制定者应当考虑的另一个重要问题。这需要教育以及发展数字技能和能力。数字能力包括技术技能，但也包括通用技能和补充技能。需要各种数字技能来适应新技术。有些技能是采用技术及其基本使用所必需的，有些技能是技术的创造性使用和调整所必需的，还有些技能是创造新技术所必需的。<sup>31</sup>

30. 发展中国家必须具备适当技能，以便对与产业 4.0 相关的新技术进行修改。侧重于全民发展数字技能的教育和培训方案应当具有包容性，并向所有人开放。其他类型的能力因部门、国家和产业发展而异。技术发展仍处于早期阶段的国家，最需要的是基本技术技能和通用技能。制造部门主导经济增长的国家则需要机器人技术、自动化和物联网方面具有专业技能的劳动力。<sup>32</sup> 这些能力通常是通过实践来学习的，因此，有必要在这些技术部门建立一个公司生态系统，以便提供掌握这些技术所需的工作机会、培训和经验。

31. 产业 4.0 技术从新技术部门向传统生产部门的转移和扩散加快了产业结构的转型和升级。国家应支持合作性研究并加强商业伙伴关系，从而促进这些联系。

<sup>30</sup> 例如，见贸发会议，2018 年 c；贸发会议，2019 年，《科学、技术和创新政策审查框架：利用创新促进可持续发展》（联合国出版物，日内瓦）；贸发会议，即将发布，《快速技术变革对可持续发展的影响》。

<sup>31</sup> P DiMaggio、E Hargittai、C Celeste 和 S Shafer，2004 年，“数字不平等：从获取不平等到差异化使用”，K Neckerman 编，《社会不平等》，Russell Sage 基金会，纽约。

<sup>32</sup> E/CN.16/2018/3。

有效的研究和商业伙伴关系可以帮助传统生产部门利用不同的技术扩散渠道，包括外国直接投资、贸易、知识产权、专利以及知识和专门技能的交流。这种相互关系以及与消费者需求、技术可能性和提高竞争力的机会相关的信息交流是在这些新技术中实现创新的燃料。合作性创新虽然可能自发产生，但往往需要政府或非政府行为体的积极推动，特别是在应对社会和环境挑战时。<sup>33</sup>

32. 最后，各国还可以进行能力建设，以评估产业 4.0 的社会、经济和环境影响，并将这种评估转化为有效的政策、战略和方案。技术展望和评估将关键利益攸关方和知识来源汇聚到一起，制定战略愿景并发展智能，以塑造未来。发展技术展望能力可使各国得以确认并发挥产业 4.0 技术的潜力，确定短期、中期和长期的优先技术，并评估潜在影响，包括对不平等的潜在影响。

## B. 旨在减少不平等的创新

33. 产业 4.0 可能会扩大不平等，因为不是每个人都能立刻从所创造的新产品、服务和机会中受益。科技创新政策可以借鉴广泛手段，从监管措施、经济和财政手段，到教育和旨在支持创新的区域创新政策。在不放弃鼓励创新这一根本目标的前提下，政策制定者可以影响变革的方向，减轻产业 4.0 引发的不平等加剧的风险。

34. 这种导向是指所选择的科技创新政策组合在多大程度上以可持续和包容性发展为导向。在这方面，为科技创新政策工具(例如为研发和创新提供资金，面向研发和技术采用者的税收激励，公共采购，建立集群、工业区和科技园、提供培训和商业咨询服务)提供方向意味着首先制定集体优先事项，例如减少公司、社会群体、个人或区域之间的不平等。

35. 例如，鉴于技术必须让低收入客户负担得起，让广大人群能够使用，科技创新政策可以引导降低技术创造和部署的成本。公共投资可以提供激励。此外，科技创新政策可以将重点转向创新，并激励市场广泛采用前沿技术，从而支持科技创新的商业化。

36. 性别包容的创新政策可着眼于：增加女性作为研究者、创新者或企业家的参与；将女性作为决策者纳入技术系统；在能源、水和环境卫生、保健或金融教育领域开发改善女性生活的新技术、产品和服务。技术培训和职业培训也可以增强妇女权能，使她们在与产业 4.0 有关的技术部门发挥作用。

37. 面向青年的教育和培训政策也有助于为未来的劳动力配备适当的技能。政策制定者可以考虑制定方案，以增加对产业 4.0 相关技术的兴趣，并将重点放在创业、市场营销和创造力上。

38. 旨在减少不平等的科技创新政策还应考虑为新的创新办法——例如扶贫创新、包容性创新、节俭式创新、草根创新和社会创新——创造有利环境的战略和机制。<sup>34</sup>为发挥效力，科技创新政策需要与其他经济政策(产业政策、财政政策和

<sup>33</sup> 贸发会议，2018 年 c。

<sup>34</sup> 见贸发会议，2017 年，《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)。

教育政策)建立协同作用,并发动广泛的行为体参与。政策应鼓励学术界和民间社会组织与私营部门接触,以制定和扩大解决方案。有必要建立一项促进人员从学术界向私营部门流动的机制,以使私营部门具备创新所需的技术能力,产生更多面向市场的创新和公益创新,并使这些创新向边缘化和弱势社区扩散。

39. 科技创新政策可以为建立科学园、孵化器、加速器和创新实验室提供支持,以发展创新理念和培育创新集群。这些集群为试验提供了便利,并得益于知识和技能的地理集中,这种集中使技术开发更快。与此同时,科技创新政策可以促进扩大和扩散从这些创新中心涌现的成功创新,以减少区域不平等。

40. 贸发会议最近的工作表明,工业化的城市地区与农村地区之间不断扩大的巨大差异以及收入和教育方面的差距已导致一些国家政府采取措施,通过分散对科技创新的投资来减少区域不平等。区域政府和地方政府还可以利用通过创新体系进行互动的力量,为地方性的经济机会以及地方创新与生产体系提供支持。<sup>35</sup>

### C. 确保不让任何一个人掉队的政策措施

41. 社会保障体系可以在产业 4.0 兴起可能对劳动力市场造成的冲击期间为工人提供保障。然而,世界上仅有三分之一人口得到了全面的社会保障,超过半数的劳动力完全没有社会保障。<sup>36</sup> 此外,由于人口老龄化、税基减少和低利率,全球的社会保障体系都面临压力。<sup>37</sup> 最近提出了若干再分配政策,以应对这些挑战,包括对资本、机器人和其他技术征税,以便为社会保障体系提供额外收入。经合组织正在研究可以如何应对经济数字化带来的税收挑战。<sup>38</sup> 其他提案包括实行普遍基本收入计划。关于其中一些政策,特别是普遍基本收入计划的影响的证据仍然很少,可能需要进行政策试验。

42. 其他政策也可以为失去工作和经历劳动力转型的人提供支助。<sup>39</sup> 涉及员工培训和再培训的终身学习举措日益成为政府、雇主和员工的共同责任。将校内学习与校外实习相结合的学徒方案可能特别有助于年轻一代从学校向工作的过渡。政府还可以通过将技能的培养与对口就业、个人咨询和职业介绍服务结合起来,为处于工作转型中的工人提供支持。

43. 政策还可以支持雇主和员工组织或工会在产业 4.0 的背景下应对员工与雇主关系的新挑战。正如国际劳工组织劳动世界的未来全球委员会所指出的,非正规的微型和小型企业往往难以通过雇主组织充分代表其利益,而人口结构转变和工

<sup>35</sup> 贸发会议,即将发布,《快速技术变革对可持续发展的影响》。

<sup>36</sup> 国际劳工组织,2017年,《2017-2019年世界社会保障报告:提供全民社会保障,实现可持续发展目标》,国际劳工局,日内瓦。

<sup>37</sup> T Balliester 和 A Elsheikhi,2018年,“工作的未来:文献综述”,研究部工作文件第29号,国际劳工局,日内瓦。

<sup>38</sup> 经合组织,2019年,《针对经济数字化带来的税务挑战制定协商一致的解决办法的工作方案》,经合组织/二十国集团关于 BEPS[税基侵蚀和利润转移]的包容性框架,经合组织,巴黎。

<sup>39</sup> 麦肯锡全球研究院,2017年,《工作岗位有失有得:自动化时代的劳动力转型》,第5章,麦肯锡公司。

作安排的变化使工人难以自己组织起来。<sup>40</sup> 有了政策支持以及监管和法律改革，集体谈判可以保护弱势工人不受就业不稳定、低于标准的条件和边缘化的影响。

44. 为了发挥作用，工会需要预测和调整其组织和集体谈判的方式，以适应经济和劳动力市场不断变化的情况。就自动化的未来趋势以及对生产系统和劳动力需求的潜在影响进行研究和预测会有所帮助。工会也可以尝试纳入孤立的工人群体。

45. 另一方面，雇主组织可以促进不同利益攸关方之间的对话，还可以促进开展更有针对性的教育和培训，使工人为劳动力市场即将发生的变化和需求做好准备。

46. 越来越多的国家正在制定战略和政策，以利用产业 4.0(即人工智能、物联网、5G 和数字化)，其中一些国家还考虑与潜在的不平等加剧作斗争。有关发展适当技能的规定是这些政策文件的一个共同特点。例如，奥地利将信息技术教学和电子学习的国家政策纳入了全国学校系统。试点项目和举措如果成功，则在整个学校系统推广。<sup>41</sup> 在日本，以人为本的人工智能社会原则委员会警告说，需要在幼儿教育、初等教育、中等教育以及目前的劳动力和老年人中广泛提供人工智能扫盲的教育机会。<sup>42</sup> 芬兰设立了一个工作组，就该国如何能够成为人工智能应用领域的领跑者提出建议。为提供终身学习，该工作组建议为每位居民设立一个“技能账户”，为账户持有人积累用于培训的资金。费用由中央政府、雇主和员工共同承担。<sup>43</sup>

## 五. 国际合作在结构转型中的作用

47. 打造一国的比较优势和结构转型并不是孤立于当今相互关联的经济甚至政体而进行的。国际合作有助于交流知识、最佳做法、经验教训，还有助于加强国家根据产业 4.0 设计和实施公平的科技创新政策的能力。因此，及时的国际合作可以在国家因技术能力的路径依赖而无法获得某些技术惠益之前，制定影响未来经济和社会轨迹的科技创新政策。<sup>44</sup>

48. 此外，政策调整的速度往往赶不上技术变革发生的速度。随着政策制定和技术变革之间的差距扩大，人们对有关治理、平等和公平等具有全球影响的问题产

<sup>40</sup> 国际劳工组织，2019 年，《为更美好的未来而工作》，劳动世界的未来全球委员会，国际劳工局，日内瓦。

<sup>41</sup> 奥地利政府向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)提交的材料，可查阅：[https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c01\\_Austria\\_en.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c01_Austria_en.pdf) (2019 年 7 月 9 日访问)。

<sup>42</sup> 日本政府向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)提交的材料，可查阅：[https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c07\\_Japan\\_en.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c07_Japan_en.pdf) (2019 年 7 月 9 日访问)。

<sup>43</sup> 芬兰经济事务和就业部，2018 年，《人工智能时代的工作：关于经济、就业、技能和道德的四种观点》，经济事务和就业部出版物第 21/2018 号，赫尔辛基。

<sup>44</sup> TD/B/C.II/36。

生了严重关切。因此，有必要建立国际机制和论坛，以便更好地了解新技术的演变及其社会、经济和环境的影响。贸发会议以及科学和技术促进发展委员会在最近的工作中审议了这些问题。<sup>45</sup>

49. 例如，技术评估需要考虑部署新技术的全球或区域影响。技术评估还应让多个利益攸关方参与，并帮助国家决策者加强以最佳方式利用产业 4.0 的能力。<sup>46</sup>

50. 联合国大会在 2018 年 12 月 20 日关于工业发展合作的第 73/247 号决议中讨论了工业发展合作问题，并确认了通过产业 4.0 等经济转型概念实现结构转型的潜在好处。<sup>47</sup> 一些倡议说明了国际合作在使产业 4.0 具有包容性和可持续性方面的作用。

51. 例如，为支持与产业 4.0 相关的结构转型，二十国集团发起了若干活动。《创新增长蓝图》倡议旨在通过创新、产业 4.0 和数字经济方面的合作为《2030 年议程》提供支持，由《二十国集团新工业革命行动计划》加以补充。<sup>48</sup> 此外，《二十国集团支持非洲和最不发达国家工业化倡议》建议通过自愿政策选项推动非洲和最不发达国家的工业化和包容性增长。<sup>49</sup>

52. 经合组织关于产业 4.0 的工作旨在向政策制定者通报前沿技术今后可能的发展，并就如何营造使各国从技术中获益的政策环境提供咨询意见。<sup>50</sup> 这项工作还为经合组织给二十国集团的关于下一次生产革命的报告提供了信息，该报告假定即将到来的变革对所有国家，特别是发展中国家都具有挑战性。快速降低某些技术的成本以及更好的知识传播手段可能会减轻这些影响。<sup>51</sup> 成功的国际合作将为知识传播提供支持。

53. 联合国工业发展组织通过其繁荣网络倡议以及在南南合作和三方产业合作方面的工作、国际技术中心以及投资和技术促进办公室，为促进发展中国家的经济转型发挥了积极作用。<sup>52</sup>

54. 贸发会议通过为讨论、国家审查、南南合作、机构间合作以及思想领导提供一个论坛，为制定科技创新政策的国际合作作出了贡献。

55. 贸发会议科技创新政策审查旨在支持各国政府使其科技创新政策与国家发展战略相一致，以及实现可持续发展目标。这些审查的结果往往强调需要有效的创新体系，以建立比较优势，创造更高附加值的活动和出口。对发展中国家科技创新政策的审查还经常发现，现实中的政策制定——往往符合科学推动的线性创新

<sup>45</sup> 例如，见 E/CN.16/2019/2 或贸发会议，2018 年 c。

<sup>46</sup> E/2019/78.

<sup>47</sup> A/RES/73/247.

<sup>48</sup> A/71/380.

<sup>49</sup> A/RES/73/247.

<sup>50</sup> 经合组织，2017 年 a，《下一次生产革命：对政府和企业的影响》，经合组织出版社，巴黎。

<sup>51</sup> 经合组织，2017 年 b，《下一次生产革命：给二十国集团的报告》。见 <https://www.oecd.org/g20/topics/digitalisation-and-innovation/> (2019 年 7 月 23 日访问)。

<sup>52</sup> 联合国工业发展组织，2019 年，“伙伴关系促进繁荣”，可查阅：<https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/partnerships-prosperity> (2019 年 7 月 23 日访问)。

模式——与《2030 年议程》提到的多层面政策制定之间存在不对称。要想切实处理快速技术变革的包容性问题，多层面的政策制定方法尤为重要。因此，能力建设活动需要加强科技创新政策制定者设计、实施、监测和评估有效政策的能力，以便在产业 4.0 中利用科技创新实现可持续发展目标。<sup>53</sup>

56. 贸发会议正利用科技创新政策审查的专长，在技术促进机制方面为科技创新促进可持续发展目标机构间工作组的科技创新促进可持续发展目标路线图工作流作出贡献。这些路线图预计将成为多利益攸关方参与的工具，用于为连贯一致的国家科技创新决策制定一项框架，该框架可以吸取发达国家和新兴国家的经验，鼓励学习，可能还有助于跨越式地进入产业 4.0。路线图应有助于规划、沟通和推动行动、跟踪进展情况以及营造学习环境，从而加快实现可持续发展目标。<sup>54</sup>

57. 成功的结构转型需要适当能力来落实政策审查和路线图中的见解。因此，国家和区域能力建设对采用产业 4.0 很重要。科技创新促进可持续发展目标机构间工作组正在积极制定和实施区域一级的联合能力建设活动方案，以满足这一需要。

58. 贸发会议作为科学和技术促进发展委员会的秘书处正在与中国政府合作，以促进针对发展中国家科技创新政策制定者的培训，这体现了贸发会议关于南南合作的观点。课程涵盖了中国在制定科技创新政策以及开发和管理高科技园区和孵化器方面的经验。2018 年，来自委员会成员国的 30 多位专家和政策制定者参加了培训，学习了中国在制定科技创新政策和建设科技创新扶持环境方面的经验。下一轮培训计划于 2019 年秋季举行。

## 六. 结论和供讨论的问题

59. 本说明分析了结构转型、产业 4.0 以及这些变化对不平等的潜在影响之间的联系。产业 4.0 有潜力帮助发展中国家提高生产能力和促进结构转型。然而，这些新技术应当在具备健全科技创新政策的环境中运作，这类政策在国家之间及国家内部的科技创新差距达到临界点和不可逆转之前为经济和社会转型提供支持。

60. 此外，本说明还描述了产业 4.0 的当前特征，即市场高度集中于少数几个国家的领先公司。这可能会对工作、利润以及公司之间和国家之间的技术差距造成巨大影响。

61. 因此，促进采用和开发产业 4.0 技术的科技创新政策应与其他政策领域适当保持一致，以便在各国强大基础设施和能力的基础上支持技术的广泛扩散，还应将这些政策适当地置于国际环境中。

62. 此外，科技创新政策还应支持有助于减少包括国家之间、国家内部、公司之间、代际之间和男女之间等各个层面的不平等的创新环境。科技创新政策还应考虑将为产业 4.0 的兴起等技术变革提供方向作为其主要关切之一，以主动预防不

<sup>53</sup> 联合国，即将发布，《科学、技术和创新促进发展》，秘书长的报告。

<sup>54</sup> 科技创新促进可持续发展目标机构间工作组，2018 年，《科技创新促进可持续发展目标机构间工作组关于科学、技术和创新促进可持续发展目标路线图的专题简报》；E/2019/78。

平等的任何负面后果。最后，在制定和实施科技创新政策的同时，必须考虑它与再分配政策等其他政策的相互作用，以解决不平等问题。

63. 投资、企业和发展委员会不妨讨论下列涉及各级政策应对措施、可能有助于在产业 4.0 和可持续发展目标的背景下以包容性方式在科技创新领域加大现有力度的问题：

(a) 国家总体创新政策：在国家采取针对产业的 4.0 政策和战略方面，可以发现哪些挑战、好处和实际经验教训？是否产生了分配效应，造成国家内部的不平等？

(b) 全球背景下的创新政策：产业 4.0 的哪些全球发展可能影响国内公司和产业的国家和国际竞争力？有关产业 4.0 的国家科技创新政策可以如何支持或促进发展新的比较优势？

(c) 创新政策的方向：在设计和实施创新政策，以促进产业 4.0 应用于创造有助于减少不平等的新的或经改进的产品和服务方面，成员国有何经验？是否有任何政策或项目旨在解决技术吸收、扩散和部署方面的区域或部门不平等？这些政策是如何针对不平等问题？这些政策、项目或举措中，是否有针对妇女、青年、有特殊需要者或其他面临特定挑战的群体的？

(d) 确保没有任何一个人掉队的政策措施：在采取政策、项目或举措以减少产业 4.0 对不平等的潜在负面影响方面，成员国有何经验？从旨在保护人们不受劳动力市场快速变化影响的政策(例如，为丧失工作者提供更多福利，再培训方案，联邦工作保障)中获得了哪些经验教训？旨在确保没有一个人因为快速技术变革而掉队的再分配政策有何作用？这些政策如何应对产业 4.0 对市场集中和利润分配的影响？

(e) 贸发会议等国际实体可以如何为改进科技创新决策和建设国际合作网络提供支持，以利用产业 4.0 促进结构转型和减少不平等？

---