



# 2025 技术和创新报告

包容性人工智能促进发展



2025年，联合国

### 版权声明

本出版物所有权在全球范围内予以保留。如需复制部分内容或进行影印，请向版权结算中心提出申请，网址：copyright.com。

其他关于权利和许可（包括附属权利）的查询，请致函：联合国出版物

地址：美国纽约州纽约市东42街405号（10017）

电子邮件：publications@un.org

网站：<https://shop.un.org>

本出版物所采用的名称及其图表内的材料的编写方式，并不意味着联合国对于任何国家、领土、城市、地区或其当局的法律地位，或对于其边界或界线的划分，表示任何意见。

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。

本出版物经过外部编辑。

中文翻译版由团结香港基金资助。文本由麦颖聪翻译。如有任何疑问，请与译员联系，译员将负责翻译的准确性。



# 致 谢

《2025年技术和创新报告：包容性人工智能促进发展》由司徒伟杰和Antonio Vezzani在联合国贸发会议技术创新知识开发部部长Angel González Sanz的指导下完成。本报告在技术和物流司司长Shamika N. Sirimane的指导下启动研究工作。

团结香港基金的水志伟和麦颖聪提供了实质性研究支持，国际电信联盟的Daniel Vertesy以及国际劳工组织的Uma Rani亦作出重要贡献。

Claire Hodges、Ivan Napoli、Shubhika Tagore、Sichen Zhou和Tao Zou在联合国贸发会议实习期间提供了研究支持，Dmitry Plekhanov也作出额外贡献。

联合国贸发会议衷心感谢参与非正式专家磋商会议和外部同行评审会议的专家们提出的宝贵意见，包括：意大利国家研究委员会的Andrea Filippetti、罗马第三大学的Carlo Pietrobelli、世界知识产权组织的Carsten Fink、联合国工业发展组织的Fernando Santiago、欧盟委员会联合研究中心的Francesco Rentocchini、经济合作与发展组织的Hélène Dernis、微软的Hiwot Tesfaye、奥尔堡大学的Jacob Rubæk Holm、柏林赫尔梯行政学院的Joanna Bryson、秘鲁生产技术研究所的Juana Rosa Kuramoto Huamán、西蒙长期治理研究所的Kevin Kohler、联合国大学马斯特里赫特高新技术经济及社会研究所的Ludovico Alcorta和Nanditha Mathew、特伦托大学的Sandro Montresor、于默奥大学的Virginia Dignum以及牛津大学的Xiaolan Fu。特别感谢苏黎世联邦理工学院的Andreas Krause和南安普顿大学的Dame Wendy Hall提供的书面意见。

本报告还受益于联合国贸发会议各司在内部同行评审过程中提出的意见，以及联合国贸发会议秘书长办公室的指导与建议。

报告文稿Peter Stalker负责编辑。封面设计与排版工作由Magali Studer在联合国贸发会议传播与外联团队（负责人Amalia Navarro）的协调下完成。联合国贸发会议政府间事务与支持服务处的Maritza Ascencios统筹整体出版工作，Malou Pasinos提供行政支持。

本报告的中文翻译工作由团结香港基金资助并开展。团结香港基金是一个非政府、非牟利机构，旨在为香港的繁荣稳定和可持续发展作出贡献。

中文翻译的排版工作由李冬冬负责。

# 目 录

致谢 .....	iii
前言 .....	xi
缩略语 .....	xii
说明 .....	xiii

## 第一章

处于技术前沿的人工智能 .....	1
A. 前沿技术的快速扩张 .....	5
前沿技术的市场潜力 .....	5
科技巨头的市场主导地位 .....	7
B. 研发集中度 .....	8
C. 知识创造的不对称性 .....	10
D. 人工智能的发展 .....	12
E. 人工智能与其它技术的协同效应 .....	17
第五次工业革命 .....	19
F. 人工智能鸿沟 .....	21
超级计算机与数据中心 .....	21
服务供应商 .....	22
投资 .....	22
知识创造 .....	23
G. 报告导读 .....	24
附件一 .....	25
参考资料 .....	30

## 第二章

利用人工智能提升生产力与赋能劳动者 .....	33
A. 人工智能重塑生产方式 .....	36
B. 影响生产力和劳动力的关键方式 .....	37
C. 影响力评估 .....	38
人工智能能否提升生产力? .....	38
更多受人工智能影响的职业 .....	42
D. 应对不确定性 .....	45
不确定性一：简单任务与复杂任务 .....	45
不确定性二：劳动力市场的长期结构性变化 .....	46
不确定性三：发展中经济体人工智能应用困境 .....	47

E. 发展中经济体人工智能应用的案例分析.....	48
农业 .....	48
病虫害防治 .....	48
产量预测 .....	50
精准灌溉 .....	50
制造业 .....	51
生产自动化 .....	52
预测性维护 .....	53
智能工厂 .....	53
医疗健康领域.....	54
提升诊断水平 .....	54
扩大医疗服务覆盖范围 .....	55
疫情防控 .....	56
F. 成功实践与经验总结.....	57
经验一：适配本地数字基础设施.....	58
经验二：开发新型数据源 .....	58
经验三：提升人工智能易用性. ....	58
经验四：建立战略合作伙伴关系.....	59
G. 人工智能全生命周期中的劳动者 .....	60
H. 以劳动者为核心的人工智能发展路径.....	62
附件二.....	64
参考资料.....	66

### 第三章

为把握人工智能带来的机遇做准备.....	71
A. 前沿技术准备度指数 .....	74
B. 人工智能采用与发展的关键因素 .....	78
采用 .....	78
发展 .....	79
C. 人工智能采用与发展的三大关键着力点.....	79
基础设施 .....	80
数据 .....	82
技能 .....	83
D. 人工智能采用和发展准备度评估 .....	84
人工智能基础设施准备度 .....	85
人工智能数据准备度 .....	87
人工智能技能准备度 .....	89
E. 人工智能战略定位 .....	93
附件三 .....	96
A. 前沿技术准备度指数评估结果 .....	96
B. 前沿技术分组评估结果 .....	101
C. 技术方法说明.....	106
参考资料 .....	108



## 第四章

制定人工智能政策 .....	111
A. 人工智能作为产业与创新政策的组成部分 .....	114
B. 产业政策的复兴 .....	114
产业政策的兴起 .....	116
政策干预组合的演变 .....	116
C. 技术前沿的产业政策 .....	118
D. 人工智能政策 .....	121
人工智能采用与发展政策 .....	124
E. 人工智能相关政策案例研究 .....	125
制定总体方针和战略框架 .....	126
中国人工智能政策实践 .....	126
欧盟人工智能政策框架 .....	127
美国人工智能战略 .....	128
加强建设人工智能基础设施 .....	129
构建负责任的人工智能数据基础 .....	131
人工智能时代的技能重塑与升级 .....	133
F. 人工智能政策的全政府方针 .....	135
附件四 .....	136
参考资料 .....	138

## 第五章

全球合作促进包容和公平的人工智能 .....	141
A. 全球人工智能治理的必要性 .....	144
B. 符合社会目标的人工智能 .....	145
跨国科技巨头的垄断格局 .....	145
多方利益攸关者参与的重要性 .....	146
纳入消费者视角的必要性 .....	147
知识产权保护 .....	148
C. 国际论坛人工智能治理倡议 .....	149
碎片化的政治进程 .....	149
逐渐形成的共同原则 .....	150
D. 联合国对人工智能治理的贡献 .....	154
E. 确保问责机制 .....	155
F. 促进基础设施、数据与技能的国际合作 .....	157
发展人工智能数字公共基础设施 .....	158
推动人工智能的开放式创新发展 .....	161
加强能力建设与研究合作 .....	162
G. 引导人工智能促进共同繁荣 .....	165
参考资料 .....	166

# 图

<b>图 I.1</b>	三类前沿技术.....	5
<b>图 I.2</b>	前沿技术的快速扩张.....	6
<b>图 I.3</b>	科技巨头的市场主导地位.....	7
<b>图 I.4</b>	研发高度集中于少数经济体.....	9
<b>图 I.5</b>	软件与计算机服务业的研发占比显著提升.....	10
<b>图 I.6</b>	前沿技术专利数量（2000–2023年）.....	11
<b>图 I.7</b>	人工智能的三个阶段.....	13
<b>图 I.8</b>	人工智能系统的语言与图像识别能力演进.....	16
<b>图 I.9</b>	三大关键着力点之间的协同效应能够加速 人工智能的进展.....	17
<b>图 I.10</b>	人工智能增强其他前沿技术.....	18
<b>图 I.11</b>	工业革命及其变革性影响.....	19
<b>图 I.12</b>	前沿人工智能模型训练的硬件与能源摊销成本.....	22
<b>图 I.13</b>	人工智能相关出版物与专利数量增长趋势.....	23
<b>图 II.1</b>	人工智能对生产力和劳动力市场产生影响的四 种作用路径.....	37
<b>图 II.2</b>	利用人工智能提高公司生产力.....	39
<b>图 II.3</b>	发达经济体面临更大的人工智能自动化风险， 但也拥有更多的人工智能增强机遇.....	42
<b>图 II.4</b>	推动人工智能在发展中经济体运用的四点经验.....	58
<b>图 II.5</b>	人工智能生命周期简明版.....	60
<b>图 III.1</b>	部分经济体的前沿技术准备度分项指数得分.....	75
<b>图 III.2</b>	巴西、中国、印度和菲律宾是在技术准备度 方面表现突出的发展中经济体.....	76
<b>图 III.3</b>	技术准备度指数与人工智能领域知识产出的相关性.....	77

图 III.4	人工智能基础设施关键组件.....	81
图 III.5	人工智能数据需求.....	82
图 III.6	人工智能采用和发展的技能体系.....	83
图 III.7	按经济体人工智能采用和发展的能力分类.....	84
图 III.8	人工智能基础设施准备度.....	85
图 III.9	2024年年中云基础设施服务数量.....	87
图 III.10	人工智能数据准备度.....	88
图 III.11	2024年年中互联网交换点流量与成员数量.....	89
图 III.12	人工智能技能准备度.....	90
图 III.13	2023年GitHub开发者数量达200万以上的经济体.....	91
图 III.14	全球开发者数量增速最快经济体.....	92
图 IV.1	发达经济体主导多数新政策干预.....	116
图 IV.2	政策干预日趋针对特定企业.....	118
图 IV.3	服务出口占全球贸易出口比重持续上升.....	119
图 IV.4	科技创新在经济体政策中的重要性上升.....	119
图 IV.5	大多数人工智能政策由发达经济体制定.....	122
图 IV.6	经济体战略、议程和规划是最常见的人工智能政策工具	123
图 IV.7	人均GDP更高的经济体具备更强的人工智能治理准备度.	124
图 IV.8	中国、欧盟与美国人工智能政策顶层架构比较.....	129
图 V.1	关于人工智能与个人数据的公众意见.....	147
图 V.2	人工智能治理方面的国际倡议主要由七国 集团成员主导.....	150
图 V.3	联合国在全球人工智能治理方面的主要工作.....	154
图 V.4	建立人工智能公开披露机制以确保问责.....	156
图 V.5	构建人工智能数字公共基础设施.....	159
图 V.6	人工智能领域的开放式创新.....	162
图 V.7	人工智能能力建设合作伙伴关系.....	164

# 表格

<b>表 I.1</b>	部分经济体基于专利申请的技术 显性优势（2000–2023年）.....	12
<b>表 I.2</b>	报告框架总览：核心议题、政策建议 与对应可持续发展目标.....	24
<b>表 II.1</b>	生成式人工智能对生产力影响的微观研究.....	40
<b>表 II.2</b>	人工智能在农业领域的应用案例研究.....	48
<b>表 II.3</b>	人工智能在制造业的应用案例研究.....	51
<b>表 II.4</b>	人工智能应用在医疗健康领域的案例分析.....	54
<b>表 III.1</b>	部分经济体的前沿技术准备度排名.....	74
<b>表 III.2</b>	人工智能采用与发展的核心要素.....	80
<b>表 IV.1</b>	从贸易保护转向对生产部门的直接支持.....	117
<b>表 IV.2</b>	经济体人工智能政策案例研究.....	125
<b>表 IV.3</b>	数字基础设施强化政策案例.....	130
<b>表 IV.4</b>	数据建设政策案例.....	132
<b>表 IV.5</b>	技能提升与再培训政策案例.....	134
<b>表 V.1</b>	七大国际人工智能治理倡议概览.....	151

# 专栏

<b>专栏 I.1</b>	人工智能是否属于通用技术？.....	15
<b>专栏 I.2</b>	第五次工业革命的关键特征.....	20
<b>专栏 II.1</b>	人工智能在业务流程外包中的应用.....	41
<b>专栏 II.2</b>	知识密集型行业的人工智能影响实证分析.....	44
<b>专栏 III.1</b>	人工智能采用与发展的5A框架.....	94
<b>专栏 IV.1</b>	产业政策的经济学依据.....	115
<b>专栏 IV.2</b>	技术前沿政策的关键问题.....	120
<b>专栏 V.1</b>	人工智能监管的不同路径.....	152



# 前言



©2024 UNCTAD

前沿技术，特别是人工智能，正在重塑经济和社会的运行方式。然而，前沿技术快速且广泛的扩散往往超出许多政府的应对能力。《2025年技术和创新报告：包容性人工智能促进发展》审视了人工智能的复杂局面，旨在帮助决策者制定推动包容性技术进步的科学、技术与创新政策。

人工智能的应用有望加速实现可持续发展目标，但若分布不均或缺乏伦理监督和透明度，其扩散可能加剧现有不平等。本报告分析了从开发到应用的各个阶段，为推动包容性技术进步以促进可持续发展所需的条件和政策。

这需要采取多维度的循证方法。为此，报告提出了三大关键着力点——基础设施、数据和技能，从广泛的社会经济视角出发，强调了建设韧性基础设施及促进包容可持续工业化和创新的必要性。

报告首先阐述了人工智能开发高度集中在少数企业和经济体的现状，指出可能加剧经济体内部和经济体之间不平等的数字基础设施鸿沟。继而聚焦经济增长与体面工作，探讨了生产率与劳动力动态。在经济体层面，报告分析了支持采用、适应和发展人工智能所需的条件和政策。在国际层面，报告论述了全球人工智能治理对引导技术向包容、公平方向发展的必要性，同时强调国际合作的重要性。

历史表明，技术进步虽推动经济增长，但不会自动保障收入公平分配或促进包容性人类发展。加强国际合作可将焦点从技术转向人，使各国能够共同构建一个全球人工智能框架。这一框架应当以共同繁荣为先，创造公共品，并将人置于人工智能发展的核心。

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Rebecca Grynspan".

贸发会议秘书长  
蕾韦卡·格林斯潘

# 缩略语

AI	人工智能
CSTD/科技促发委	科学技术促进发展委员会
DPI	数字公共基础设施
ESG	环境、社会和管治
FAO/联合国粮农组织	联合国粮食及农业组织
G7	七国集团
G20	二十国集团
GDP	国内生产总值
GenAI	生成式人工智能
GVCs	全球价值链
ICT/信通技术	信息与通信技术
IEA	国际能源署
ILO/国劳组织	国际劳工组织
IoT	物联网
ITU/国际电联	国际电信联盟
LDCs	最不发达经济体
OECD/经合组织	经济合作与发展组织
R&D/研发	研究与开发
SMEs	中小企业
STEM	科学、技术、工程和数学
STI/科技创新	科学、技术和创新
STI Forum/科技创新论坛	科学、技术、创新促进可持续发展目标多利益攸关方论坛
UNCATD/联合国贸发会议	联合国贸易和发展会议
UNDP	联合国开发计划署
UNESCO/联合国教科文组织	联合国教育、科学及文化组织
UNHCR/联合国难民署	联合国难民事务高级专员公署
UNIDO/联合国工发组织	联合国工业发展组织
WHO/世卫	世界卫生组织
WIPO	世界知识产权组织

# 说 明

在联合国贸发会议技术和物流司内，技术与创新政策研究处开展政策导向的分析研究工作，重点评估创新及新兴技术对可持续发展的影响，尤其关注发展中经济体面临的机遇与挑战。该处负责编撰《技术和创新报告》，全面探讨对发展中经济体具有现实重要性的科学技术与创新议题，并着重提供政策相关的分析与结论。技术与创新政策研究处支持将科技创新纳入经济体发展战略，协助发展中经济体建设科技创新政策制定能力，其中科技创新政策审议项目是实施这一工作的重要工具。

本报告中，“国家/经济体”一词视具体情况指代领土或地区。经济体组别的划分仅出于统计或分析便利，不代表联合国秘书处对任何经济体、地区及其当局法律地位，或其边界划分的任何立场。除非另有说明，本报告采用的主要经济体分类标准遵循联合国统计局的分类方法。相关经济体组别完整清单可从联合国贸发会议统计数据库下载（<http://unctadstat.unctad.org/EN/Classifications.html>）。

就统计目的而言，中国的数据不包括香港特别行政区、澳门特别行政区以及中国台湾省的数据。

报告中提及的“美国”指美利坚合众国，“英国”指大不列颠及北爱尔兰联合王国。

除非另有说明，文中使用的“美元”符号 (\$) 均指美元货币单位。年度增长率与变化率均指复合增长率。由于四舍五入的原因，小数与百分比之和未必等于总数。

表格中可能使用以下符号：

- 两个年份之间的连接号（如1988–1990）表示包含起止年在内的完整时段；
- 斜杠分隔的两个年份（如2000/01）表示财政年度或作物年度；
- 表格中的单点符号（.）表示该项不适用；
- 双点符号（..）表示数据不可得或未单独报告；
- 短横线（–）或零（0）表示数值为零或可忽略不计。





# 技术和创新报告 2025

## 第一章 处于技术前沿的 人工智能

前沿技术正快速发展，其市场规模预计到2033年将增长六倍，达到16.4万亿美元。这些技术的市场力量、研发投入、知识创造以及开发部署主要由发达经济体的科技巨头主导。全球仅100家企业就占据了企业研发投入总额的40%以上。

中国和美国在前沿技术知识创造方面占据主导地位，约占同行评审论文的三分之一和专利总量的三分之二。同样，发达经济体与发展中经济体之间在人工智能领域存在明显差距。这种情况可能加剧现有的不平等，阻碍发展中经济体的赶超努力。

作为通用技术，人工智能能够增强其他技术并实现有效的人机协作。人工智能的应用为企业和经济体提供了促进增长、推动实现可持续发展目标的重要机遇。然而，它也带来各种风险和伦理问题。要实现可持续和包容性发展，决策者需要更深入地了解人工智能的机遇与风险。



# 关键政策要点

- ▶ 领先科技企业正日益掌控技术发展的未来方向，但其商业动机并不总是与公共利益相一致。各地政府需要探索制定能够激励和引导技术发展的政策法规，确保其沿着促进包容性、惠及全民的路径发展。
- ▶ 前沿技术既具有资本密集型的特征，又拥有节约人力资源的能力。在许多发展中经济体，这可能会削弱其劳动力成本低的比较优势，危及近几十年取得的发展成果。若引导得当，人工智能可通过增强而非替代人类能力的方式，帮助扭转这一趋势。
- ▶ 人工智能的快速发展涉及三个可能引发转变级联效应的关键着力点：基础设施、数据与技能。它们为评估经济体的人工智能准备度、制定有效的产业和创新政策以及加强全球人工智能治理与协作提供了框架。





前沿技术，特别是人工智能，正在产生深远影响，不仅重塑生产流程和劳动力市场，更改变着社会结构。其快速而广泛的扩散速度已超出各地政府有效应对的能力范围。本报告旨在引导政策制定者理解人工智能的复杂局面，协助其制定推动包容性技术进步的科技创新政策。

前沿技术的快速扩散使各地政府难以跟进

本章阐述了前沿技术的现状与全球人工智能格局，揭示各地在采用、适应和发展人工智能能力方面的显著差异。这为报告后续内容奠定基础——深入分析人工智能对生产率和劳动力的影响，并通过不同行业的案例研究，审视人工智能应用为发展中经济体带来的机遇与风险。

新技术要充分发挥潜力，需满足多项条件。例如电力的普及依赖电网系统，互联网的成功则需依托横跨大陆与海底的光纤网络。新技术带来的变革还取决于全球范围内工厂和业务流程重新设计的意愿与能力。

实现赶超需要协调产业政策与科技创新政策，以适应数字技术的快速演进

利用人工智能系统需要更稳健的宽带基础设施以承载海量数据流，并建立必要的编程等技能基础。本报告基于基础设施、数据和技能这三大关键着力点，评估各地人工智能准备度与能力。

在人工智能采用与发展方面，许多发展中经济体仍处于早期阶段，缺乏针对人工智能特定需求的专门战略或政策工具。报告通过展示经济体实践中的良好做法和经验教训，说明政府如何加强人工智能能力、引导人工智能采用与发展并把握机遇。要实现赶超，必须协调产业政策与科技创新政策，以应对数字技术和创新对竞争力标准的持续重构。

人工智能还在跨国层面带来挑战，可能加剧经济体间及经济体内部的不平等，以削弱全球为实现可持续发展目标所做出的努力。如本报告所示，当前全球人工智能治理仍呈碎片化状态。要加强治理协调性，需深化国际合作。各地政府通过协作，可共同构建包容性的全球框架，促进问责制、国际合作和能力建设。唯有采取包容性的人工智能治理方法，方能确保共同繁荣。

## A. 前沿技术的快速扩张

前沿技术是指从人工智能到绿色氢能和基因编辑等具有强大变革潜力、能为经济发展、可持续性和治理提供新机遇的先进及新兴技术（联合国贸发会议，2018年）。这些技术有助于解决复杂问题，提高耗时工作的效率，并具备快速推广和扩散的潜力。通过这种方式，前沿技术在制定和实施应对21世纪挑战的全球解决方案中发挥着关键作用。

本节针对《技术和创新报告》上一版（联合国贸发会议，2023年）提出的17项前沿技术现状进行更新。如该报告所述，这些技术可分为三大类：工业4.0技术、绿色与可再生能源技术以及其他前沿技术（图I.1）。

### 前沿技术的市场潜力

评估前沿技术的一项指标是其市场规模，即市场上产品和服务销售产生的总收入。2023年前沿技术市场规模达2.5万亿美元，预计未来十年将增长六倍，到2033年达到16.4万亿美元（图I.2）。这相当于约20%的年均复合增长率，与上一版《技术与创新报告》对2020–2030年期间的预测一致。不同前沿技术往往相互重叠和影响，因此难以对其市场进行明确区分，可能存在重复计算。尽管如此，这些技术已在相当规模上得到应用，并展现出强劲的市场潜力。

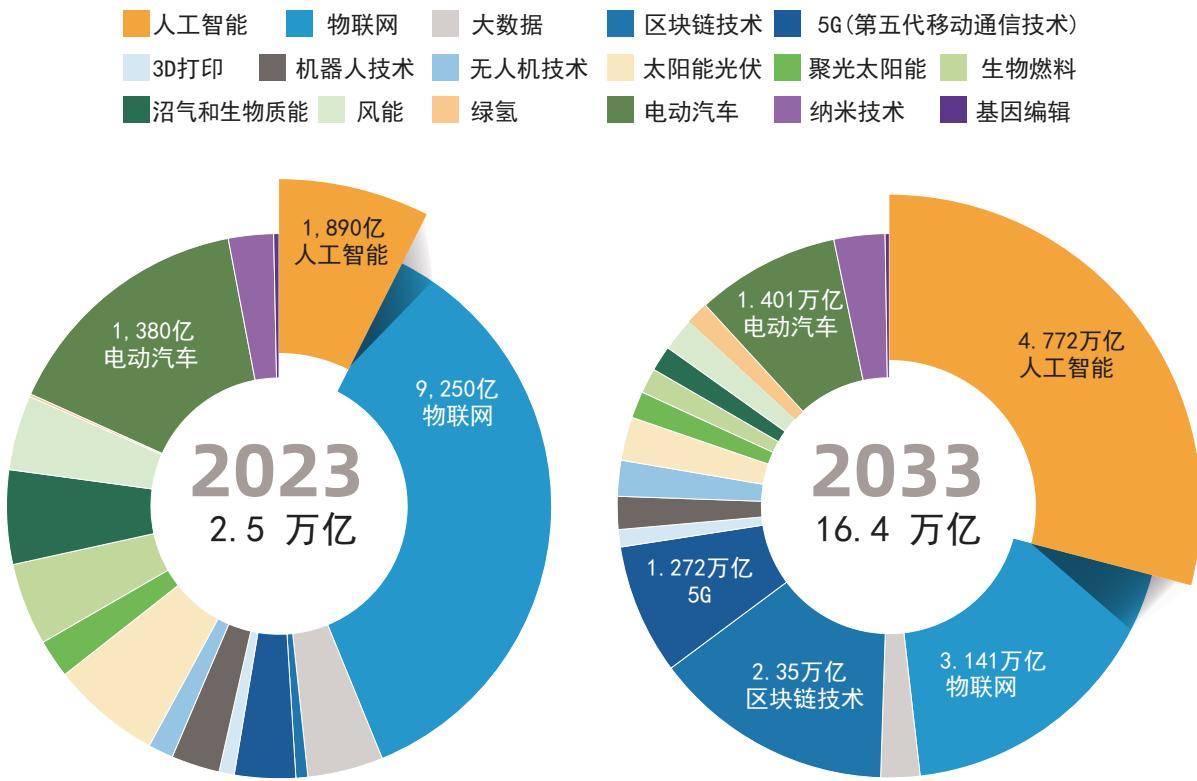
前沿技术  
价值未来  
十年可能  
增长六  
倍，达  
到16.4万  
亿美元

图 I.1  
三类前沿技术



来源：联合国贸发会议。  
缩写说明：5G：第五代移动通信技术；3D：三维。

图 1.2  
前沿技术的快速扩张  
(估计市场规模, 美元)



来源：联合国贸发会议基于网上的各种市场研究报告（参见附录）。

注：市场规模数据统计的是相关产品与服务销售所产生的收入。

到2033年，人工智能将成为市场份额最大的前沿技术，占比近三分之一

到2033年，人工智能有望成为市场份额最大的前沿技术，规模约4.8万亿美元，占整体市场的30%。持续的技术突破正使人工智能变得更强和高效，推动其在各行业和业务职能中的广泛应用 (Facts and Factors, 2024年)。特别是自2022年以来，生成式人工智能引发全球关注，各地各行业机构已开始将其试用于内容创作、产品开发、自动化编码和个性化客户服务等多元领域 (Accenture, 2023年; McKinsey & Company, 2023年)。

物联网构成另一重要市场。到2033年，这个通过物理设备互联实现数据交换的扩展网络，预计将为全球经济贡献3.1万亿美元 (Global Data, 2024年)。

物联网与工业4.0技术及人工智能的结合，将加速农业、制造业和服务业的数字化转型，在提升生产效率和产品质量的同时，可能降低成本和减少碳排放 (Kumar等, 2021年; Matin等, 2023年)。若增强的人机交互能带来更高效、定制化的解决方案，消费者也将从中受益。

## 科技巨头的市场主导地位

目前，前沿技术领域的领军者已跻身全球市值最高的企业。苹果、英伟达和微软的市值均突破3万亿美元，接近整个非洲大陆或全球第六大经济体英国的国内生产总值(GDP)。紧随其后的是Alphabet(谷歌)和亚马逊，市值均超过2万亿美元，高于加拿大的GDP。<sup>1</sup> 市值最高的五家公司均来自美国，芯片制造三巨头——英伟达、博通和台积电<sup>2</sup>——位列全球十强；这些企业几乎都聚焦前沿技术，在人工智能领域投入巨资（图I.3）。

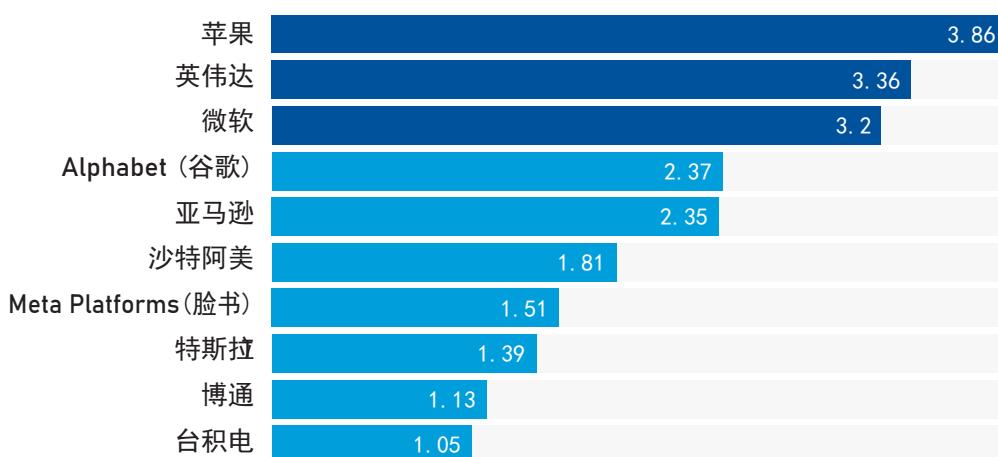
前沿技术的主要提供商来自美国、西欧发达国家、中国、日本和大韩民国。虽然收集全球可比的前沿技术市场数据存在挑战，但仍可识别若干趋势。<sup>3</sup>

美国企业在数字技术和计算平台（如人工智能、物联网、大数据、区块链和3D打印）方面具有优势；日本企业主导机器人开发；大韩民国企业则更活跃于5G和纳米技术领域。西欧企业覆盖的前沿技术范围较广。在发展中经济体，中国是主导力量，在5G、无人机和太阳能光伏技术领域处于领先地位。其他发展中经济体的顶尖前沿技术提供商较少，巴西（如部分生物燃料公司）是其中之一。

领先科技巨头的市值均超过3万亿美元，相当于整个非洲大陆的国内生产总值

前沿技术领域虽存在大量中小企业与初创企业的创新活动，但主要技术提供商仍为大型跨国公司。这些企业或通过自主研发，或通过投资并购掌握尖端技术的创新公司，以保持技术领先地位。例如2014年，Alphabet收购了英国顶尖人工智能实验室DeepMind，该实验室开发的深度强化学习程序“AlphaGo”（阿尔法围棋）于2016年击败围棋世界冠

图 I.3  
科技巨头的市场主导地位  
全球市值最高的十家上市公司  
(万亿美元)



来源：联合国贸发会议，基于Companies Market Cap的数据。

注：排名显示截至2024年底全球市值最高的上市公司。

<sup>1</sup> 市值数据截至2024年底。GDP数据取自联合国贸发会议统计数据库。需注意GDP是流量变量（年度经济产出），而市值是存量变量（时点估值），本比较仅作示意用途，旨在突显领先科技公司的庞大规模。

<sup>2</sup> 英伟达和博通，美国；台积电，中国台湾省。

<sup>3</sup> 目前针对前沿技术领域尚未形成系统可靠的市场份额或企业利润数据。本报告通过在线检索方式，筛选出被高频提及的头部前沿技术供应商名单。需要说明的是，由于检索语言限定为英语，来自英语经济体的企业可能在结果呈现上具有一定优势。

如何引导前沿  
技术提供商朝  
着惠及全民的  
方向发展？

100家公司占  
全球研发商业  
投资的40%以上

军；2019年，微软（Microsoft）与开发ChatGPT的人工智能研究机构OpenAI建立战略合作（GPT全称为生成式预训练转换器），并于2022年以超过180亿美元的价格收购语音技术公司Nuance Communications（纽昂斯通讯），该公司为苹果（Apple）的Siri语音助手提供核心技术支撑。<sup>4</sup>

市场垄断现象令人担忧，特别是在赢家通吃的市场环境中，头部企业不仅攫取大部分收益，更可能通过资源优势扼杀潜在竞争，甚至控制信息流与收入分配（联合国贸发会议，2021年）。当科技巨头掌控技术发展方向时，其商业动机与公共利益可能存在偏差，导致社会发展偏离最优

路径（Ahmed等，2023年；国际乐施会，2024年）。具体而言，研究表明企业普遍将人工智能研发重点放在替代而非增强人的能力上（Acemoglu & Johnson，2023年）。这种资本密集型且节省劳动力的前沿技术，可能削弱发展中经济体赖以发展的劳动力成本优势，进而危及这些经济体近几十年取得的经济成果（Korinek等，2021年）。

基于上述分析，能够激励和引导技术发展朝着促进包容性和惠及全民方向前进的政策和法规至关重要。本报告第四章将系统阐述经济体层面的科技创新与产业政策框架，第五章则深入探讨全球人工智能治理机制。

## B. 研发集中度

前沿技术的巨大发展潜力已引发全球研发投入热潮。根据高盛集团2023年发布的研究报告，2022至2025年间全球人工智能相关研发投入预计将实现翻倍增长，达到2000亿美元规模。值得关注的是，这一投资规模已达到全球气候变化适应资金总额的三倍左右。预测显示，到2030年，在人工智能发展领先经济体，相关研发投入可能占据国内生产总值（GDP）的2%。

尽管各类企业都在开展研发活动，但投资分布高度集中于少数企业。2022年，全球企业研发支出的80%以上来自2500家企业，其年度研发支出总额达1.25万亿欧元；40%集中在100家企业（欧盟委员会联合研究中心，2023年）。

在全球研发投入100强企业中，约半数企业总部设在美国，以谷歌、脸书、微软和苹果为首。13%的企业总部设在中国，以华为和腾讯为首，这一比例较十年前提升了11个百分点，中国企业在研发支出方面已超越德国、日本、大韩民国、瑞士和英国等传统研发强国。除中国外，全球研发投入100强企业无一来自发展中经济体。

软件与计算机服务业作为人工智能、大数据和区块链等核心技术的主要载体，在2022年占据百强企业研发投入的四分之一，其占比在过去十年间实现翻倍增长，超越制药与生物技术行业。

<sup>4</sup> 美国企业最大规模人工智能收购案列表详见Bratton, 2024年。

其他领先企业集中于技术硬件与设备行业，该领域涵盖物联网、5G网络、3D打印、机器人、无人机技术及绿色前沿技术，占研发总投资五分之一。汽车及零部件行业（含电动汽车）尽管过去十年份额逐步下降，仍占据相当比重的研发投资。

80%。德国和日本主导汽车及零部件行业的研发投入，大韩民国则在电子电气设备领域表现突出。

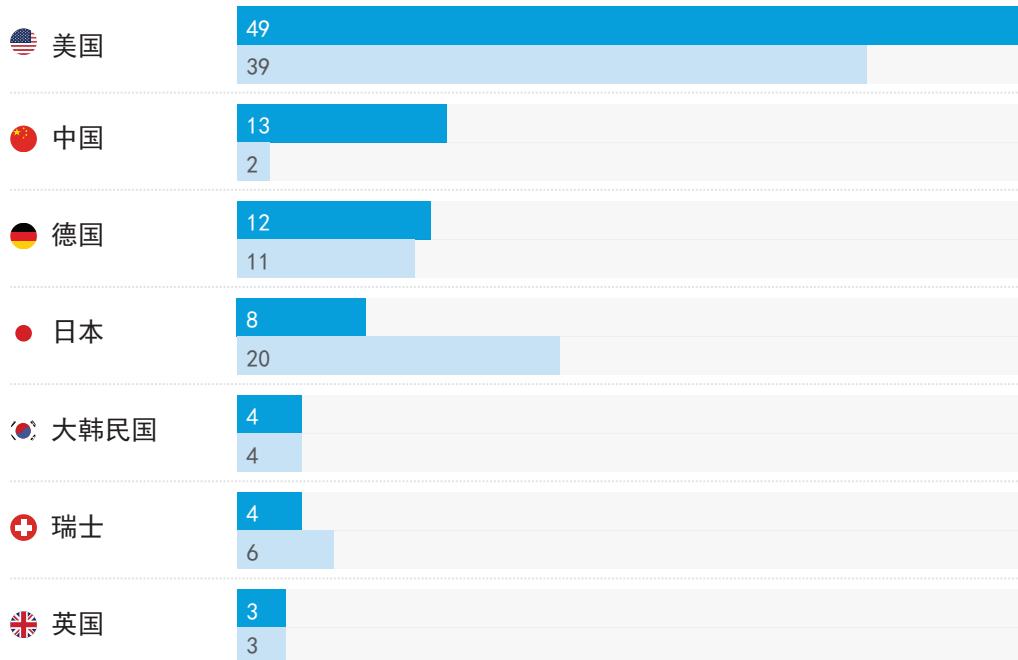
软件与计算机服务、技术硬件与设备以及制药与生物技术行业的研发活动主要集中在美国，该国企业在软件与计算机服务领域的研发投入占比超

图 1.4

研发高度集中于少数经济体

(全球研发投入100强企业的投资比例，按经济体分列；百分比)

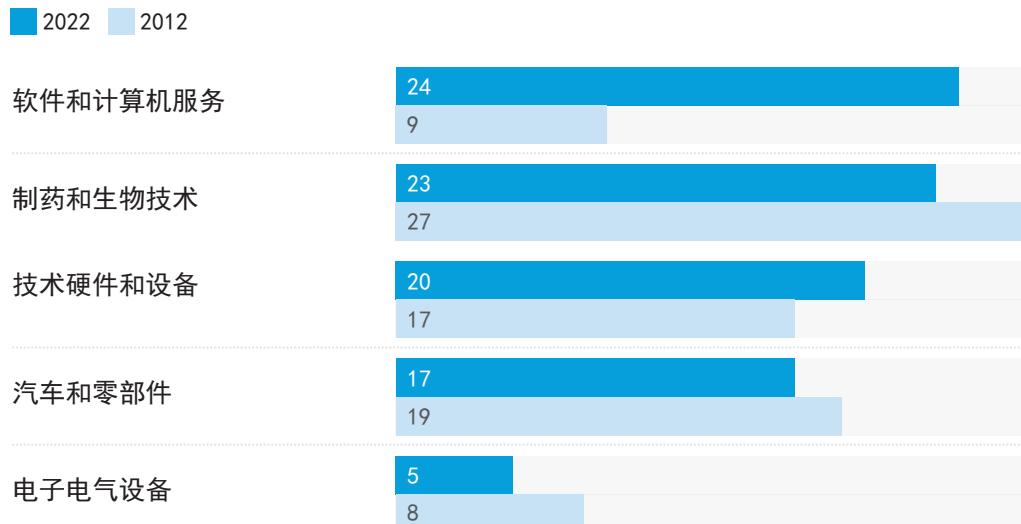
2022 2012



来源：《2023年欧盟产业研发投入记分牌》(联合研究中心，2023年)。



图 I.5  
软件与计算机服务业的研发占比显著提升  
(全球企业研发投入百强分行业投资占比, 单位: 百分比)



来源：欧盟委员会联合研究中心，2023年。

## C. 知识创造的不对称性

中美两国  
在前沿技  
术知识创  
新领域处  
于全球领  
先地位

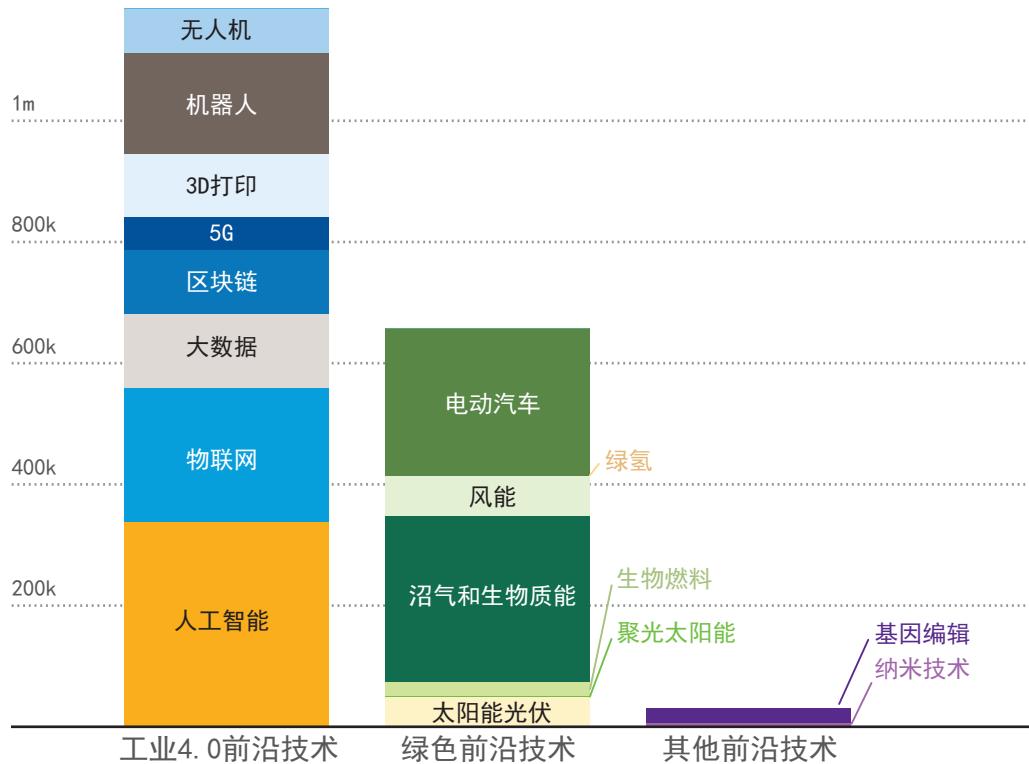
前沿技术领域的知识创新活动正加速发展, 研究出版物和专利数量快速增长。2000至2023年间, 仅人工智能领域就发表了超过71.3万篇同行评审科学论文, 申请了33.8万项专利, 且自2020年以来呈现急剧增长。其他工业4.0技术, 如物联网、机器人和大数据, 同样产生了大量论文和专利。在绿色技术领域, 沼气和生物质能(27.4万项专利)以及电动汽车(24.3万项专利)的知识创新成果尤为突出(图I.6)。

与研发投入情况类似, 中国和美国在前沿技术知识创新方面占据主导地位, 两国合计贡献了全球约三分之一的同行评审论文和三分之二的专利。

在专利领域的优势比在科学论文领域更为明显。

各地往往在特定技术领域形成专业化优势, 这体现在“技术显性优势指数”上(表I.1)。该指数定义为某经济体在特定技术领域的专利份额除以其在所有领域的专利份额, 数值大于1即表示具有专业化优势。例如, 德国在风能、印度在纳米技术、日本在电动汽车、大韩民国在5G技术领域具有显著的专业化优势。某些经济体或地区可能成为特定知识类型的全球中心, 吸引投资和人才, 从而在塑造技术发展路径方面获得优势。

图 1.6  
前沿技术专利数量  
(2000–2023年)



来源：联合国贸发会议根据PatSeer专利数据库计算

这种企业层面和经济体层面的市场主导地位可能加剧全球技术鸿沟，使后来者更难赶上，特别是在近几十年来技术扩散持续放缓的情况下，这一现象更加突出（Andrews等，2016年）。

技术创新日益增长的复杂性要求加大对物质资本和人力资本的投入以获取新创意，同时有效实施所需的技术调整和学习成本也不断提高。此外，现代技术必须与日益互联的系统中的多个组件相整合，这进一步提高了准入门槛，限制了技术和知识扩散。

在全球技术前沿企业与落后企业之间，生产率增长差距在数字技术和技能密集型行业表现得尤为突出（Berlingieri等，2020年）。这些挑战与基础设施不足和技术专长缺乏等结构性障碍共同作用，使得落后企业和经济体难以跟上技术进步的步伐。

技术扩散的放缓还会限制总体生产率增长。发展中经济体的技术发展与创新也可能受到发达经济体数据政策和知识产权政策的阻碍，而人工智能技术扩散不足的风险可能进一步加大现有差距。

表 I.1  
部分经济体基于专利申请的技术显性优势  
(2000-2023年)

		专利					
		美国	中国	德国	印度	韩国	日本
工业4.0前沿技术	人工智能	1.2	0.8	1.3	1.7	1.1	1.4
	物联网	0.6	1.3	0.2	2.3	1.4	0.3
	大数据	0.1	1.7	0.0	0.4	0.9	0.1
	区块链	1.2	1.0	0.4	0.8	1.0	0.6
	5G	0.4	1.0	0.1	0.2	4.4	0.2
	3D打印	0.8	1.2	1.5	0.2	0.5	0.2
	机器人	2.5	0.5	0.9	0.9	0.3	1.0
	无人机	1.0	1.0	0.8	0.7	1.6	0.7
绿色前沿技术	太阳能光伏	0.2	1.6	0.0	0.8	0.5	0.4
	聚光太阳能	2.8	0.1	1.5	1.7	0.2	1.8
	生物燃料	2.1	0.3	0.8	0.9	0.5	0.7
	沼气和生物质能	1.0	0.9	1.2	0.6	0.3	0.9
	风能	0.3	1.2	4.3	0.5	0.2	0.2
	绿氢	0.7	1.1	1.0	1.5	0.8	0.4
其他前沿技术	电动汽车	0.7	1.0	1.3	0.4	1.5	3.0
	纳米技术	1.3	0.5	0.9	3.0	0.4	0.3
	基因编辑	2.9	0.6	0.6	0.0	0.3	0.6

来源：联合国贸发会议（UNCTAD）根据PatSeer数据计算。

说明：技术显性优势指标反映了一个经济体在特定技术领域的相对专业化程度。该指标的计算方法是用该经济体在某一技术领域的专利占比除以其在所有技术领域的专利总占比，其数值理论上可以从零到无穷大。当该数值等于1时，表示该经济体在该技术领域的专利占比与其在所有前沿技术领域的专利占比相当；数值大于1表明该经济体在该技术领域具有专业化优势，而数值小于1则表明“无专业化优势”。

## D. 人工智能的发展

为深入理解人工智能的机遇与风险，以下章节将探讨人工智能发展的不同阶段及其与其他技术的交叉应用。

目前人工智能尚无统一定义，但通常被理解为机器执行类人认知活动的能力，包括推理、学习和问题解决等（Collins等，2021年）。

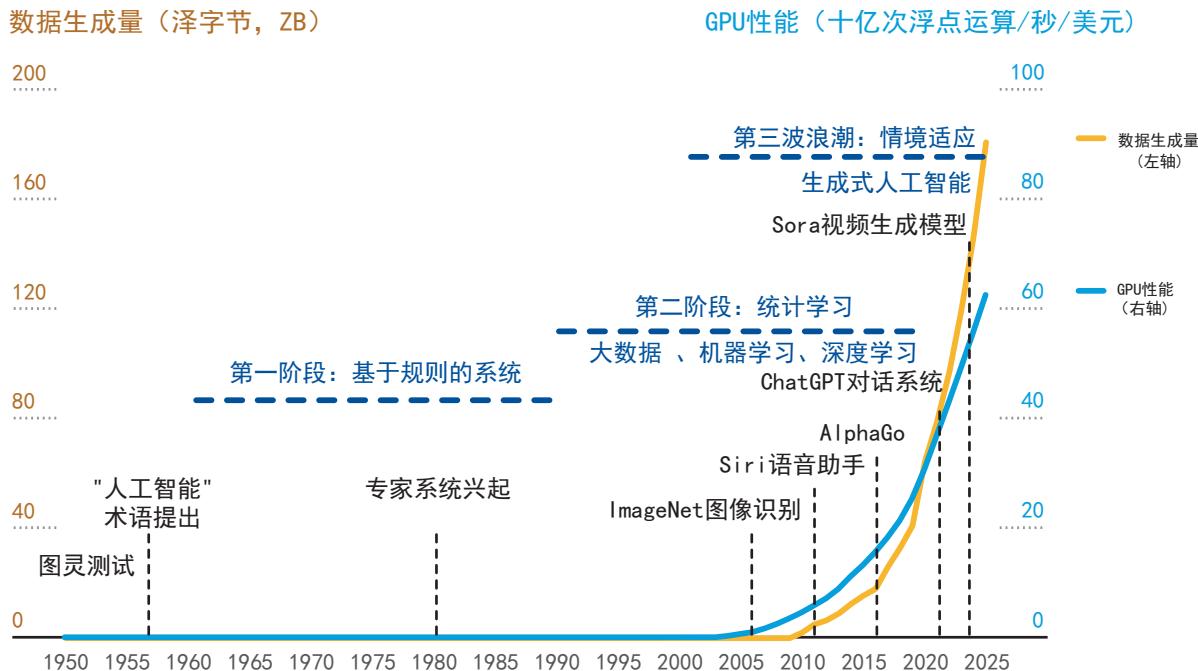
这一概念可追溯至1940年代艾伦·图灵提出的“机器智能”理论，他认为机器能够模拟数学演绎和形式推理。<sup>5</sup>“人工智能”这一术语则正式诞生于1956年达特茅斯夏季人工智能研究项目（McCarthy等，2006年）。

<sup>5</sup> 图灵在其开创性论文《计算机器与智能》中提出了“图灵测试”概念：若人类评估者无法区分机器的书面回答与人类的回答，则该机器即通过测试，可视为展现出与人类等效的智能行为（Turing, 1950年）。

此后，人工智能的发展进程并不均衡，大致可分为三个阶段（图I.7）。第一阶段为1950至1960年代，当时人工智能作为基于规则的系统快速发展，通过预设的“选择规则”进行决策和问题解决。1970年代由于计算能力和可扩展性不足，发展陷入停滞，出现首个“人工智能寒冬”。1980年代曾短暂复苏，模拟人类决策过程的专家系统开始流行，但因存在与早期系统相同的局限性人工智能的研究热度与资金投入再度萎缩。

第二阶段始于1990年代，建立在统计学习基础上。通过分析大量数据，机器能够修正规则并提高灵活性。这一阶段人工智能研究与应用的复兴主要受三大因素推动：低成本计算能力的提升、前所未有的数据规模，以及日益精密高效的算法。<sup>6</sup> 具有里程碑意义的事件包括：2007年基于数百万人工标注图像的大规模图像识别系统ImageNet问世（Deng等，2009年）；2011年数字助手Siri诞生；2016年计算机程序击败围棋世界冠军。

图 I.7  
人工智能的三波浪潮



来源：联合国贸发会议，基于多方估算（详见下文说明）。

说明：图形处理器（GPU）最初是为计算机图形和图像处理设计的，但后来在非图形计算领域展现出实用性，并已被广泛用于训练人工智能模型。GPU性能以经通胀调整后的每美元每秒浮点运算次数（FLOPS）表示。曲线代表基于2000年至2020年数据的最佳拟合线，并外推至2020年至2025年的预测值（Hobbhahn和Besiroglu，2022年）。关于数据生成量，2010年前的数值是基于2010年至2025年估算数据的外推结果（Taylor，2023年）。

<sup>6</sup> 例如，机器学习作为人工智能的一个分支领域，通过统计技术识别数据模式并作出预测。大数据和深度学习的兴起进一步推动了重大技术突破。

然而，在此阶段，人工智能主要局限于特定领域内的专门任务，并不具备类人的通用智能。这种形态的人工智能被视为狭义人工智能（Narrow AI），亦称弱人工智能（Weak AI）（Collins et al., 2021年）。

第三阶段即当前浪潮自2020年代加速发展，系统不仅基于规则，还能进行情境适应，考虑上下文因素并解释决策逻辑。近年来，在自然语言处理和大语言模型进步的推动下，生成式人工智能快速崛起，同时计算能力和数据量呈指数级增长。与主要用于数据分析和分类的判别式/预测性人工智能不同，生成式人工智能通过识别海量数据中的关联关系来创造新内容。但这一过程牺牲了可解释性，由于模型采用概率计算相同输入条件可能产生不同输出结果。

生成式人工智能通过海量数据集训练，并运用复杂算法生成统计概率输出及类现实数据的新内容（包括文本、图像或视频形式）。<sup>7</sup>2022年OpenAI发布聊天机器人ChatGPT引发公众关注，其他典型应用包括文生图工具DALL-E和视频生成系统Sora。人工智能日益增强的能力和适应性正推动其向可配置的通用技术转型（Dhar, 2023年；专栏I.1）。

人工智能领域的重大突破正使其发展成为一种通用技术

据预测，2024至2030年间生成式人工智能市场规模将从1370亿美元增至9000亿美元，复合年增长率达37%（Bloomberg, 2023年）。尽管市场期待堪比1990年代末互联网普及时的投资热潮，但仍存在高度不确定性——生成式人工智能应用的实际影响及其最佳实践方案的证据仍然有限，尤其在发展中经济体，尚需更多研究验证。此外，人工智能的应用虽具价值但非绝对可靠。当训练数据不完整或存在偏差时，模型可能习得错误模式、产生错误预测，甚至出现、输出“幻觉”信息。

生成式人工智能的快速发展重燃了对通用人工智能，即“强人工智能”（Strong AI）的期待。当前人工智能已在手写识别、语音图像识别、阅读理解等领域超越人类，但人类智能具有复杂性和多维性特征，实现通用人工智能可能比预期更具挑战性。

近几十年来推动人工智能快速发展的三大关键着力点，包括：基础设施——计算能力提升与低成本信息传输；数据——高速产生的海量优质数据；技能——开发应用复杂人工智能模型的尖端专业知识。本报告将就此提供实证依据。

<sup>7</sup> 生成式人工智能是深度学习的一个分支领域，其通过多层神经网络架构，实现对海量非结构化数据集的自动化分析处理。

## 专栏 1.1

### 人工智能是否属于通用技术？

通用技术往往通过数十年时间催生新的生产与创新方式，推动产业变革并创造新兴市场。这类技术具有三大核心特征：

**渗透性：**可广泛应用于各行业和经济活动领域。

**动态演进性：**为持续技术改进提供空间，从而创造新的应用机遇。

**创新互补性：**推动应用领域的创新，并催生围绕其发展的新型互补技术。

人工智能被视为一种通用技术，因其能够影响广泛的任务和工作类型。随着人工智能的持续进化，功能不断增强，未来可能影响约半数的人类工作岗位。

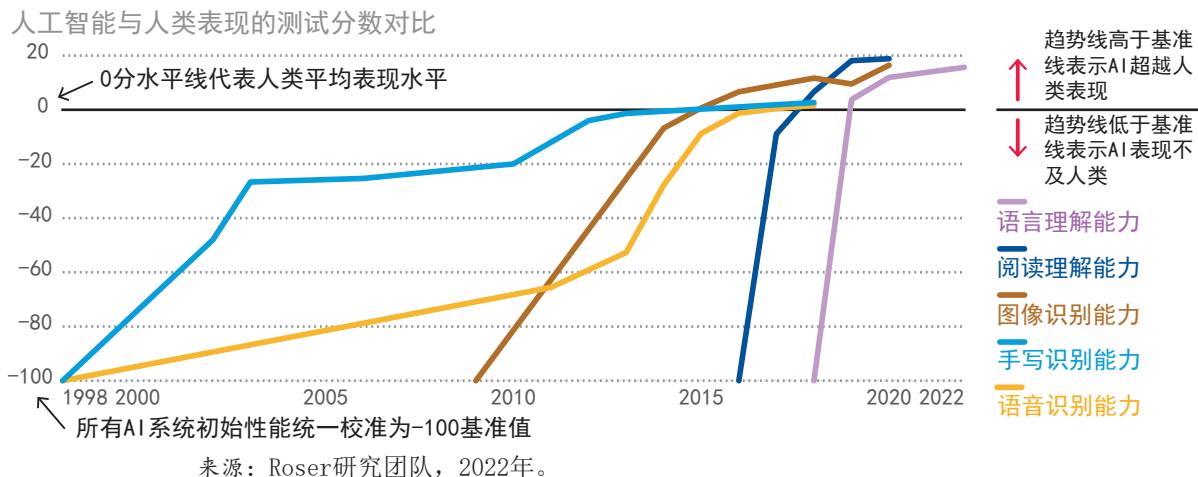
此外，人工智能正在改变研究和创新的开展方式。尽管这项技术能够加速科研流程，但其能否有效应对两大关键挑战——新创意发现难度持续攀升与突破性创意涌现频率不断下降——仍存在不确定性。

与历史上其他通用技术类似，人工智能充分发挥潜力需要时间积累和系统性投入。以电动机为例：其在制造业的应用初期仅通过降低能源成本提升生产率，直到企业重构工厂布局和业务流程以适应新动力源的灵活性，才释放最大效益。

通用技术并非终极解决方案，而是通过在经济系统中开启新的机遇和反馈循环来持续发挥作用。然而，与之配套的生产性和创新性活动通常分布广泛且分散，导致技术研发部门与应用领域之间难以建立有效的协调机制和激励体系。

来源：Bresnahan 和 Trajtenberg（1995年）；Bloom 等（2020年）；Krenn 等（2022年）；Park 等（2023年）；Eloundou 等（2024年）。

图 I.8  
人工智能系统的语言与图像识别能力演进



三大关键着力点之间的协同效应能够加速人工智能的进展

基础设施——基础设施需求已超越电力和网络的基本覆盖，还需配备一定的算力和服务器性能，包括大容量存储、网络连接、安全及备份系统。这些基础设施对于处理海量数据、运行算法、执行模型以及全球范围内的结果传输都不可或缺。

数据——数据是训练、验证和测试算法的主要输入，有了数据，人工智能系统才能对输入进行分类、生成输出并作出预测。因此，数据是决策过程中的关键社会经济资产。构建有效且可靠的人工智能系统，离不开高质量、多样化、无偏见的数据。数据与人工智能系统形成动态互动：更多数据意味着更充分的模型训练，而更成熟的模型又能收集（并生成）更多数据。<sup>8</sup>这种动态规模效应可能加剧现有的数据与技术鸿沟，为后发者设置更高的进入门槛。

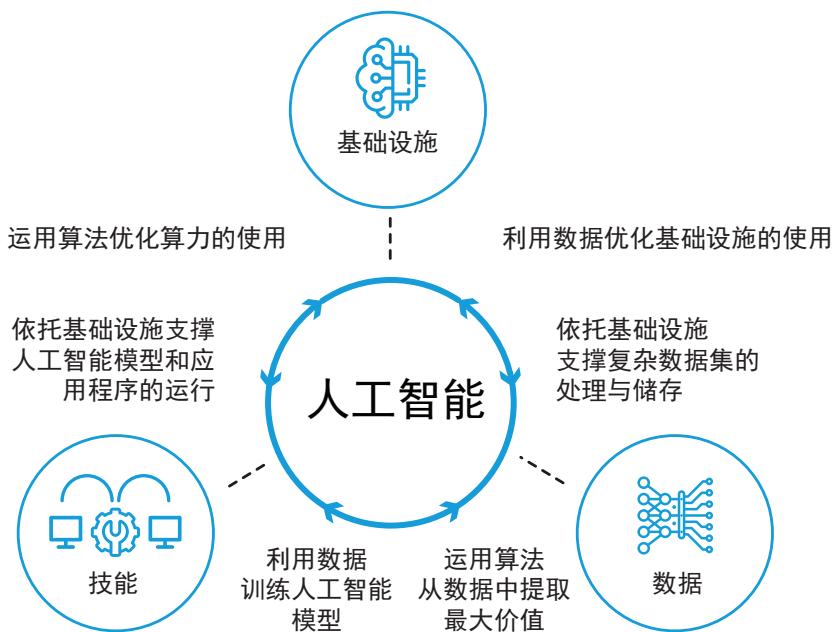
技能——技能涵盖广泛领域，从基础的数据素养到算法开发所需的高级专业技术，从数据分析能力到整合专业领域知识以解决复杂问题的能力。这些技能使劳动力能够运用人工智能解决复杂问题并提升生产率。

这三大着力点形成协同增效的正向反馈循环：更经济高效的计算资源支持处理更庞大复杂的数据集，使精密算法能更有效地分析与学习数据，从而加速人工智能的采用与发展，进而产生更多数据；丰富多样的数据为训练人工智能模型提供坚实基础，增强其在不同场景与任务中的泛化能力；同时，先进算法优化计算能力与数据的利用效率，推动人工智能更快速高效地发展。这种动态交互持续促进人工智能技术的改进与创新。（图I.9）

<sup>8</sup> 以ChatGPT-4为例，其训练数据量达45GB（约为GPT-3的三倍），通过微软Azure AI超级计算机采用人类反馈强化学习（RLHF）进行训练。模型参数量呈现指数级增长——从GPT-2的15亿参数、GPT-3的1750亿参数，到GPT-4预估达1.77万亿参数（约为前代的10倍）（Heaven, 2023）。

图 1.9

三大关键着力点之间的协同效应能够加速人工智能的进展



来源：联合国贸发会议。

## E. 人工智能与其它技术的协同效应

与早期的人工智能浪潮相比，当前的人工智能发展具有更强的渗透深度和广度，其技术在不同领域拥有广泛的应用潜力。人工智能已深度融入日常生活，并作为通用技术增强其他技术性能（Damioli等，2024年）。人工智能与其他前沿技术的交叉融合创造了以下创新机遇（图1.10）：

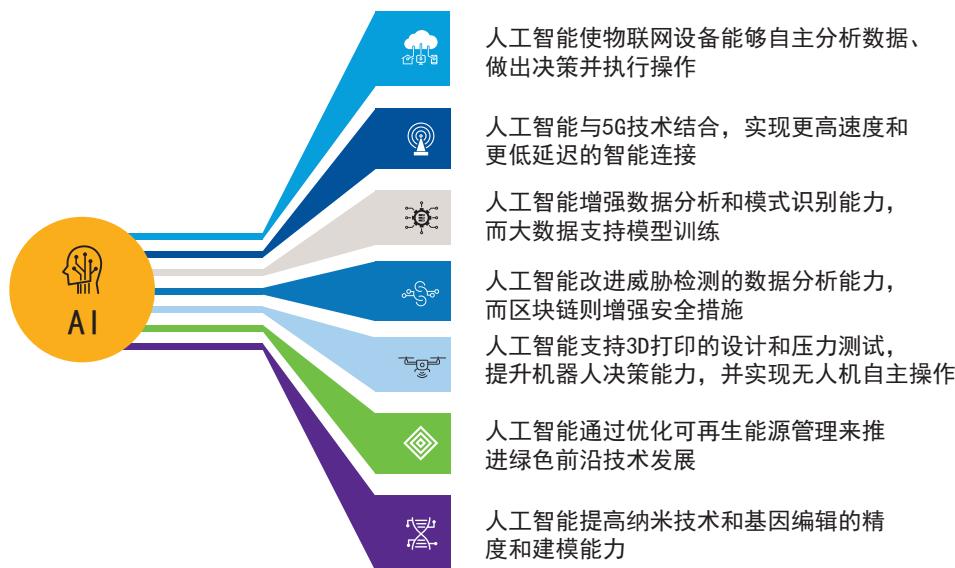
**物联网**——在人工智能的推动下，联网设备能够分析数据、自主决策并执行操作，形成人工智能物联网。这正成为智能工厂的基础设施。

与支持高速低延迟连接的5G网络相结合，将实现智能互联（Yarali, 2021年）。例如在智能交通领域，车辆可实时共享路况和事故信息，从而优化交通管控。

人工智能  
增强其他  
前沿技术

**大数据**——人工智能与大数据存在较强的协同效应。人工智能可提升数据分析和模式识别能力，而大数据则为模型训练提供素材。以视频监控系统为例，通过处理海量视频和传感器数据，可有效识别异常行为或特定模式。

图 I.10  
人工智能增强其他前沿技术



来源：联合国贸发会议。

**区块链——人工智能正日益与区块链技术结合应用，尤其在网络安全、金融服务和供应链管理领域。人工智能通过更优的数据分析能力改进或开发新解决方案，例如识别威胁和诈骗活动，以及优化库存水平和路径（Ekramifard等，2020年）。区块链技术则通过链式加密认证和分布式计算能力，增强人工智能安全措施。**

**3D打印——**设计师可通过运行多种设计场景和虚拟压力测试，探索3D打印的可行方案。经验不足的设计师也能受益于生成式人工智能工具，如简化设计开发流程的Style2Fab和3D-GPT（Zewe，2023年；Sun等，2023年）。

**机器人与无人机——**人工智能增强机器人在动态环境中的学习、决策和执行能力。人工智能工业机器人已广泛应用于制造业，在农业领域也助力作物收割（Birrell等，2020年）。同样地，人工智能使无人机具备自主操作和适应环境变化的能力，有效提升其效率与多功能性。<sup>9</sup>

**绿色前沿技术——**虽然人工智能模型的运行可能消耗大量能源，但它同时能释放清洁能源潜力并加速脱碳过程。<sup>10</sup>人工智能可通过智能电网优化可再生能源的使用与管理，并提升其存储与分配效率（Rozite等，2023年）。

<sup>9</sup> 例如，2023年苏黎世大学研发的无人机在实体竞速比赛中首次超越人类选手表现（Swissinfo，2023年）。

<sup>10</sup> 据估算，人工智能的温室气体排放量已超过全球航空业，而数据中心用电量约占全球电力需求的1%。尽管如此，单凭能效提升这一项，到2030年人工智能仍可能促使全球温室气体排放减少4%（联合国经济及社会理事会，2024年）。

纳米技术与基因编辑——人工智能正广泛应用于纳米技术和基因编辑领域，包括自主纳米机器人、材料设计与发现，以及人工智能驱动的遗传研究（Dixit等，2024年）。

人工智能的显著特征——从数据分析、自然语言处理和自动化，到内容生成和情境适应的最新突破——使其成为一种既能增强成熟技术、也可配置为专用用途的通用技术。<sup>11</sup>人工智能的一个突出能力是其学习和适应能力。更值得注意的是，可以采用能力较弱的小型模型来监督更复杂强大的模型，这种“弱监督强泛化”方法，为人类通过更易理解的AI模型来指导和管控复杂AI系统提供了可扩展的途径（Burns等，2023年）。

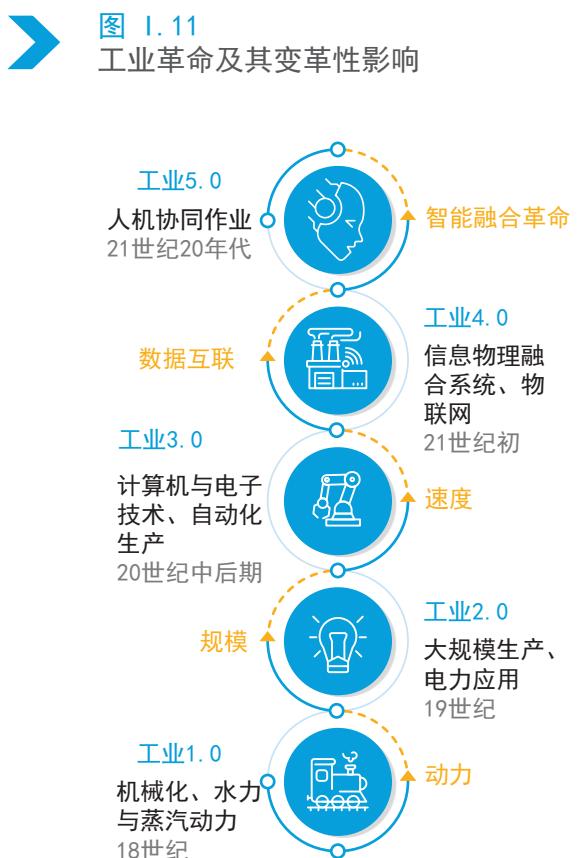
## 第五次工业革命

人工智能可被视为一系列工业革命中的最新阶段，这些革命都重塑了生产体系（图I.11）。19世纪的第一次工业革命中，纺纱机械和蒸汽机等新技术的普及扩展了人类劳动力。20世纪的第二次工业革命由电力普及和机床标准化推动，催生了大规模生产。

第三次工业革命起始于1970年代，计算机和电子设备的引入加速了信息处理，推动生产流程进一步自动化并催生服务经济。21世纪以来的第四次工业革命（常被称为工业4.0）利用互联网和移动设备的普及，整合信息物理系统，使信息产量及其潜在用途呈指数级增长。

人工智能或将引发第五次工业革命，将会实现人类与智能机器的协同共创

人工智能的显著特征在于其增强人类智能的能力。智能机器实现的更高效的人机协作，可能引发第五次工业革命（专栏I.2）。这波新技术变革将重塑经济与社会形态，但同时存在以下风险：人工智能可能取代大量工作岗位却未能创造足够新就业，加剧职业两极分化和收入不平等。第二章将论述“以人为本”的包容性人工智能发展路径的重要性。



来源：联合国贸发会议。

<sup>11</sup> 以中国“人工智能+”行动为例，该计划着力推动人工智能与实体经济的深度融合，充分彰显了其在各产业领域的普适价值（新华社，2024年）。

## 专栏 I.2

### 第五次工业革命的关键特征

第五次工业革命的概念仍在发展中，但已可通过三个关键特征与第四次工业革命区分：人机协作、可持续性和个性化。这些要素指向一个更具包容性和可持续性的未来，但实现这一愿景需要系统性规划与务实行动。

- **人机协作**——与第四次工业革命强调自动化不同，第五次工业革命聚焦人机协作，即以人为中心的共同创造。这要求将技术进步导向服务人类福祉，优先发展人机协同创新。其目标不仅是提升效率，更要建立能增强人类福祉的动态包容生产体系。技术开发的核心问题不应仅关注“是否可行”，而应追问“为何开发”：该方案解决哪些人类与社会需求？如何有效解决这些需求？
- **可持续性**——第五次工业革命在保障劳动者福祉和竞争力的同时，将可持续性纳入核心考量。产业部门需在应对社会挑战方面发挥更大作用，这与数字化转型相协同，推动形成更可持续、环境友好的商业与消费模式。
- **个性化产品与服务**——第五次工业革命利用人工智能的先进数据分析能力，基于个体偏好和行为数据，创造高度个性化的产品与服务。生成式人工智能和聊天机器人等创新已重塑营销实践，使企业能近实时提供定制体验。个性化不仅提升消费者满意度，更能增强劳动者、社区和地球的福祉。

来源：Adel, 2022年；Noble等人, 2022年；联合国贸发会议, 2023年；Van Erp等人, 2024年。

## F. 人工智能鸿沟

历史经验表明，技术转型通常始于硬件和基础设施的迭代。从大型计算机到个人电脑、从固定通信设备到移动终端、从内部网络到全球互联网的发展历程，为后续软件服务和各类应用的拓展创造了基础条件。这些转型阶段并非简单线性替代，而是呈现多代技术并存的特征，通过持续的技术反馈循环逐步成熟，往往需要数十年才能充分释放其社会经济价值。

当前人工智能技术的扩散正在驱动关键基础架构的全面升级，包括集成电路、数据存储设施和超级计算系统等核心组件。这些基础架构为海量数据处理和复杂模型运算提供支撑。<sup>12</sup> 正如历史上技术革命中的规律所示，在人工智能发展浪潮中，核心器件供应商成为主要受益方。全球最大半导体企业英伟达，其市场估值在2023年度增长超过200%，达到1.2万亿美元规模，并在2024年继续保持高速增长。<sup>13</sup> 其他主要集成电路企业如超威半导体、阿斯麦尔、博通公司、三星电子和台湾积体电路制造公司等，同样展现出强劲的发展势头。

### 超级计算机与数据中心

全球主要半导体企业多集中于美国及其他发达经济体，而在人工智能基础

设施的其他组成部分中，发展中经济体与发达经济体之间存在明显差距。美国拥有全球500强超级计算机中约三分之一的数量，其总体计算性能占比更超过半数（TOP500，2024年）。中国虽然在数量上以80席位位居第二，但总体运算效能不足前者的十分之一。<sup>14</sup> 数据存储设施的全球分布同样呈现高度集中态势（全球数据中心地图，2024年）。

除巴西、中国、印度和俄罗斯等少数经济体外，大多数发展中经济体在智能基础设施领域存在明显不足，这种状况严重制约其人工智能技术的应用与创新发展。本报告第三章将对各经济体人工智能准备度进行系统评估。

<sup>12</sup> 例如，贝莱德、全球基础设施合伙公司、MGX与微软组成的联盟计划投入高达1000亿美元，重点建设数据中心及配套电力基础设施（微软，2024年）。

<sup>13</sup> 2024年6月，英伟达（Nvidia）以3.3万亿美元的市值成为全球市值最高的公司。（公司市值，2024年）

<sup>14</sup> 该超级计算机算力排名依据第六十三期TOP500榜单编制，该榜单主要采用Rmax值（基于Linpack基准测试的最大性能指标）作为排序标准，计量单位为每秒万亿次浮点运算（TFLOP/s）。

## 服务供应商

业界在人工智能研究领域处于领先地位，其研发投入与成果产出已超过政府和学术机构的总和。

人工智能服务供应商市场同样由美国企业所主导，包括亚马逊、Alphabet（谷歌）、IBM、微软和OpenAI，以及中国的百度和腾讯等企业。私营部门承担了大部分前沿人工智能研究，开发了绝大多数机器学习模型，使政府和学术机构的贡献占比不足半数（Maslejet al., 2024年）。

这种情况部分源于成本飙升。自2016年以来，训练前沿人工智能模型的成本每年增长2.4倍（图I.12）。超过半数的开发成本用于硬件投入，使得前沿人工智能模型训练仅限资金最雄厚的机构能够承担。大多数中小企业，尤其是发展中经济体的企业，难以从零开始开发新的人工智能模型，而是通过采用和调整现有技术来满足特定商业需求。

通过与大量用户和设备的交互，企业正在构建具价值的数据集，从而将其

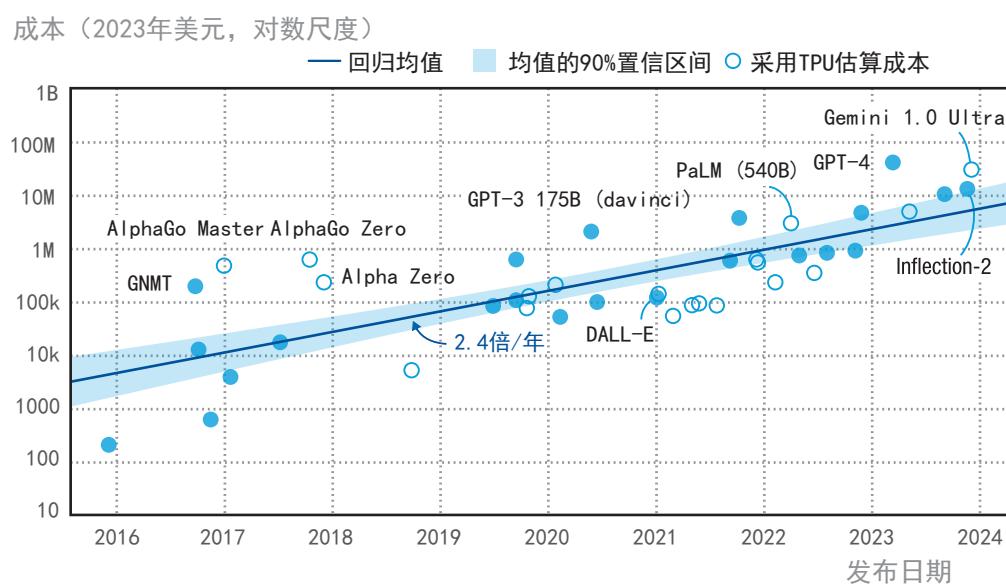
优势从硬件领域延伸至数据及其他领域。这种计算能力和服务集中在少数经济体的现象，已引发对其影响其他经济体利益的担忧，特别是在供应链脆弱性和各地政府对实现关键技术自主研发的诉求方面。

## 投资

美国在人工智能私人投资方面全球领先，2023年达到670亿美元，占全球总额的70%。中国以78亿美元位列第二，是唯一进入前十的发展中经济体，印度以14亿美元排名第10。2023年，美国新获融资的人工智能企业数量仍是排名第二的中国的七倍（Maslejet et al., 2024年）。作为技术发展的关键驱动力，最具价值的人工智能初创企业主要集中在中美两国（0xValue.AI, 2024年）。



图 I.12  
前沿人工智能模型训练的硬件与能源摊销成本



来源：Cottier等，2024年。

## 知识创造

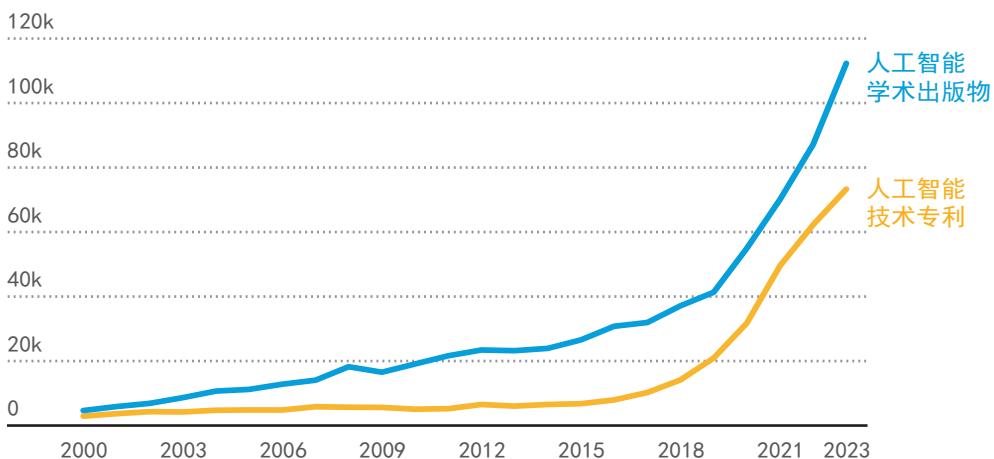
2000–2023年间，中美两国贡献了全球约三分之一的人工智能论文和60%的专利（图I.13）。除中国和印度外，多数发展中经济体进展有限，与发达经济体的差距持续扩大。生成式人工智能领域情况类似，大多数相关技术由中美两国首创（世界知识产权组织，2024年）。人工智能人才分布同样失衡：全球顶尖人工智能研究者约半数来自中国，18%来自美国，12%来自欧洲（MacroPolo，2024年）。

近年来的人工智能突破可能标志着新工业革命的开启。作为通用技术，人工智能通过高度互联的智能生产系统革新各领域流程，其增强而非替

代人类能力的人机交互模式具有革命性潜力。理论上，人工智能应用可加速实现可持续发展目标，但也存在训练数据偏见、隐私侵犯、安全威胁、网络攻击和自主武器等伦理风险（Vinuesa et al., 2020年）。若缺乏公平分配和伦理监管，人工智能可能加剧不平等，阻碍可持续发展。

此外，人工智能的高算力需求导致大量电力与水资源消耗，对气候变化产生重大影响（UNCTAD, 2024年）。这凸显出制定环境可持续和包容性数字化战略的必要性。发展中经济体亟需战略布局，在把握人工智能机遇的同时管控风险，推动公平包容的技术发展路径。

图 I.13  
人工智能相关出版物与专利数量增长趋势  
(出版物与专利数量统计)



来源：联合国贸发会议基于PatSeer专利数据库与Scopus学术数据库的统计分析。

## G. 报告导读

为实现人工智能对可持续发展目标的积极贡献，需要采取基于实证的多维度方法。本报告着重强调建设韧性基础设施、促进包容可持续工业化和创新的必要性（可持续发展目标9）。

人工智能发展的集中化趋势与数字基础设施现存差距相互叠加，可能加剧经济体内部及经济体间的不平等现象（可持续发展目标10）。

后续章节将通过渐进扩展的分析视角，系统探讨人工智能的深远影响，从其对生产率和劳动力市场的效应出发，最终延伸至全球治理层面的相关议题，并就此提供政策建议（表I.2）。

第二章从微观经济角度剖析生产率与劳动力动态，重点关注经济增长与体面劳动（可持续发展目标8）。第三章和第四章立足经济体层面，全面分析支持人工智能技术应用、本土化适配和自主发展的政策需求（可持续发展目标9）。第五章将从全球视角，阐述人工智能治理框架，强调必须通过加强国际合作，来引导人工智能向着包容、公平的方向发展（可持续发展目标17）。



**表 I.2**  
报告框架总览：核心议题、政策建议与对应可持续发展目标

章节	核心议题	政策建议	可持续发展目标
第二章 人工智能采用	人工智能、生产力与劳动力	案例研究：发展中经济体AI应用实践	<ul style="list-style-type: none"><li>• 适配本地基础设施条件</li><li>• 开发新型数据来源</li><li>• 采用以劳动者为核心的发展路径</li><li>• 多方合作伙伴关系</li></ul>
第三章 人工智能准备度	AI应用与发展必备条件	基于基础设施/数据/技能的评估体系	<ul style="list-style-type: none"><li>• 开展经济体层面技术差距诊断</li><li>• 明确战略发展定位</li><li>• 制定技术赶超实施路径</li></ul>
第四章 人工智能政策框架	产业与科技创新政策演进	各地AI政策战略比较	<ul style="list-style-type: none"><li>• 构建整体政策框架</li><li>• 信通技术基础设施升级</li><li>• 完善数据治理政策体系</li><li>• 强化数字技能培训</li></ul>
第五章 人工智能全球治理	碎片化治理现状	新兴国际共识方案	<ul style="list-style-type: none"><li>• 健全责任落实机制</li><li>• 建设数字公共基础设施</li><li>• 培育开放创新生态</li><li>• 加强人工智能与科技创能力建设</li></ul>

来源：联合国贸发会议。

## 附件一

### 前沿技术说明

本附件旨在系统阐述报告中涉及的17项前沿技术，详细说明各项技术的定义范畴与应用场景，同时完整披露出版物与专利数据的检索方法学，以及市场规模数据的权威来源。通过技术说明与数据采集流程的透明化呈现，为报告主体内容提供方法论支撑与术语界定依据。

表 1  
报告涵盖的前沿技术

人工智能	模拟人类认知功能的机器系统，通过机器学习算法处理大数据，实现智能推荐、语音交互及风险识别等应用场景
物联网	基于互联网的物理设备网络体系，通过嵌入式传感器实现数据采集与共享，典型部署于智能家居、工业4.0等领域
大数据技术	突破传统数据库处理极限的超大规模数据集分析技术，涵盖结构化与非结构化数据类型，支持深度数据挖掘
区块链	分布式账本技术架构，通过时间戳链式存储确保数据不可篡改，为加密货币及智能合约提供底层支持
5G通信	第五代移动通信标准，理论下行速率达10Gbps，时延低于1ms，支撑万物互联应用场景
3D打印	增材制造技术的商业化形态，依据三维数字模型实现复杂结构的逐层成型，显著降低材料损耗
机器人技术	具备环境感知与自主决策能力的可编程机械系统，涵盖工业机械臂、服务机器人及自动驾驶等多元形态
无人机技术	基于飞控系统与多传感器融合的无人航空器，已扩展至测绘、物流等民用领域
太阳能光伏	通过半导体材料将太阳光直接转换为直流电能的技术，可应用于离网供电系统，有效降低能源成本并提升电力覆盖率

聚光太阳能发电	利用反射镜阵列聚焦太阳辐射，通过传统热力循环发电的技术，需在高直射辐射区域部署，仅利用太阳直射光成分
生物燃料	从生物质原料提取的液态燃料，可替代汽油、柴油及航空煤油等石油基运输燃料
沼气与生物质能	沼气为有机物厌氧发酵产生的混合气体（含甲烷/CO <sub>2</sub> 等）；生物质涵盖植物体及有机废弃物转化的可再生燃料，适用于供热/发电等领域
风能	利用风力涡轮机将大气动能转化为电能，最佳风场多分布于偏远陆地或近海区域
绿氢	完全依赖可再生能源电力电解水制取的氢能，其储能特性优于电力，可消纳风光发电的过剩产能
电动汽车	采用电动机驱动的车辆，通过外接充电或车载储能系统供能，既能提升能源效率又可作为分布式储能单元
纳米技术	在1微米以下尺度操纵物质的跨学科领域，应用于医药研发、芯片设计等高精尖产业
基因编辑	对生物体DNA序列进行精准修饰的生物技术，可培育抗逆作物及开发新型抗生素

来源：联合国贸发会议。

表 2  
报告文献检索方法

技术名称	检索式
人工智能	TITLE-ABS-KEY (ai OR «artificial intelligence») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
物联网	TITLE-ABS-KEY (iot OR «internet of things») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
大数据技术	TITLE-ABS-KEY («big data») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
区块链	TITLE-ABS-KEY (blockchain) AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
5G通信	TITLE-ABS-KEY («5g communication» OR «5g system» OR «5g network») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
3D打印	TITLE-ABS-KEY («3D printing») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
机器人技术	TITLE-ABS-KEY (robotics) AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
无人机技术	TITLE-ABS-KEY (drone) AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
太阳能光伏	TITLE-ABS-KEY («solar photovoltaic» OR «solar pv») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
聚光太阳能发电	TITLE-ABS-KEY («concentrated solar power») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
生物燃料	TITLE-ABS-KEY («biofuel») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
沼气与生物质能	TITLE-ABS-KEY («biogas» OR «biomass») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
风能	TITLE-ABS-KEY («wind energy») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
绿氢	TITLE-ABS-KEY («green hydrogen») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
电动汽车	TITLE-ABS-KEY («electric vehicle») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
纳米技术	TITLE-ABS-KEY (nanotechnology) AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024
基因编辑	TITLE-ABS-KEY (gene-editing OR genome-editing OR «gene editing» OR «genome editing») AND PUBYEAR > 2000 AND PUBYEAR < 2024

来源：联合国贸发会议。

说明：本报告所采用的文献数据均提取自Elsevier Scopus学术出版物数据库，时间跨度为2000年至2023年。根据Elsevier官方说明，1995年后发表的论文数据具有更高的可靠性。Scopus系统采用回溯更新机制，因此针对特定检索条件，相关出版物数量可能随时间推移而增加。检索过程中，我们同步扫描了文献标题、摘要及作者关键词字段，并采用关键词组合检索策略。



表 3  
报告专利检索方法

技术名称	检索式
人工智能	TAC:(ai OR «artificial intelligence») AND PBY:[2000 TO 2023]
物联网	TAC:(iot OR «internet of things») AND PBY:[2000 TO 2023]
大数据技术	TAC:(«big data») AND PBY:[2000 TO 2023]
区块链	TAC:(blockchain) AND PBY:[2000 TO 2023]
5G通信	TAC:(«5g communication» OR «5g system» OR «5g network») AND PBY:[2000 TO 2023]
3D打印	TAC:(«3D printing») AND PBY:[2000 TO 2023]
机器人技术	TAC:(robotics) AND PBY:[2000 TO 2023]
无人机技术	TAC:(drone) AND PBY:[2000 TO 2023]
太阳能光伏	TAC:(«solar photovoltaic» OR «solar pv») AND PBY:[2000 TO 2023]
聚光太阳能发电	TAC:(«concentrated solar power») AND PBY:[2000 TO 2023]
生物燃料	TAC:(«biofuel») AND PBY:[2000 TO 2023]
沼气与生物质能	TAC:(«biogas» OR «biomass») AND PBY:[2000 TO 2023]
风能	TAC:(«wind energy») AND PBY:[2000 TO 2023]
绿氢	TAC:(«green hydrogen») AND PBY:[2000 TO 2023]
电动汽车	TAC:(«electric vehicle») AND PBY:[2000 TO 2023]
纳米技术	TAC:(nanotechnology) AND PBY:[2000 TO 2023]
基因编辑	TAC:(gene-editing OR genome-editing OR «gene editing» OR «genome editing») AND PBY:[2000 TO 2023]

来源：联合国贸发会议。

说明：报告中的专利数据通过PatSeer专利分析软件获取。检索时间范围限定为2000年至2023年，以保持与文献数据的一致性。检索式设计覆盖了专利标题、摘要和权利要求等关键字段。



表 4  
报告市场规模数据检索方法

技术名称	来源
人工智能	<a href="https://www.fnfresearch.com/artificial-intelligence-ai-market">https://www.fnfresearch.com/artificial-intelligence-ai-market</a>
物联网	<a href="https://www.globaldata.com/store/report/iot-market-analysis/">https://www.globaldata.com/store/report/iot-market-analysis/</a>
大数据技术	<a href="https://www.globaldata.com/store/report/data-and-analytics-technology-market-analysis">https://www.globaldata.com/store/report/data-and-analytics-technology-market-analysis</a>
区块链	<a href="https://www.globaldata.com/store/report/blockchain-market-analysis/">https://www.globaldata.com/store/report/blockchain-market-analysis/</a>
5G通信	<a href="https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/5g-services-market">https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/5g-services-market</a>
3D打印	<a href="https://www.globaldata.com/store/report/3d-printing-market-analysis/">https://www.globaldata.com/store/report/3d-printing-market-analysis/</a>
机器人技术	<a href="https://www.globaldata.com/media/thematic-research/robotics-market-will-worth-218-billion-2030-forecasts-globaldata/">https://www.globaldata.com/media/thematic-research/robotics-market-will-worth-218-billion-2030-forecasts-globaldata/</a>
无人机技术	<a href="https://www.factmr.com/report/62/drone-market">https://www.factmr.com/report/62/drone-market</a>
太阳能光伏	<a href="https://www.precedenceresearch.com/solar-photovoltaic-market">https://www.precedenceresearch.com/solar-photovoltaic-market</a>
聚光太阳能发电	<a href="https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/concentrated-solar-power-market-100751">https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/concentrated-solar-power-market-100751</a>
生物燃料	<a href="https://www.precedenceresearch.com/biofuels-market">https://www.precedenceresearch.com/biofuels-market</a>
沼气与生物质能	<a href="https://www.precedenceresearch.com/biomass-power-market">https://www.precedenceresearch.com/biomass-power-market</a>
风能	<a href="https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/wind-energy-global-market-report">https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/wind-energy-global-market-report</a>
绿氢	<a href="https://www.alliedmarketresearch.com/green-hydrogen-market-A11310">https://www.alliedmarketresearch.com/green-hydrogen-market-A11310</a>
电动汽车	<a href="https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-vehicle-market-209371461.html">https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-vehicle-market-209371461.html</a>
纳米技术	<a href="https://www.giiresearch.com/report/bc1361105-global-nanotechnology-market.html">https://www.giiresearch.com/report/bc1361105-global-nanotechnology-market.html</a>
基因编辑	<a href="https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-genome-editing-market">https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-genome-editing-market</a>

来源：联合国贸发会议。

说明：市场规模数据以市场收入为衡量标准，基于在线市场研究报告。各报告采用不同的基准年份和预测年份；本报告统一使用2023年作为基准年，2033年作为预测年，并应用各报告中提供的复合年增长率（CAGR）进行计算。

## 参考资料

埃森哲（2023年）。《技术展望2023》。<https://www.accenture.com/us-en/insights/technology-technologytrends-2023>。

Acemoglu D and Johnson S (2023年)。《权力与进步：我们跨越千年的技术与繁荣斗争》。PublicAffairs, 纽约。

Adel A (2022年)。《社会中工业 5.0 的未来：以人为中心的解决方案、挑战与未来研究方向》。Journal of Cloud Computing, 11(1):40。

Ahmed N, Wahed M and Thompson NC (2023年)。《产业在AI研究中的影响力日益增长》。Science, 379(6635):884 - 886。

Andrews D, Criscuolo C 和 Gal PN (2016年)。《最佳者与其他者》。参见：[https://www.oecd.org/en/publications/the-best-versus-the-rest\\_63629cc9-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/the-best-versus-the-rest_63629cc9-en.html)。

Berlingieri G, Calligaris S, Criscuolo C 和 Verlhac R (2020年)。《落后企业、技术扩散及其结构性与政策决定因素》。OECD 科学、技术与产业政策论文 No. 86。

Birrell S, Hughes J, Cai JY 和 Iida F (2020年)。《一种经田间测试的冰山生菜机器人收割系统》。Journal of Field Robotics, 37(2):225 - 245。

Bloom N, Jones CI, Van Reenen J 和 Webb M (2020年)。《创意变得越来越难发现了吗？》American Economic Review, 110(4):1104 - 1144。

彭博 (2023年)。《生成式 AI 将在 2032 年成为 1.3 万亿美元市场》。参见：<https://www.bloomberg.com/company/press/generative-ai-to-become-a-1-3-trillion-market-by-2032-research-finds/>。

Bratton L (2024年)。《苹果与其他大型科技公司最大规模的 AI 收购案》。Quartz (石英) 报道。参见：<https://qz.com/ai-deals-apple-microsoft-meta-google-1851382919>。

Bresnahan TF 和 Trajtenberg M (1995年)。《通用技术：增长的引擎？》Journal of Econometrics, 65(1):83 - 108。

Burns C 等 (2023年)。《从弱到强的泛化》。<https://openai.com/index/weak-to-strong-generalization/>。

Sun C 等 (2023年)。《3DGPT：基于大型语言模型的程序化 3D 建模》。参见：<https://chunyi.github.io/3DGPT/3dgpt.html>。

Collins C, Dennehy D, Conboy K 和 Mikalef P (2021年)。《信息系统研究中的人工智能：系统性文献综述与研究议程》。International Journal of Information Management, 60:102383。

Companies Market Cap (2024年)。《全球市值最大公司排行》。<https://companiesmarketcap.com/>。

Cottier B, Rahman R, Fattorini L, Maslej N 和 Owen D (2024年)。《训练前沿 AI 模型的成本上升》。<https://arxiv.org/abs/2405.21015>。

Damioli G, Van Roy V, Vertes D 和 Vivarelli M (2024年)。《人工智能是否正在形成新的范式？来自萌芽阶段的证据》。<https://papers.ssrn.com/abstract=4921726>。

Data Center Map (2024年)。《全球数据中心分布》。<https://www.datacentermap.com/datacenters/>。

Deng J 等 (2009年)。《ImageNet：一个大规模分层图像数据库》。CVPR 2009: 248 - 255。

Dhar V (2023年)。《人工智能的范式转变》。<https://arxiv.org/abs/2308.02558>。

Dixit S 等 (2024年)。《利用人工智能推进基因组编辑：机遇、挑战与未来方向》。Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 11:1335901。

Ekramifard A 等 (2020年)。《区块链与人工智能整合的系统性文献回顾》。收录于 Choo KK R 等主编《区块链网络安全、信任与隐私》，Springer 出版，147 - 160。

Eloundou T, Manning S, Mishkin P 和 Rock D (2024年)。《GPT 即 GPT：大型语言模型对劳动力市场的潜在影响》。Science, 384(6702):1306 - 1308。

欧洲联盟委员会联合研究中心 (2023年)。《2023 年欧盟工业研发投入排行榜》。

Facts and Factors (2024年)。《人工智能市场规模、趋势、增长及至 2030 年的预测报告》。参见：<https://www.fnfresearch.com/artificial-intelligence-ai-market>。

Global Data (2024年)。《物联网 (IoT) 市场趋势及按终端用户、产品、企业规模、行业、地区的分析及至 2027 年的细分预测》。<https://www.globaldata.com/store/report/iotmarket-analysis/>。

高盛 (2023年)。《全球 AI 投资预计到 2025 年将接近 2000 亿美元》。<https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/ai-investment-forecast-to-approach-200-billion-globally-by-2025.html>。

Heaven WD (2023年)。《GPT4 比 ChatGPT 更大、更强——但 OpenAI 不愿说明原因》。<https://www.>



- technologyreview.com/2023/03/14/1069823/gpt-4-is-bigger-and-better-chatgpt-openai/。
- Hobbahn M 和 Besiroglu T (2022年)。《GPU 价格—性能趋势》。<https://epoch.ai/blog/trends-in-gpu-price-performance>。
- Korinek A, Schindler M 和 Stiglitz JE (2021年)。《技术进步、人工智能与包容性增长》。IMF 工作论文 No. WP/21/166。
- Krenn M 等 (2022年)。《关于利用人工智能促进科学理解》。Nature Reviews Physics, 4(12): 761 - 769。
- Kumar N 等 (2021年)。《物联网(IoT)在农业中的应用》。2021 第九届 IEEE “可靠性、信息通信技术与优化(趋势与未来方向)国际会议论文集”。印度诺伊达: 1 - 4。
- MacroPolo (2024年)。《全球 AI 人才追踪器 2.0》。<https://macropolo.org/interactive/digital-projects/the-global-ai-talent-tracker/>。
- Maslej N 等 (2024年)。《2024 人工智能指数报告》。斯坦福大学“以本人工智能研究院”AI Index 指导委员会。
- Matin A 等 (2023年)。《面向可持续制造的 AIoT: 概述、挑战与机遇》。Internet of Things, 24:100901。
- McCarthy J 等 (2006年)。《人工智能达特茅斯夏季研究项目建议书 (1955 年 8 月 31 日)》。AI Magazine, 27(4):12 - 12。
- 麦肯锡 (2023年)。《2023 年 AI 现状: 生成式 AI 的爆发之年》。<https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>。
- 微软 (2024年)。《贝莱德、全球基础设施合伙人、微软与 MGX 推出新的 AI 合作伙伴关系, 用于数据中心和配套能源基础设施投资》。<https://news.microsoft.com/2024/09/17/blackrock-global-infrastructure-partners-microsoft-and-mgx-launch-new-ai-partnership-to-invest-in-data-centers-and-supporting-power-infrastructure/>。
- Noble SM 等 (2022年)。《第五次工业革命: 和谐的人机协作如何引发零售与服务业的(革)命》。Journal of Retailing, 98(2):199 - 208。
- 乐施会 (2024年)。《不平等公司: 企业权力如何分裂世界, 以及为何需要公共行动的新纪元》。
- 0xValue.AI (2024年)。<https://www.oxvalue.ai>。
- Park M 等 (2023年)。《论文与专利的颠覆性正在随时间减弱》。Nature, 613(7942):138 - 144。
- Roser M (2022年)。《人工智能简史: 世界变化之快, 以及未来可能如何》。<https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai#article-citation>。
- Rozite V, Miller J 和 Oh S (2023年)。《为什么 AI 与能源成为新的“强强组合”》。<https://www.iea.org/commentaries/why-ai-and-energy-are-the-new-power-couple>。
- Swissinfo (2023年)。《苏黎世大学 AI 无人机首次击败人类选手》。<https://www.swissinfo.ch/eng/business/university-of-zurich-ai-drone-beats-humans-for-the-first-time/48778294>。
- Taylor P (2023)。《2010年至2023年全球数据/信息的创建、捕获、复制和消费量, 并对2024年至2028年进行预测》。<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>。
- 联合国经济及社会理事会 (2024)。《可持续发展高级别政治论坛——在经社理事会主持下召集》。
- TOP500 (2024)。《第63期 TOP500 榜单》。参见: <https://top500.org/lists/top500/2024/06/>。
- Turing A. M. (1950)。《计算机器与智能》。Mind, (236): 433-460。
- 联合国贸发会议 (2018)。《科技和创新报告2018: 利用前沿技术促进可持续发展》(联合国出版物, Sales No. E. 18. II. D. 3, 日内瓦)。
- 联合国贸发会议 (2021)。《数字经济报告2021: 跨境数据流动与发展——数据为谁流动》(联合国出版物, Sales No. E. 21. II. D. 18, 纽约)。
- 联合国贸发会议 (2023)。《科技和创新报告2023: 打开绿色窗口, 抓住技术机遇, 迈向低碳世界》(联合国出版物, Sales No. E. 22. II. D. 53, 日内瓦)。
- 联合国贸发会议 (2024)。《数字经济报告2024: 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, Sales No. E. 24. II. D. 12, 纽约)。
- Van Erp T 等 (2024)。《工业5.0: 可持续管理及更广领域的新战略框架》。Journal of Cleaner Production, 461:142271。
- Vinueza R 等 (2020)。《人工智能在实现可持续发展目标中的作用》。Nature Communications, 11(1): 233。
- 世界知识产权组织 (2024)。《从专利态势报告看生成式人工智能的主要趋势》。<https://www.wipo.int/web/>

patent-analytics/generative-ai。

新华社（2024）。《我国人工智能产业将新制定50项以上国家标准和行业标准》。<https://english.news.cn/20240702/25fb658bb37c435099ed5b3fcb389060/c.html>。

Yarali A (2021)。《智能互联：AI、物联网与5G》。Wiley。

Zewe A (2023)。《AI驱动的工具让个性化3D打印模型变得更容易》。<https://news.mit.edu/2023/ai-driven-tool-personalize-3d-printable-models-0915>。

# 技术和创新报告 2025

## 第二章 利用人工智能提升生产力 与赋能劳动者

相较于以往的技术浪潮，人工智能不仅能执行认知任务，其影响范围之广，据估算可能波及全球40%的就业岗位，并将彻底改变生产流程与商业运营模式。

该技术一方面可提高生产率并增加部分劳动者收入，但也可能导致另一些劳动者的岗位消失，从而重塑劳动市场动态和劳动力需求。此外，技术进步正推动自动化，使得价值分配向资本端倾斜。

然而，若辅以有效政策及战略性的实施措施，人工智能的应用将显著增强劳动者能力，有望扭转上述趋势，赋能劳动者。

本章旨在通过案例研究，阐明发展中经济体如何克服人工智能应用障碍以获取其红利，同时强调必须将劳动者置于技术变革的核心地位，以实现人工智能的包容性发展。



# 关键政策要点

- ▶ 人工智能对就业的影响取决于自动化、能力增强与新岗位创造之间复杂的相互作用。政策制定者应理解这些动态，以确保人工智能效益的公平分配，并支持劳动力平稳转型。
- ▶ 在发展中经济体，若能围绕当地现有基础设施重新设计人工智能解决方案，利用及合并整合新数据来源，同时透过简化界面降低人工智能的技能门槛，以及通过建立战略伙伴关系获取人工智能所需的资源，便可有效加速人工智能的采用进程。
- ▶ 包容性的人工智能发展需重视劳工及其职业发展，包括提高劳工的数字素养，为转岗人员提供技能重塑培训，并通过技能提升项目增强劳工的整体能力。为确保人工智能工具与工作场所的整合能够满足劳动者需求并保留人类工作的核心价值，应让劳动者参与人工智能设计与实施的过程。
- ▶ 各政府应通过增加研发投入、实施战略性公共采购和制定定向税收优惠，促进人机互补型人工智能技术的发展。此外，改善劳动市场的机遇并建立明确的职业发展路径有助于缓解人才流失风险。

## A. 人工智能重塑生产方式

早期的自动化技术（包括计算机、机器人及初期人工智能专家系统）依赖预设条件逻辑，遵循从输入到输出的既定执行流程。此类技术仅适用于可分解和编码的常规性、结构化任务（Autor等，2003年）。而现代人工智能技术则更进一步，其通过机器学习从海量数据中识别模式与关联，持续优化性能，并自主适应环境变化，无需人工重新编程（Brynjolfsson等，2017年）。

其经济意义具有双重性：一方面，人工智能可超越传统数字系统，在特定领域甚至实现优于人类的表现（Maslej等，2024年）；另一方面，与此前主要替代常规低技能工作的技术浪潮不同，人工智能能够承担以往因成本过高或技术难度大而难以自动化的任务，并拓展至曾被视为高技能劳动者专属的识别、分类与预测类工作（Brynjolfsson等，2017年、2018年）。例如，在银行业，人工智能系统已用于预测贷款违约率（Turiel和Aste，2020年）；在医疗领域，人工智能图像分类器可辅助医生解读扫描影像，提升诊断效率与可靠性（Zhang等，2022年）。

人工智能主要影响认知型工作，但当其与机器人或物联网传感器等其他技术结合时，亦可实现对实体生产流程的控制。例如，在制造业中，人工智能系统可通过智能传感器网络实时调控能源与水资源的使用（Henry Bristol等，2024年）。

在农业领域，融合人工智能与机器视觉技术的机器人系统可实现作物自动化采收。

生成式人工智能（GenAI）进一步拓展了人工智能的应用潜力。传统机器学习模型通常仅能执行单一专业化任务，主要复现或呈现已有知识。而GenAI具备更强的通用性，能够执行多类任务、适应操作情境并生成全新内容，包括撰写文本、生成图像与视频、编写程序代码以及识别数据中的复杂规律，从而为金融、教育、法律和医疗等知识服务行业提供支持（Bommasani等，2021年）。以ChatGPT背后的GPT-4模型为例，该技术已被应用于智能客服、律师研究助理以及医药研发科研助理等场景。<sup>1</sup>

随着性能提升与成本降低，人工智能可被整合至更多生产流程中。在理想情况下，其将增强人类劳动能力，提升工作质量与效率。然而，亦存在完全替代人工的风险，进而导致失业率上升、工资水平下降及工作体验恶化（Rotman，2024年）。如果要使人工智能推动生产性且包容性的经济转型并减少不平等，政府与企业需将劳动者置于人工智能应用与发展的核心位置。

人工智能能够影响的领域广泛，从体力劳动到脑力活动皆涵盖其中

<sup>1</sup> 以电子支付公司Stripe为例，其采用GPT-4技术优化了智能客服系统；在法律领域，GPT-4被应用于法律研究助手Co Counsel；在医学研究领域，Insight AI平台则展示了该技术在医疗场景中的应用潜力。

## B. 影响生产力和劳动力的关键方式

人工智能通过以下四种典型作用路径（图II.1）对劳动力市场产生多维度影响，各路径间常存在交互效应（Acemoglu & Restrepo, 2019年）：

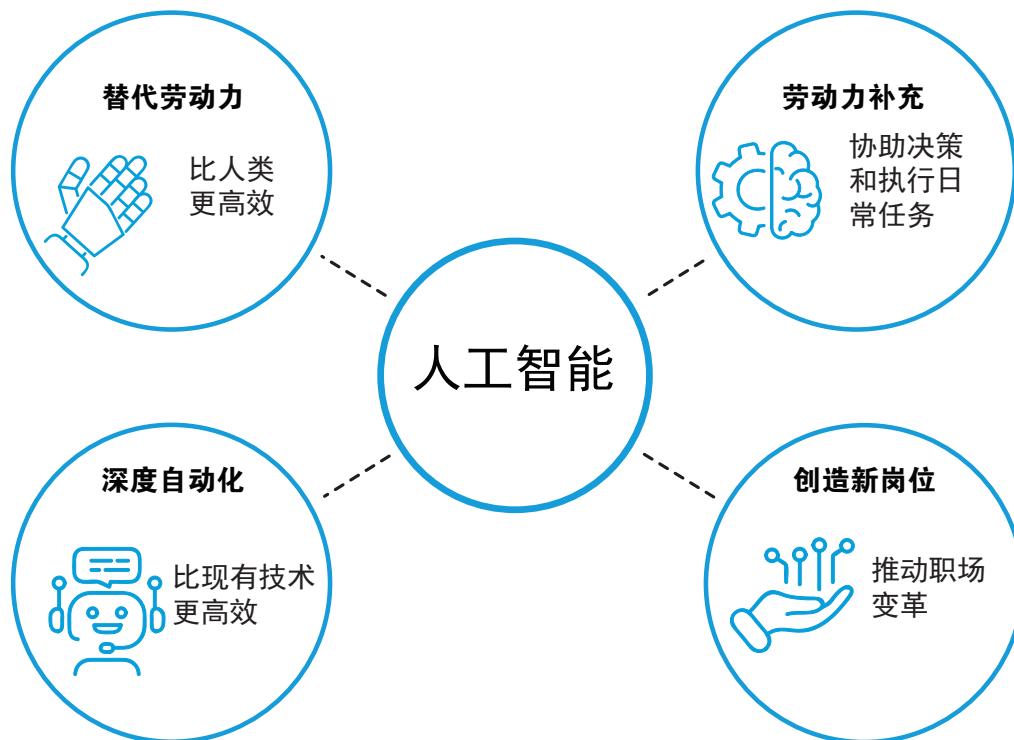
替代劳动力——人工智能可在机器效率更高的领域取代人工，扩大机器相较于人类的比较优势任务范围，从而促使劳动力向资本密集型方向转移。例如，在银行业，人工智能可同时监控数千笔交易并检测异常与欺诈迹象，而无需人工逐笔审阅。

劳动力补充——人工智能能够增强人的技能，提升工作质量、效率与生产力，并通过高级数据分析辅助决策制定。在日常的工作中，人工智能可自动处理文档校对、会议安排、邮件回

复建议等常规事务，使员工得以专注于需要人类判断力的任务。在医疗领域，人工智能通过分析心电图与计算机断层扫描（CT）图像，可协助诊断癌症等疾病，发现医护人员难以察觉的异常。因此，人工智能成为提升人类生产力的有效工具，同时让员工能更专注于软技能的应用。人工智能的应用还会影响人们的互动方式与相互认知，既可能产生亲社会效应，也可能导致反社会行为（Hohenstein et al., 2023年）。

深度自动化——人工智能能够替代低效技术并强化自动化程度。例如在客户服务领域，生成式人工智能聊天机器人可以取代传统的基于规则的聊天机器人，提供更个性化和准确的查询

图 II.1  
人工智能对生产力和劳动力市场产生影响的四种作用路径



来源：联合国贸发会议。

回复，从而在不减少用工的情况下提升企业的整体运营效率（即全要素生产率）。

创造新岗位——人工智能的应用将催生包括人工智能研发、部署与维护相关职位，以及人工智能催生的新兴行

业岗位。例如，研究指出三类新兴职业：人工智能训练师负责开发和升级人工智能模型；人工智能解释师为特定用例定制人工智能模型（如人工智能用户体验设计师）；人工智能维运师监督和优化人工智能应用（如人工智能伦理专家）（Shine, 2023年）。

## C. 影响力评估

为评估人工智能对生产力与劳动力的影响，经济学家通常采用两项核心指标。

第一项指标是生产力提升幅度，该指标用于衡量在固定劳动力和资本投入下，人工智能对商品与服务产出增量的贡献。

第二项指标是劳动力影响程度，该指标用于衡量工作任务被人工智能系统执行的潜在可能性。影响程度越高，表明人工智能与人类劳动力之间发生互补效应或自动化替代效应的概率越大。

例如，德国部分企业的数据显示，随着人工智能应用程度的加深，员工人均销售额实现大幅增长（Czarnitzki等，2023年）。意大利某些企业的案例表明，采用人工智能使全要素生产率提升了2.2%。一项针对多地大型企业的研究显示，人工智能知识存量的积累使全要素生产率提高了6.7%（Benassi等，2022年）。

人工智能的影响可能因企业特征而异，例如企业规模，尽管相关证据仍存在分歧（参见附件二）。多项研究表明，规模较大的企业因能获取规模效益和更充裕的财务资源，其生产力提升幅度可能更大（Zhai和Liu, 2023年；Yang, 2022年）；而另一些研究则显示，规模较小的企业由于能更快地将新技术整合至现有生产系统，反而展现出一定的优势（Nucci等，2023年；Damioli等，2021年）。

现有文献主要集中于发达经济体，因为这些经济体具备更详尽的企业数据。但发展中经济体同样可能获得类似效益，中国上市企业的分析结果便印证了这一点（Zhai和Liu, 2023年）。

现有初步证据表明，人工智能的应用虽能提升生产力，但其具体驱动机制尚未明晰。

使用人工智能可以  
大幅提高生产力

### 人工智能能否提升生产力？

当前研究主要基于发达经济体早期采用人工智能的企业的微观数据，这些研究采用系统性应用方法，且所使用的数据集覆盖范围广泛、规模适当。尽管这些研究尚未得出确定性结论，但结果表明，采用人工智能的企业能够实现生产力的大幅提升，尤其是那些雇用高技能人才以及服务业企业。近期企业研究的综述表明，人工智能既能提高劳动生产率，也能提升全要素生产率，不过不同研究的预估区间差异较大，这反映出不同企业从人工智能中获益的能力存在显著差异（图II.2）。

随着人工智能技术普及度提高，尤其是获取更多发展中经济体的企业数据后，相关不确定性或将逐步消除。然而，目前多数企业尚未大规模部署人工智能技术，现阶段作出确定性结论可能为时过早。

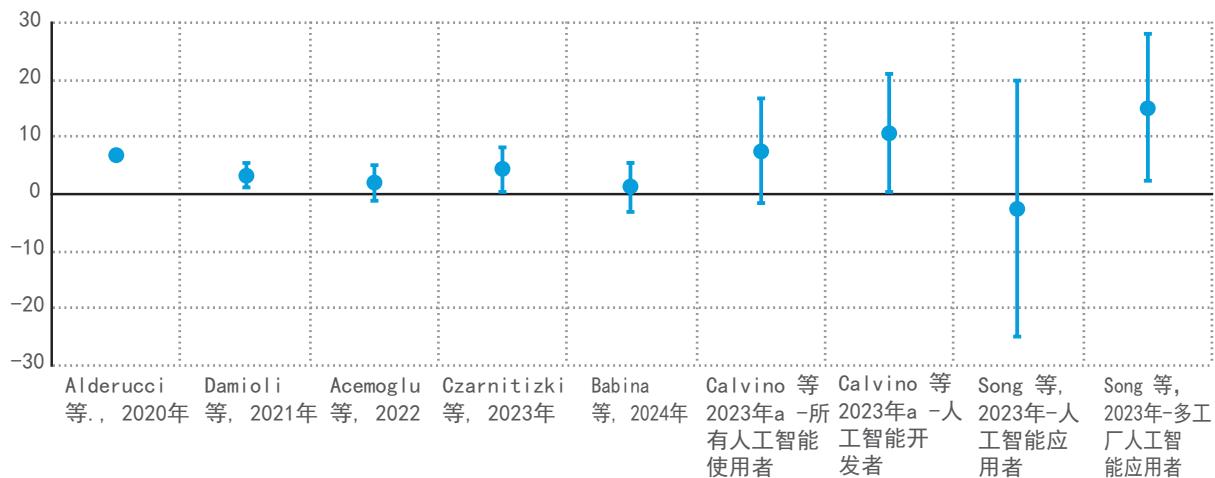
最新研究趋势开始聚焦生成式人工智能工具的影响，这类研究主要针对企业内部员工执行的具体工作任务，旨在评估此类工具对高技能相关任务的影响效应。

尽管这些研究与评估企业整体影响的研究并不具备直接可比性，但它们初步揭示了新技术对工作场景的潜在影响。<sup>2</sup>

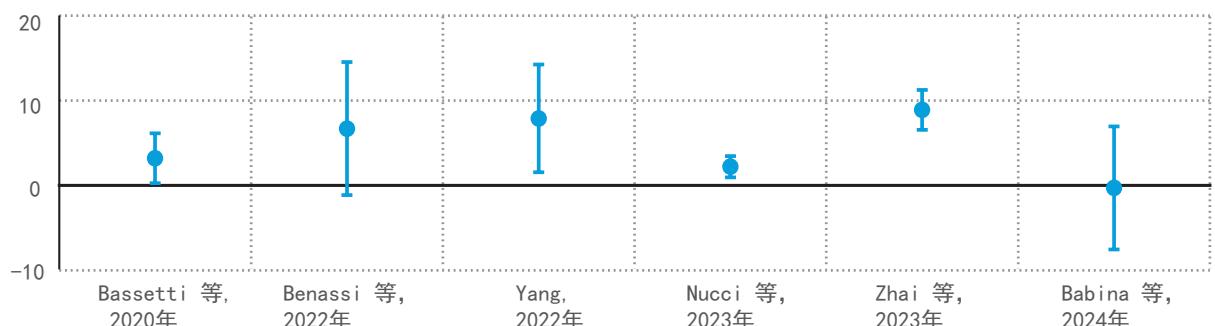
部分研究表明，生成式人工智能能够提升员工在多项任务中的表现（见表 II.1）。例如，某领先软件公司的案例显示，当客服人员使用GenAI聊天助手时，每小时处理的问题数量增加14%（Brynjolfsson等，2023年）。

图 II.2  
利用人工智能提高公司生产力  
生产力变化（百分比）

a) 劳动生产力



b) 全要素生产力



来源：联合国贸发会议，根据引用来源计算。

注：数据点为所列文章的平均效应估计值，通过对数近似法显示为百分比变化；尾部代表 95% 的置信区间（见附件二）。

<sup>2</sup> 由于个体员工或具体任务层面的生产力提升，未必能等效转化为企业整体的效益，因此无法与早期企业级研究进行直接比较。

## 生成式人工智能显著影响认知和服务类工作

同样，某商业咨询机构的分析表明，使用ChatGPT辅助的顾问工作效率提高了12%，工作质量更提升了40%（Dell' Acqua等，2023年）。其他研究也证实了GenAI在专业文书撰写和计算机编程等领域带来的生产力提升（Noy和Zhang，2023年）。

这些微观研究采用实验或准实验设计，以推断生成式人工智能工具的使用与劳动生产力提升之间的因果关系。研究结果显示，不同技能水平的员工之间存在差异，因此现有研究尚无法明确，人工智能的应用究竟会缩小还是扩大劳动者之间的能力差距。

例如，一项针对客服中心的研究发现，技能和经验最低的员工通过AI助手学习高技能员工的工作方法后，其生产力提升幅度最大（Brynjolfsson等，2023年）。然而，另一项针对材料研究人员的研究则显示，顶尖研究人员获得了更高的生产力提升（Toner-Rodgers，2024年）。

这可能因为经验最丰富的科学家能够凭借专业知识优先验证人工智能提供的最具价值建议，而生产力排名后30%的研究人员则需耗时验测试价值较低的选项。

目前大多数证据来自早期采用者，而同样的生产率提升能否发生在后来者，特别是发展中经济体的后来者，能否获得类似的生产率提升尚待验证。

总体来看，人工智能（尤其是生成式人工智能）在特定服务类任务中展现的影响更为突出。然而，其带来的效益亦可间接惠及其他行业的企业。因此，亟需推动知识密集型服务业与制造业、基础产业之间的跨行业协同与互补，以将生产力提升的成果辐射至整个经济体系，从而推动人工智能驱动的产业转型。

未来，需开展更多聚焦于人工智能难以攻克的复杂任务的综合性研究，方能全面评估人工智能对整个经济的影响。尽管如此，当前关于生成式人工智能的初步证据与企业层面的研究成果相互呼应，共同表明人工智能的应用确实能够提升生产力（参见专栏II.1）。

表 II.1  
生成式人工智能对生产力影响的微观研究

研究	案例	生成式人工智能	识别策略	衡量方法	影响
Brynjolfsson等，2023年	财富500强企业呼叫中心员工，2020年–2021年	定制化ChatGPT	双重差分	每小时解决问题次数	增长14%
Dell' Acqua等，2023年	领先咨询公司顾问，2023年	ChatGPT	实验法	规定时间内完成任务数	增长12.2%
Noy等，2023年	在职专业人士，2022年	ChatGPT	实验法	写作任务完成时间	提高37%
Peng等，2023年	自由职业程序员，2022年	GitHub Copilot	实验法	编程任务完成时间	提高55.8%

来源：联合国贸发会议，基于所引用的资料。



## 专栏 11.1 人工智能在业务流程外包中的应用

一项针对美国某业务流程外包公司的研究，探讨了生成式人工智能对其客服人员工作效率的影响。该公司主要为中小企业提供基于GPT技术的在线聊天助手服务，其客服团队分布在菲律宾、美国等多个经济体，并采用分阶段部署人工智能工具的方式推进应用。

结果显示，人工智能在三个关键指标大幅提升了工作效率：单次会话处理时间缩短、每小时处理会话数量增加，以及会话问题解决率提高。然而，这些效益在不同技能水平的员工中呈现不均衡分布。其中，技能水平较低且入职时间较短的新员工绩效改善最为突出，而经验丰富的高技能员工所获提升相对有限。这一发现在业务流程外包行业具有特殊意义，因为该行业新员工通常面临陡峭的学习曲线和初始较低的生产力水平。

值得注意的是，严格遵循人工智能建议的客服人员工作效率提升更为明显，这表明人工智能参与度与学习效果之间存在关联。即便在人工智能系统临时故障无法提供协助期间，这些员工仍能保持较高的工作效率，印证了其对技能发展的持续促进作用。该研究同时考察了人工智能对员工工作体验的影响。客服中心工作通常需要应对高强度的夜间轮班和棘手的客户互动，但研究发现，当员工获得人工智能辅助时，客户对其专业能力的质疑减少，服务满意度提升，从而降低了员工流失率——这一效应在新入职员工群体中尤为突出。研究人员认为，这些积极效应部分源于人工智能系统能够总结并推广优秀员工的最佳工作方法。然而，研究也指出，若过度依赖人工智能导致客户互动刻板生硬，反而可能降低客户满意度。这种“过度脚本化”现象提示我们需要在人工智能辅助与保持服务真实性之间寻求平衡。

研究结论指出，人工智能辅助在提升生产力和改善员工体验的同时，也促使企业降低岗位技能要求并倾向于雇佣低技能、低薪资员工。随着技术持续发展，企业未来可能部署更先进的人工智能系统，这可能导致人工岗位被人工智能全面替代的风险。

尽管AI为企业带来显著效益，其对劳动者的长期影响仍然存在不确定性，其具体影响取决于劳动者能否通过劳资协商与集体协议有效维护权益。另一项研究对300名呼叫中心员工进行了调查，结果显示，具备自动化重复任务和实时协助能力的人工智能系统，确实降低了员工的工作压力。

来源：Brynjolfsson 等，2023年；Abdikaparov, 2024年；联合国及国际劳工组织，2024年。

发达经济体在  
人工智能自动  
化领域拥有更  
广阔的发展前  
景，同时也拥  
有更多的人工  
智能增强机会

## 更多受人工智能影响的职业

过去的技术浪潮主要影响蓝领职业，而当前最易受人工智能冲击的岗位则集中在知识密集型行业（Nedelkoska 和 Quintini, 2018年）。<sup>3</sup> 经济合作与发展组织（OECD）近期一项针对欧美就业市场的调查显示，金融、广告、咨询和信息技术行业最易受人工智能自动化影响（OECD, 2024年）。

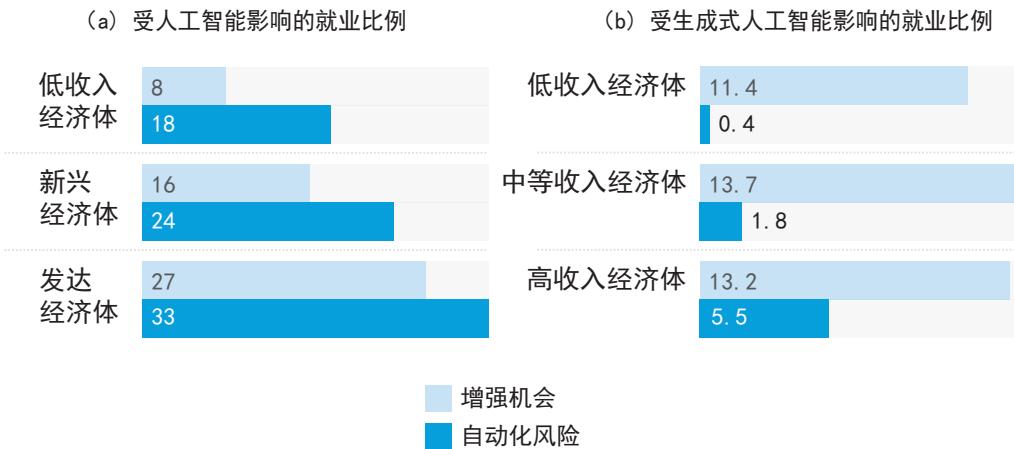
一项基于印度2016至2019年在线招聘数据的研究也有类似发现，人工智能相关技能需求主要集中在信息技术、金融和专业服务领域（Copestake 等, 2023年）。最新全球调查亦表明，生成式人工智能在制造业的应用程度最低，而在市场营销与销售、产品服务开发及信息技术职能部门的普及率较高（Singla等, 2024年）。

一项研究预测，人工智能将影响全球

40%的就业岗位。数据显示，发达经济体约三分之一的工作岗位具有较高的AI自动化潜力，另有27%的岗位将受到人工智能增强的影响（Cazzaniga 等, 2024年；图II.3）。发达经济体的工作岗位更多地涉及认知任务，因此其劳动力面临更高风险。然而，与新兴经济体和低收入经济体相比，发达经济体也更能把握人工智能带来的机遇。

各地受人工智能影响的程度因其职业结构特征而异。以英国为例，其就业市场中专业和管理类职业占比较高，这类岗位较易受到人工智能增强技术的影响；同时，文职和技术类岗位也占据相当比例，这些岗位则更可能面临人工智能带来的自动化风险（Cazzaniga等, 2024年）。发达经济体总体上比发展中经济体更可能面临更直观的劳动力市场结构调整与工资不平等加剧的挑战。

图 II.3  
发达经济体面临更大的人工智能自动化风险，但也拥有更多的人工智能增强机  
遇  
(受人工智能影响的就业比例，按经济体组别分列；百分比)



来源：联合国贸发会议的计算结果，基于Cazzaniga et al., 2024年和Gymrek et al., 2023年(见报告参考文献)。

注：(a) 组数据来自125个经济体，(b) 组数据来自59个经济体；中等收入经济体的数值是中等偏上收入经济体和中等偏下收入经济体数值的加权平均，权重依据样本中的经济体数量。

<sup>3</sup> 但需注意的是，即使在非知识密集型行业，也存在高度受人工智能影响的岗位（参见 Webb, 2020年）。

相比之下，以印度为例，其劳动力主要从事农业和手工业，受人工智能影响相对较小。因此，发展中经济体或有机会借鉴发达经济体的经验。

生成式人工智能的影响呈现相似特征。教育程度较高的劳动者虽更易受影响，但获益可能性也更大。总体而言，生成式人工智能带来的劳动力增强潜力大于替代风险，这一特点在中低收入经济体尤为显著（图II.3）。技术人员和辅助专业人员可从增强效应中受益，而文职人员则面临较高的自动化风险。从性别视角看，各职业类别受生成式人工智能影响的差异相对均衡（Gmyrek等，2024年），但由于文秘岗位中女性比例过高，欧美地区女性劳动者尤其容易受到自动化冲击（联合国与国际劳工组织，2024年）。

一项拉丁美洲的研究表明，生成式人工智能、更倾向于产生增强效应，而非自动化替代，且更有利于城市地区、教育程度较高及从事正规职业的高收入群体。其收益在性别和年龄维度上的分布相对均衡（Gmyrek等

人，2024年）。研究强调，近半数可能从增强效应中受益的职业正面临数字壁垒的挑战。

此外，自动化风险呈现出明显的性别差异，这主要源于女性更可能从事最易受自动化影响的工作岗位；女性岗位面临自动化风险的比例可能是男性的两倍。这种状况与数字技能和信息技术获取方面的性别差异叠加，可能限制女性从人工智能应用中获益，进而加剧既有的不平等现象（联合国教科文组织等人，2022年）。

必须强调的是，人工智能对劳动市场的影响既取决于技术采纳的速度，也受资本与劳动力相对价格、经济结构以及社会对新技术的接受度等非技术因素的影响。这些因素会放大或弱化人工智能在不同行业和经济体间的预期影响（Brynjolfsson等人，2017年；Cazzaniga等人，2024年；联合国贸发会议，2021年）。

生成式人工智能的劳动力增强能力比其自动化实现能力更具潜力

人工智能的  
影响将取决  
于技术采纳  
的速度



尽管存在对大规模失业的担忧，但自动化进程的速度仍慢于初期预测（世界经济论坛，2023年）。2020年的一项调查显示，雇主预计到2027年将实现42%工作任务的自动化，但后续调查中这一预估已被下调。与此前技术革新浪潮类似，人工智能的应用在替代部分工作岗位的同时，也持续创造着新型就业机会。一项涵盖七个高收入经济体的专题研究发现：在金融和制

造业领域，人工智能虽然替代了某些传统工作任务，但同步催生出新型工作需求；多数受访企业表示，在生产力大幅提高的同时，整体就业规模基本保持稳定（Lane等人，2023年）。更多关于人工智能对知识密集型行业影响的深入分析，请参阅专栏II. 2的详细讨论。



## 专栏 II. 2 知识密集型行业的人工智能影响实证分析

人工智能对知识密集型行业的影响因任务类型而存在差异。以某跨国能源企业的实证研究为例，虽然算法在目标明确的任务中表现优异，但在涉及创造性、社交互动或复杂决策的领域效果有限。

该研究确定了两种算法整合模式：一是任务自动化，即逐项以算法替代人工操作；二是流程再造，即通过全面重构业务流程以适配算法解决方案。相較而言，流程再造模式更具变革潜力，但要求员工掌握流程数字化建模、大数据分析及软件开发等新兴技能组合。因此，企业能否借助人工智能实现效益提升，关键在于其调整工作场景与重构任务的能力。这种转型可能引发组织结构变革：一方面，专门负责“自动化即服务”的新型团队应运而生；另一方面，混合型工作流程的普及模糊了企业内外部角色的传统界限。

算法解决方案的引入还重塑了企业知识价值的评估体系。管理层从侧重专家判断转向以量化产出为导向，进而形成了指标驱动的评估文化。这种转变使得人工智能的应用范围不再局限于算法推荐，甚至延伸至专家建议领域，导致部分从业者开始质疑自身的专业能力。

研究还揭示了学习方式的转变。面对复杂且往往不透明的算法建议，知识工作者更倾向于关注建议的安全性和适用性，即便他们并不理解其底层逻辑。这种现象加剧了专业人员与自身专业领域的疏离感，即所谓的“知识自我异化”。

来源：Amaya and Holweg, 2024年。



现有证据表明，未来很可能是自动化、能力增强效应和新角色涌现三者复杂的相互作用。自动化或许会降低劳动力在价值增值中的占比，转而提升资本的占比，从而导致工资增长速度落后于生产力提升，加剧财富集中。然而，能力增强效应以及为员工创造新任务所带来的益处，或许能够抵消这一趋势 (Acemoglu和Restrepo, 2019年)。

面对未来发展的各种可能性，全面预判并做好规划至关重要。日益加剧的不平等已引发社会不满、削弱公众对公共机构的信任，同时加剧政治两极分化、损害民主治理 (Qureshi, 2023年)。政策制定者和企业必须理解这些动态变化，以确保人工智能的收益得到公平分配，并推动实现平稳转型。

自动化将价值转向资本，但增强工人能力的技术可以扭转这一趋势

## D. 应对不确定性

若以历史上通用技术的发展轨迹为参照，人工智能的全部影响可能需要数年乃至数十年才能完全显现 (Brynjolfsson et al., 2017年)。这一进程包含三个关键时间维度：其一，各行各业、不同规模的企业要广泛应用人工智能技术，并逐步积累相关技术能力，这需要长期的投入和努力；其次，构建人工智能基础设施、数据资产及技能体系等配套要素，存在显著的时间滞后性；最后，企业需不断探索具有生产价值的人工智能应用，并将其整合到生产流程中——这一过程需要持续的迭代和优化。正是由于人工智能在多方面转型过程中所面临的复杂情况，其长期经济效应才具有高度不确定性。

在日本和美国等发达经济体，根据乐观预测，未来10至20年内的年生产力增长率将维持在1%至2%之间 (Hatzius等, 2023年)。由于各行业受人工智能的影响相对较小，多数新兴经济体的年增长率预计将达到0.7%至1.3%，这一水平虽低于发达经济体，但增长幅度仍然相当可观 (Hatzius等, 2023年)。作为参照，过去二十年中，发达经济体的年均生产力增长率约为1%，而新兴市场和发展中经济体的年均增长率则约为4% (Dieppe, 2021年)。

但这些预期可能被高估。例如，有预测显示未来十年人工智能对美国生产力的年均提升幅度将不足0.1%。人工智能系统可能难以胜任某些复杂任务，且在创造增收新任务的同时，也可能催生网络攻击等恶意行为。此外，人工智能还可能通过成瘾设计或行为操纵损害消费者权益。因此，人工智能对社会福利的净效应可能低于其对生产力的直接影响 (Acemoglu, 2024年)。

要阐明人工智能应用产生长期大规模效益所需条件，必须考量以下三个不确定性来源。

### 不确定性一：简单任务与复杂任务

关于人工智能长期总体效益的争议，部分源于对该技术发展速度及其与未来经济生产融合程度的不确定性。乐观观察者认为，人工智能应用范围将持续扩展，并催生相邻领域的创新，从而显著提升生产力 (Brynjolfsson et al., 2017年)。

以人工智能机器视觉的进步为例，这项技术已大幅提升了自动驾驶汽车和自主无人机的应用潜力。

人工智能的全部影响可能需要数年时间才能完全显现

## 人工智能能在多大程度上替代人类？

然而，当前人工智能取得的快速进展可能具有误导性，因为这些成果主要源于易于通过算法实现的简单任务。在不久的将来，人工智能或将面临日益复杂的任务挑战。这些任务具有高度情境依赖性，难以通过现有技术实现同等效率的自动化（Acemoglu, 2024年）。在此类情境下，由于行为与预期结果之间缺乏明确的对应关系，且缺乏足够数据揭示潜在关联（Brynjolfsson & Mitchell, 2017），例如在精神疾病的诊断与治疗领域，其复杂的历史成因往往难以通过数据完整记录，人工智能的生产力可能不会超越现有技术或人类工作者。<sup>4</sup>

同时，人工智能也可能催生新型“有害”任务，损害整体生产力和社会福祉（Korinek和Stiglitz, 2021年），如深度伪造、虚假信息传播以及基于人工智能的监控技术等，这些技术引发了社会、伦理和隐私方面的担忧。目前要准确预测人工智能如何长期改变生产方式仍为时尚早，但与以往的技术创新浪潮类似，人工智能技术或将为经济增长注入动力，只是其效果可能不及某些预期。此外，要实现人工智能技术的社会效益最大化，仍需依赖恰当的政策引导与监管框架。<sup>5</sup>

第四章聚焦于经济体政策层面，探讨如何把握人工智能技术发展带来的机遇；第五章则从国际层面出发，系统分析人工智能政策与治理框架的构建路径。

## 人工智能可能引发职业两极分化，并加剧收入不平等

## 不确定性二：劳动力市场的长期结构性变化

生产率提升取决于劳动力市场的长期结构性调整，因为人工智能可能增强或替代劳动力。若人工智能主要被设计为劳动替代型技术，长期而言，人工智能密集型行业就业占比的下降可能会削弱生产力提升所带来的整体经济收益（Aghion等, 2017年；经合组织, 2024年）。尽管受人工智能冲击行业的失业人员可能部分被低生产力行业吸纳，但这可能导致就业的两极分化以及收入不平等的加剧（联合国贸发会议, 2021年）。因此，虽然人工智能密集型行业的生产力可能得到提升，但劳动密集型行业生产力增长的放缓可能会限制整体生产力的提升效应。

这一结果与“鲍莫尔病”现象类似——即整体生产力增长更多地由技术变革滞后的行业所决定，而非由处于技术前沿的行业所驱动（Aghion等, 2017年；经合组织, 2024年）。实际结果将取决于人工智能应用与劳动力市场之间的未来相互关系。如果在足够的行业中，人工智能能够作为劳动增强型技术而非替代型技术发挥作用，则可能提升整体生产力水平。<sup>6</sup>

另一个缓解因素是新增就业的规模与性质。历史上，自动化技术在初期造成的岗位流失，往往会在长期内被新岗位的出现所抵消（Autor, 2015年；Bessen, 2019年）。如果人工

<sup>4</sup> Marcus (2018年) 指出深度学习技术存在三大根本局限，阻碍了人工智能成为通用问题解决者：其一，需要大量训练数据；其二，无法理解人类思维背后的现实抽象概念；其三，其输出逻辑难以解释。这些局限同样制约着新一代生成式人工智能（GenAI）模型的发展。

<sup>5</sup> 这一观点在Gordon (2014年) 等研究中已有论述。

<sup>6</sup> 需警惕的是，人工智能实施者还应防范“低效自动化”技术——即那些虽能降低成本替代劳动力，却无法显著提升生产力的AI技术（Acemoglu与Restrepo, 2019年）。此类创新对整体生产力提升有限，却会带来严重的劳动力挤出效应。

智能能够催生大量互补性产业，特别是在人类仍保持比较优势的领域，这种补偿效应可能会更加显著。然而，这一过程可能需要时间。由于技能错配和劳动力市场的摩擦因素，工人向新行业的转移可能会变得缓慢且成本高昂，从而难以跟上人工智能技术的快速变革步伐（联合国贸发会议，2021年；Bessen等，2022年；Edin等，2023年）。

### 不确定性三：发展中经济体人工智能应用困境

发展中经济体在人工智能应用方面可能面临基础设施、数据与技能三大关键要素的制约，导致这些经济体如何充分释放人工智能潜力仍存在不确定性。

发展中经济体在初级产业和非知识密集型行业的就业比例较高，人工智能应用场景相对有限，但大国可凭借规模优势突破瓶颈（参见第三章）。更关键的是，发展中经济体在数字基础设施及数据、技能等配套要素方面相对薄弱。可靠电力供应与高速互联网覆盖的不足，限制人工智能的发展，农村地区尤其如此。另一个障碍是相关数据的获取难度。人工智能模型依赖大量高质量数据进行训练，但优质数据集往往由跨国企业掌控（联合国贸发会议，2019年）。

这将严重制约发展中经济体根据当地需求来定制人工智能系统的能力。此外，这些经济体仅少数群体具备基础数字素养或专业技术知识，进一步阻碍技术落地。

长期结构性调整的需求并不意味着人工智能对发展中经济体价值有限。若能对症下药，人工智能仍可带来立竿见影的积极变革，但这些经济体必须创造适宜条件才能获取技术红利，避免在新一轮技术革命中滞后。

除提升企业与劳动者生产力外，人工智能的应用对可持续发展具有独特价值。例如，它可帮助决策者优化稀缺资源配置，通过高级分析从非结构化数据中提取洞见。生成式人工智能还能为教育、农业等领域的弱势群体提供专业知识支持（Bjørkegren，2023年；Bjørkegren和Blumenstock，2023年；Okolo，2023年）。

为弥补人工智能系统性研究证据的缺口，E节展示了发展中经济体三个关键领域的人工智能应用案例，证明其如何提升生产力与人类福祉。这些案例同时表明：通过精准实施与多方协作，可克服基础设施、数据和技能限制，实现技术本土化适配。

发展中经济体应创造有利条件，以充分利用人工智能的益处

## E. 发展中经济体人工智能应用的案例分析

### 农业

农业是全球数十亿人口的主要生计来源，在许多发展中经济体，农业从业者占劳动人口半数以上（世界银行2024年）。农业特别适合通过人工智能提升生产力，因其具有海量非结构化数据、高劳动力依赖性、供应链复杂性等特点，当地无法为大量农民提供他们亟需的定制化服务。

人工智能可能成为易于获取的专家信息来源

农村地区通常缺乏应用人工智能的基础条件（如稳定的电力供应、网络覆盖和数字素养）。尽管如此，案例表明发展中经济体仍可将人工智能用于农业发展的三大主要范畴，从而提升作物产量、质量及改善农民生计（表II.2）。

### 病虫害防治

全球每年因病虫害导致的农作物损失高达40%，给农民带来巨大的经济损失（联合国粮农组织，2024年a）。有效防治这些问题需要专业知识；及时诊断病虫害并采取恰当的防治措施，往往需要多年的经验积累。在农业技术推广服务未能覆盖小农户的地区，此类专业知识存在显著短缺。

然而，借助人工智能技术，任何拥有手机的农民都能即时获取专业信息。例如，在哥伦比亚，国际热带农业中心开发了一款名为“Tumaini”（斯瓦希里语意为“希望”）的手机应用，农民可通过上传作物照片来诊断香蕉病虫害（Salian, 2019年）。

表 II.2  
人工智能在农业领域的应用案例研究

应用	案例研究	技术	成效
病虫害防治	Tumaini（哥伦比亚国际热带农业中心）	人工智能（深度学习）	香蕉种植者可以使用的诊断工具
	MkulimaGPT（坦桑尼亚联合共和国大学，与比尔及梅琳达·盖茨基金会合作）	生成式人工智能（大语言模型）	玉米种植者可以使用的诊断工具和聊天机器人助手
产量预测	北京师范大学	人工智能（深度学习）	利用开源遥感数据准确预测产量
	华南农业大学	人工智能（深度学习）	利用无人机影像数据准确预测小农场产量
精准灌溉	Phyt'Eau（突尼斯初创公司，与国际商业机器公司合作）	人工智能及物联网	优化灌溉并减少农场用水量

来源：联合国贸发会议。

Tumaini使用基于深度学习的计算机视觉系统，根据数千张香蕉图片进行训练健康和受感染的植物，以及由农业专家贴标签，提供综合可视化算法引用，以便标识作物病害的种类，对于人眼来说区别往往太微妙了。一位农民在程序上传了一张植物照片，系统即时诊断并建议专用对策。Tumaini能探测到五种准确的疾病和90%以上准确度的害虫，给农民一个诊断能力与训练有素的专家（Selvaraj等人，2019年）。

该应用还支持离线使用（尽管准确性可能略有下降），因此即便在没有稳定互联网覆盖的农村地区也能广泛使用。截至目前，Tumaini已在非洲、拉丁美洲和东南亚的15个经济体获得超过1万次下载（Tumaini，2024年）。

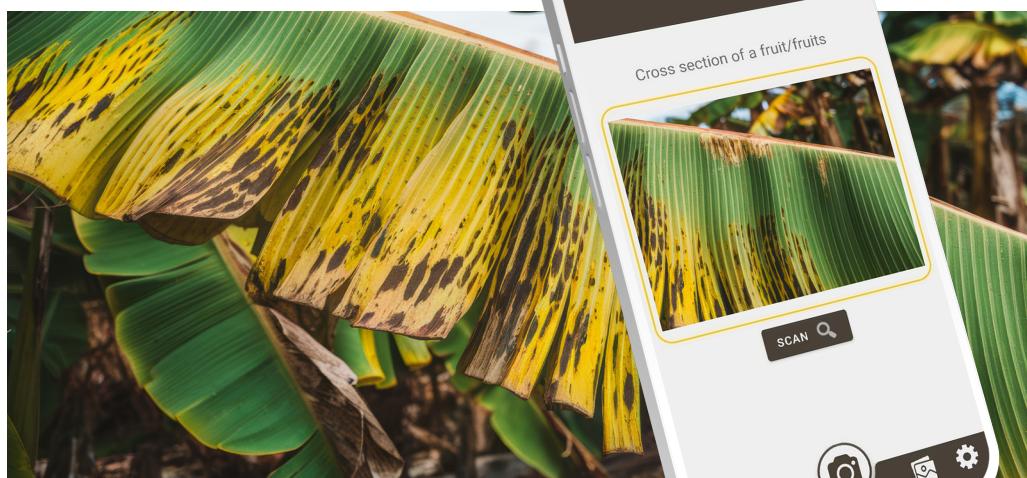
发展中经济体的农作物病害问题还可通过生成式人工智能聊天机器人来解决。

例如，为坦桑尼亚联合共和国农民开发的MkulimaGPT是一款大型语言模型，配备了基于传感器的精密玉米病害检测系统（Math Works News and Stories，2024年）。该聊天机器人通过农民常用的手机应用程序运行，便于在当地推广。用户上传作物照片后，系统会与内部数据库进行交叉比对，若检测到异常即启动对话，提供诊断并指导应对措施，从而显著降低普通玉米种植者的技能门槛（MkulimaGPT，2024年）。

在发展中经济体部署大型语言模型的一大局限是缺乏本地语言的训练数据。为解决MkulimaGPT面临的这一问题，开发团队已获得私人慈善基金会的资助，用于收集高质量的本地数据并开发斯瓦希里语聊天机器人，确保其符合当地需求。



### Tumaini诊断应用



诊断疑似感  
染的香蕉

来源：Tumaini，2024年。

人工智能  
可以利用  
新的数据  
来源，提  
供可靠的  
产量预测

人工智能  
管理的农  
业系统有  
助于优化  
生产流程

## 产量预测

人工智能在农业中的另一常见应用是预测当地作物产量，帮助农民做出科学的种植规划和财务决策。此类应用还能为政府监控和保障粮食安全提供精准数据支撑。

传统作物产量数据收集方法，如田野调查和航拍，成本高昂且难以规模化。此外，传统统计方法难以捕捉影响产量的复杂因素，如气候土壤条件和作物基因型等。

人工智能技术通过结合非常规数据源，分析多维度信息，开辟新的解决方案。基于开源数据分析，人工智能能生成可靠的产量预测。例如北京师范大学研究团队运用三种开源数据集估算水稻产量（Cao等，2021年），其模型整合了Google Earth Engine的气候土壤数据、官方出版物中的历史作物产量数据以及公开获取的卫星图像。这些数据来源均为网络公开途径，有效弥补了本地数据的不足。

经模型校准和关键信息预处理后，人工智能可提供便捷有效的预测方案。相比传统回归模型，深度神经网络从数据中提取产量相关特征的效率明显提升，准确率达88%（传统模型仅42%）。结合中国数据时，模型精准预测县级水稻产量，覆盖全国94%的水稻种植区（Cao等，2021年）。该案例表明，人工智能为资源受限条件下的产量预测开辟了新路径。

此外，华南农业大学团队将机器学习

技术用于分析无人机影像，从而预测棉花产量（Xu等，2021年）。相比卫星影像，无人机影像分辨率更高，可实现田块级精准预测。该深度学习模型准确率达80%，显著高于线性回归模型的66%。这类模型对需要规划收成和投资选择的小农户群体尤为有益。

## 精准灌溉

水资源是农业最重要的生产要素之一，但常面临严重短缺。据联合国粮食及农业组织（FAO）统计，全球12亿人生活在农业用水高度紧张地区，其中大部分位于发展中经济体（FAO，2020年）。近年来，气候变化加剧干旱强度和频率，使该问题更趋严峻（世界银行，2023年）。

人工智能与其他技术的结合能有效缓解这一困境。以突尼斯为例，该国常年遭受严重干旱，而集约农业生产进一步加剧了水资源短缺压力（Frost，2024年）。农业用水量占全国淡水提取量的70%以上，既是缺水的主因，也是其受害者（联合国粮食及农业组织，2024年b）。

2017年，突尼斯初创企业ifarming开发的Phyt'Eau系统通过更精准的耕作来减少用水量，从而提供了解决方案。该系统基于人工智能技术，能够通过农场部署的物联网传感器网络实时采集并分析用水数据（Agritech，2024年），监测作物水分胁迫指标（包括温度、土壤湿度和风速等），据此生成最优灌溉方

案，实现自动化执行。初期试验显示，该系统在节水20%的同时增产20%（Galtier, 2017年）。在与IBM合作引入先进人工智能和物联网平台后，节水效能提升至40%，增产幅度达30%（IBM, 2024年）。

马来西亚棕榈种植园应用搭载人工智能视觉系统的无人机，实现营养剂和农药的精准喷洒（Chu, 2022年）。斐济和萨摩亚则采用澳大利亚开发的智能系统进行自动化除草与施药（国际电信联盟, 2024年）。这些案例表明，人工智能与自动化技术的融合正推动农业向更高效、可持续的方向发展。

## 制造业

制造业在经济发展中发挥着关键作用，既能带动上下游产业增长，又能创造大量就业机会（Haraguchi等, 2017; Lautier, 2024年）。巴西、中国和印度等发展中经济体的实践表明，工业化能够有效减少贫困并加速经济增长。制造业经历了多次技术革新，当前正迎来以“工业4.0”为代表的最新浪潮。<sup>7</sup> 应用这些技术的发展中经济体显著提升了生产力，获得制造业增加值和GDP的增长（联合国工业发展组织, 2019年）。

人工智能驱动的机器人能够彻底革新生产流程

以下案例展示了发展中经济体如何运用人工智能实现降本增效并改善工作环境（表II.3）：

表 II.3  
人工智能在制造业的应用案例研究

应用	案例研究	技术	成效
生产自动化	智能焊接机器人（中国科技企业）	人工智能（深度学习）	用于焊接自动化的精确自适应机器人
预测性维护	注塑机预测性维护（土耳其产学研合作）	人工智能及物联网	高效预测生产设备剩余使用寿命
智能工厂	塔塔钢铁（印度制造商）	人工智能、机器人、物联网、系统集成	全厂生产力提高，利润增加
	联合利华（英国制造商，案例位于巴西）	人工智能，数字孪生	灵活的运营与更优化的成本，同时最小化环境足迹

来源：联合国贸发会议。

<sup>7</sup> 工业4.0（又称第四次工业革命）是指运用智能技术，推动传统制造业与工业实践的数字化转型。其核心在于构建数据采集系统、实施实时数据分析，以实现更智能、高效的生产模式。

## 生产自动化

人工智能在制造业的核心应用领域之一是机器人技术。近几十年来，工业机器人已实现大量重复性工序的自动化，替代人类从事高危和高强度作业（Wang等，2023年）。其中一个局限是机器人设定相当僵化，通常专为特定任务设计编程，适应新任务的改造成本高昂。

人工智能技术使机器人具备更强的通用性和适应性。例如中国某科技企业开发的智能焊接机器人（Doubao，2019年）。其搭载的深度学习算法，通过3D激光传感器实时识别物体，能够区分不同金属部件与焊接接缝，并引导机械臂完成精准焊接。该技术的优势在于能处理高反光金属表面焊接——传统机器人因反光干扰无法实现有效识别。

更为重要的是，相较于传统焊接机器人需针对新产品重新编程，智能焊接

机器人仅需极少人工干预即可快速适应不同功能和新规格部件。这大幅降低了设备重置成本，缩短了产线停机时间。

在工业人工智能机器人领域，协作机器人（cobots）正成为新兴趋势。与传统机器人不同，协作机器人专为人机协同作业设计，具有体积小、成本低等特点，且内置安全机制降低了对额外防护设施的需求。这些特性使其更易融入小型生产线或劳动密集型制造场景。<sup>8</sup> 人工智能通过提升安全性能和动态环境适应能力，进一步强化了协作机器人的协同特性（Mohammadi Amin等，2020年）。

### ➤ 人工智能焊接机器人



来源：Adobe Stock。

<sup>8</sup> 以印尼为例，案例详见<https://www.universal-robots.com/case-stories/pt-jvc-electronics-indonesia/>。

## 预测性维护

设备故障的处理成本高昂，不仅会导致生产中断，还需更换昂贵的零部件。对于发展中经济体的制造商而言，这一问题尤为棘手，因其可能面临专业技术人才和专用备件短缺的困境。

人工智能驱动的预测性维护可有效预防此类问题。传统设备维护依赖技术人员进行定期巡检或在设备故障后进行抢修，而预测性维护则通过物联网传感器实时监测设备状态，并由人工智能处理器对数据进行分析。系统通过比对历史数据识别潜在故障模式，提前向工厂运营方发出预警。

典型案例包括土耳其家电制造商 Vestel Electronics。该公司与高校合作，开发了基于机器学习的系统，用于预测注塑机的剩余使用寿命（即设备距下次故障的预期时间）。该算法通过分析历史传感器数据（包括锁模力、油温、注射时间等参数）并结合工厂实时数据，实现预测功能。企业研究显示，该算法的预测准确率高达98%（Aslanta 等，2022年）。基于这些预测结果，管理人员可提前安排维护并采购备件，从而降低维护成本并缩短停机时间。

预测性维护系统仅需人工智能数据处理器和部署在设备上的物联网传感器，因此具有高度的灵活性和适应性，可应用于不同的工业环境。

例如，智利国家铜业公司（Codelco）已将该技术应用于自动驾驶矿用卡车车队的监测（Jamasmie，2019年）。随着标准化解决方案的成本不断降低，中小型制造商也能采用这一技术。

## 智能工厂

在大规模制造中，多个人工智能系统可集成于单一工厂，有效提升生产效率、节约能源并增加利润。人工智能与其他前沿技术的协同作用，可赋能发展中经济体的制造商缩小与发达经济体同行之间的差距。

典型案例之一是印度最大的钢铁制造商塔塔钢铁（Tata Steel），该公司在各生产环节部署了250多个机器学习系统（Harichandan，2023年）。其中一个应用是钢管焊缝质量检测，机器学习算法能以超过80%的准确率自动识别缺陷焊缝，从而大幅降低次品率（Gujre和Anand，2020年）。此外，人工智能还可用于优化炼钢炉的化学成分配比，并加速厂内及厂间物料运输。这些改进与其他数字技术升级共同推动了企业税前利润的增长（Das，2021年）。

联合利华在巴西圣保罗州因达亚图巴市建设的全球最大洗衣粉工厂是另一范例。该工厂运用人工智能与数字孪生（即构建物理对象的数字映射）等技术，实现了运营模式的灵活化以及成本效益的最大化，同时将环境负荷降至最低水平。

数字孪生技术与机器学习相结合，可用于确定洗衣粉新配方的最优工艺参数。通过减少物理试验需求，既加快了创新进程，又降低了能源消耗（Unilever，2023年）。2018至2023年间，该公司还利用人工智能预测性维护技术，将气动设备的生命周期管理成本削减了一半。其他关键应用包括：采用生物质能的机器学习喷雾干燥塔令二氧化碳排放量减少96%，以及依托数字技术实现的密封解决方

人工智能能够实现高效的预防性维护

人工智能与其他技术的系统性整合能够加速工业化进程

案，消除了长期质量缺陷隐患，使因渗漏而引起的客户投诉减少了94%。这些技术最终使产品创新准备时间缩短了33%，每吨生产成本降低了23%，同时减少了二氧化碳排放量。2022年，因达亚图巴工厂凭借其在先进制造领域的成就，被世界经济论坛评为全球29家新晋“灯塔工厂”之一（世界经济论坛，2023年b）。

## 医疗健康领域

人工智能为提升发达经济体和发展中经济体的医疗服务可及性与质量带来重大机遇。许多发展中地区缺乏医疗服务和基础设施，这阻碍了公民福祉的提升以及减贫目标的实现。在医疗服务方面，人工智能的应用能够同时改善服务可及性和质量。以下案例展示了发展中经济体如何应用人工智能实现疾病专家诊断、扩大医疗服务领域覆盖范围以及管理疫情爆发（表II.4）。

## 提升诊断准确性

疾病的及时准确治疗需要高质量的诊断手段，然而在发展中经济体，尤其是农村地区，由于缺乏熟练的医疗专业人员、实验室设施和基础设施，患者往往难以获得此类诊断服务。人工智能为资源匮乏地区提供了新型且经济高效的诊断方法和设备的前景。例如，人工智能可以用于诊断围产期窒息，这是一种分娩并发症，会导致新生儿无法正常呼吸，在发展中经济体，它是新生儿死亡的三大主要原因之一（世界卫生组织，2024年）。大多数病例如能快速诊断，均可得到治疗；在发达经济体，通常的做法是将婴儿血液样本送至实验室，分析低血氧迹象，而这项服务在农村地区可能难以实现。

尼日利亚的人工智能研究团队开发了一种新颖、简便且经济的替代方案，即通过分析婴儿哭声进行诊断。由于哭泣与呼吸依赖同一组肌肉，婴儿哭

表 II.4  
人工智能应用在医疗健康领域的案例分析

应用	案例研究	技术	成效
提升诊断水平	Ubenwa（尼日利亚大学初创团队） 人工智能辅助便携式X光机（联合国发展计划署和南苏丹、塔吉克斯坦地方卫生当局）	人工智能 (深度学习)	用于快速准确地诊断围产期窒息
	mMitra（印度非营利组织） mDaktari（肯尼亚医疗保健公司，与比尔及梅琳达·盖茨基金会合作）	人工智能	为偏远和资源匮乏地区提供可靠的结核病诊断
扩大医疗服务覆盖范围	mMitra（印度非营利组织） mDaktari（肯尼亚医疗保健公司，与比尔及梅琳达·盖茨基金会合作）	人工智能	对退出项目风险高的女性进行有针对性的干预
	巴西与委内瑞拉玻利瓦尔共和国边境难民人口模型（联合国难民事务高级专员公署和巴西政府）	生成式人工智能 (大语言模型)	针对资源匮乏地区的初步临床筛查工具
协助疫情防控	巴西与委内瑞拉玻利瓦尔共和国边境难民人口模型（联合国难民事务高级专员公署和巴西政府）	人工智能	准确预测难民流入，以便在疫情期间进行资源分配

来源：联合国贸发会议。

声中的异常声响可作为诊断窒息的可靠指标。这些细微差异人耳可能无法辨别，但经过婴儿哭声数据集训练的机器学习算法能准确识别。研究人员开发的Ubenwa（伊博语意为“婴儿啼哭”）是一款人工智能移动应用，通过分析新生儿哭声的简短音频片段，能以86%的准确率检测围产期窒息，为治疗争取宝贵时间（Onu等，2019年）。

另一项提升传统诊断能力的人工智能系统是配备电池供电且内置人工智能驱动的结核病筛查仪的X光机。在放射科专家稀缺的经济体，这成为医生的重要工具。与传统X光机不同，这种便携设备可在电力供应有限的偏远地区使用。例如在联合国开发计划署的支持下，南苏丹和塔吉克斯坦卫生部门已投入使用该设备。2023年塔吉克斯坦通过15台此类设备筛查了12万人，覆盖了该国结核病确诊病例的15%（联合国开发计划署，2024年）。

万人至少配备45名专业医疗人员，而许多发展中经济体尚未达标，导致难以分配关键医疗资源。虽然医疗体系建设需要时间，但人工智能有助于将现有的资源精准分配给最需要的人群（世界卫生组织，2016年）。

人工智能提供新颖且成本效益高的诊断方法

2020年全球每天约有800名妇女死于可预防的孕产期并发症（世界卫生组织，2025年）。通过改善孕产期健康信息和医疗服务可避免这些死亡。非营利组织Armmman利用免费移动信息服务mMitra，为印度城市贫民窟360万弱势妇女提供孕产保健服务（Armmman，2024年）。该服务覆盖了印度360万弱势女性，系统按孕期不同阶段发送定制语音信息，向她们普及在怀孕不同阶段应采取的预防性护理措施，从而提高她们的医疗意识，促进母婴健康。研究表明，使用该服务的妇女孕产知识水平显著提升，家庭话语权增强，寻求专业医疗服务的意愿提高（Murthy等，2019年；Murthy等，2020年）。

然而，约40%已注册的妇女最终停止接收信息并退出服务。由于资源有限，Armmman工作人员难以重新联系所有退出者，为此该组织正与谷歌印

## 扩大医疗保健覆盖面

发展中经济体普遍面临医疗服务覆盖不足的问题。世界卫生组织建议每一

➤ 塔吉克斯坦鲁达基部署了人工智能增强型 X 光机



来源：联合国开发计划署。

人工智能能够  
在资源有限的情  
况下助力扩大医  
疗保健覆盖范围

度合作开发人工智能模型，以识别最可能退出的高风险孕妇群体（Taneja和Tambe, 2022年；Mate等, 2021年）。该模型通过分析每位妇女的社会经济信息（包括家庭规模、收入和年龄等）及通话记录（如通话时长和未接来电等），预测哪些人最可能中断服务，以及其中哪些人最能从外展服务中受益。Armmann工作人员据此更有效地分配有限的人力资源，努力维持更多妇女参与项目。引入该人工智能算法后，用户参与度提升了30%（Mate等, 2021年）。此类个性化信息服务模式也可应用于医疗以外的其他领域，进一步优化有限资源的分配。

肯尼亚同样面临医疗资源短缺问题——每一万人仅23名医生（数据看世界, 2024年）。社会企业Access Afya运营12家诊所，通过远程医疗平台mDaktari提供低成本医生咨询（飞利浦基金会, 2023年）。该企业旨在利用生成式人工智能覆盖更多人群。在一个试点项目中，mDaktari与ChatGPT集成整合成聊天机器人，用于症状初步筛查（《经济学人》, 2024年）。

该聊天机器人接收患者咨询，收集症状信息，并建议患者前往诊所就诊或到药房取药。这项服务既节省了诊所收集患者信息的时间，又能合理分流轻症患者，避免过度占用临床资源。

需要指出的是，使用人工智能聊天机器人并非万无一失，因其无法辨别信息真伪，且可能出现虚构内容（Alkaissi和McFarlane, 2023年）。为解决这个问题，Access Afya要求临床医生在向患者发送建议前复核聊天机器人的输出内容，从而防范错误发生。通过人工智能预分诊系统，医

生得以集中精力诊治最危重的患者。该项目的初期成效表明，生成式人工智能作为分诊工具具有提升医疗效率、扩大服务覆盖面的潜力。在私人慈善基金会资助下，Access Afya计划扩展多语言服务功能，并增强其在辅助临床诊断方面的作用（比尔及梅琳达·盖茨基金会, 2024年）。

## 疫情管控

参照新冠疫情期间的情况，有效管理传染病疫情需要为公共卫生管理者提供准确及时的信息，包括人口流动、传播模式和医疗资源等数据。掌握这些信息后，当局才能精准实施干预措施。在发展中经济体，特别是针对少数群体和弱势人群的结构化医疗数据往往匮乏。在此情况下，人工智能技术能够充分挖掘海量非结构化数据的潜在价值。以巴西为例，在2021年新冠疫情期间，联合国难民事务高级专员公署（联合国难民署）与当地政府合作开发了机器学习工具，用于预测来自委内瑞拉玻利瓦尔共和国的难民流入趋势，并协调资源帮助他们防范病毒感染（Smith, 2021年）。该工具基于历史模式预测跨境人流。由于疫情导致常规数据收集中断，研究人员采用非常规开源数据，例如与移民和边境相关的网络搜索行为数据、新冠肺炎病例统计数据，以及委内瑞拉玻利瓦尔共和国当地局势动荡的新闻报道等（de Rubalcava等, 2023年）。研究还结合了边境地区公交车时刻表、工资发放周期等反映民众出行资金状况的替代性指标。通过多源数据的交叉验证，该人工智能模型能够提前一个月以高置信度预测难民流入规模，帮助联合国难民署及其当地合作伙伴为2021年6月边境重新开

放后的移民潮做好预案（联合国难民署，2022年）。触者追踪（Huang等，2021年）。

人工智能通过整合分析多元数据集，在疫情防控中发挥关键作用：既可构建类似巴西的人口流动预测模型，也能开发疾病传播预测算法（Jin等，2022年），或实现快速诊断和接

人工智能  
数据分析能够提升决策能力

## F. 成功实践与经验总结

尽管所研究的案例通常规模有限或处于试点阶段，但它们充分展示了人工智能在发展中经济体应用的潜力，以及如何通过审慎实施和利益相关方协作来克服困难。

因此，并不存在放之四海皆准的解决方案，但各经济体可以从评估本地条件和技术能力入手，制定战略性人工智能应用方案。这可能包括支持初创企业、产学研合作以及致力于满足本地需求的非营利组织。

政府应通过支持商业发展和网络建设来培育人工智能生态系统。通过展示成功的人工智能应用案例，可以提高认知度和推广效果，促进配套资源和经验的积累。

与大型企业或国际组织合作也很有价值，它们能够为有潜力的本地企业提供新兴技术支持，并帮助其对接国际市场。这有助于发展中经济体积累相关配套资源和经验，推动人工智能的广泛深入应用。

从基础设施、数据、技能和合作伙伴关系等关键维度（图II.4），案例研究可归纳出四点主要经验：

### 经验一：适配本地数字基础设施

人工智能应用方案应根据现有数字基础设施条件进行设计。以哥伦比亚香蕉病害检测应用Tumaini为例，其离线模式在无网络连接时仍保留核心诊断功能，使网络覆盖有限的农村地区农民也能使用。

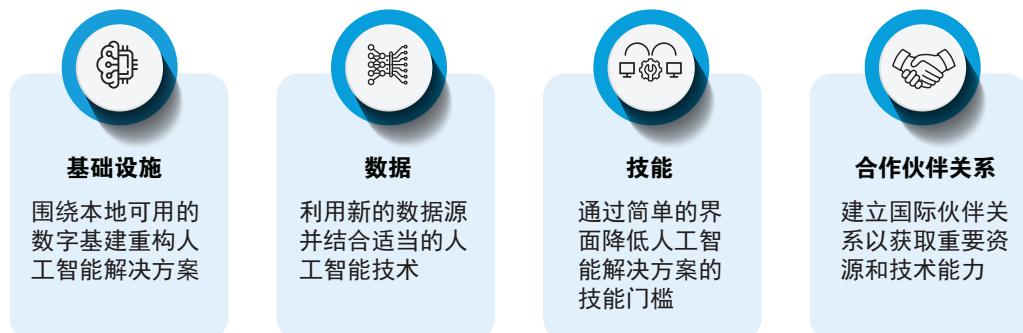
同样需要考虑电力供应不稳定的问题。南苏丹和塔吉克斯坦使用的人工智能辅助X光机采用电池供电，因此能在偏远地区运行。

其他案例研究展示了基于手机平台的人工智能多样化应用，这一可扩展平台为人工智能应用提供了重要载体。

### 经验二：开发新数据源

人工智能应用依赖于高质量、相关性强且可互操作的数据集。在发展中经济体，此类数据集可能较为稀缺、获取渠道有限或成本高昂，因此创新的数据收集及运用策略对有效应用人工

图 11.4  
推动人工智能在发展中经济体运用的四点经验



来源：联合国贸发会议。

智能至关重要。例如在巴西，联合国难民署研究人员在新冠疫情期间建模难民流动时，采用了整合本地数据指标的非常规临近预报数据集，从而实现对移民模式的准确预测。

在与适当的人工智能技术结合时，替代性数据源可帮助突破局限。在中国，研究团队利用深度神经网络，借助开源数据进行水稻产量预测；而尼日利亚的Ubenwa应用则运用深度学习技术分析婴儿哭声模式，作为产后健康并发症的可靠指标。这些案例表明，即使在资源有限的环境下，针对性的人工智能系统和解决方案也能通过非常规或易获取的数据源产生显著成效。

### 经验三：提升人工智能易用性

发展中经济体技术应用的主要障碍之一是数字素养水平较低。政府需要加强数字能力建设，同时开发者也应考虑当前的数字能力水平，设计简便易用的应用程序，特别是面向手机端的应用。

简洁的交互界面降低了新手用户与新技术方案交互的门槛，进而推动新技术实现广泛且具包容性的普及应用。例如在坦桑尼亚联合共和国，玉米病害诊断聊天机器人允许用户以类似亲友聊天的方式，获取诊断信息和进行咨询。

基于应用程序的人工智能工具，结合图标、插图等视觉辅助手段，能让用户直观理解各项功能。这种设计能够改善技术新手的用户体验，对于发展中经济体应用人工智能而言至关重要。

### 经验四：建立战略合作伙伴关系

发展中经济体若希望加速人工智能应用，可通过建立战略合作伙伴关系获益。世界银行开展的一项跨国研究显示，在发展中经济体，采用更为先进技术的企业往往与高校、外贸伙伴或大型跨国公司保持着更为密切的外部合作（Cirera等，2022年）。

战略合作能帮助克服人工智能应用的多重障碍。政府还可通过区域协作突破规模限制，例如在东非多国通用的斯瓦希里语地区，各国可合作汇集斯瓦希里语数据，共同与技术公司协作解决语言障碍问题。

战略合作还能提供人工智能发展所需的关键资源。例如比尔及梅琳达·盖茨基金会旗下的“全球重大挑战”计划，目前正支持开发本地语言的人工智能模型。Armmman服务的用户流失预测模型就是在谷歌印度技术支持下开发的。

突尼斯企业ifarming与IBM建立的合作伙伴关系也颇具代表性，通过使用IBM高性能人工智能平台并获得资金支持，实现了业务扩展。第五章将进

一步探讨全球人工智能治理国际合作的重要性，并提出确保人工智能普惠发展的政策建议。

#### ➤ 易于阅读和直观的图标可促进理解



来源：Tumaini and Ubenwa。

人工智能的整个生命周期中，人类劳动至关重要

## G. 人工智能生命周期中的劳动者

大量研究表明，人类劳动在人工智能中的关键作用尚未得到足够重视。从开发、生产到维护，人工智能产品生命周期的每个阶段都依赖于人类劳动，这些劳动往往借助全球范围内的数字平台和业务流程外包公司来完成（Rani和Dhir, 2024年；Viana Braz等, 2023；Tubaro和Casilli, 2019年）。

人工智能生命周期需要人类劳动参与的三个阶段：数据准备、建模和评估（图II.5）。数据准备和人工智能评估可能需要不同程度的领域专业知识，而建模通常需要更高的计算机科学能力。

初始阶段的数据准备包括数据收集和标注。尽管无监督学习在非结构化数据中的应用有所增加，但人工智能系统仍依赖人工标注来标记数据并赋予其意义（Tubaro等, 2020年）。例如，计算机视觉模型依赖于语义分割——这一耗时的过程需要为图像中的每个像素分配相关标签。同样，自动驾驶汽车依赖于通过分类、对象标记和地标检测等人工标注建立的图像数据库（Wang等, 2023年；Schmidt等, 2019年）。



图 II.5  
人工智能生命周期简明版



来源：联合国贸发会议。

此类数据标注的来源之一是利用验证码（全自动区分计算机和人类的公开图灵测试）的应用（Agarwal, 2023年）。虽然数据准备的某些环节可实现自动化，但许多任务仍需人工判断。以ChatGPT为例，其初始模型训练就涉及人类培训师模拟用户和人工智能助手进行对话。为优化性能，机器学习专家常需调整模型参数设置。而在翻译、转录等专业领域创建训练数据，则要求工作者具备高阶技能（Kenny, 2022年）。医疗系统需要专业训练的人员对图像健和视频进行标注，常见任务包括：手术图像的像素级分割、器官边界框标注以及数据特征标绘等。这类工作极其耗时——1小时视频素材可能需约800小时人工标注。

第二阶段建模更具技术复杂性，需要大量专业知识和人工决策。开发者需要选择合适的模型架构与算法，这就要求其既理解不同模型的优劣特性，又具备医疗或交通等领域的专业知识。操作人员需要对模型训练过程进行全程监控和优化。例如，工程师需要排查模型出现的错误，检测是否存在过拟合或欠拟合的情况，并调整模型的超参数。<sup>9</sup>

在最终评估阶段，需要人工审核输出结果，以保持质量控制，并将信息反馈给模型用于后续训练。以翻译为例，专家通过评估机器翻译的准确性、诊断错误来提供改进反馈（Kenny, 2022年）。这种人机协作模式同样适用于ChatGPT等大型语言

模型。人类需要从定性和定量两个维度评估模型性能，确保模型符合质量标准，避免出现与性别、种族、宗教或其他属性相关的偏见。<sup>10</sup> 标注员会对模型答案进行优劣排序，这一过程被称为“基于人类反馈的强学习”，有助于使系统更契合人类的价值观和偏好，更紧密地匹配人类质量评估的复杂指标（Teubner等, 2023年）。

人工智能系统需要持续适应和改进，随着其应用场景不断拓展，相关劳动力需求或将长期存在。人工智能系统虽然能创造新的工作机会，但这些工作未必称得上“体面”。以数据准备阶段为例，相关工作可能具有剥削性且工作条件极不稳定。发展中经济体数据标注员的工作环境往往很艰苦。在肯尼亚和乌干达，数据标注员每天工作长达10小时，时薪不足2美元，从事重复性任务且职业发展机会有限（国际劳工组织, 2024年；Muldoon等, 2024年）。

在人工智能模型的评估和改进中，人类的参与是关键

在内容审核（如社交媒体帖文）方面，算法或机器学习系统可辅助标记需人工处理的数据。这一过程可能对工作人员造成身心健康损害。具体而言，在线上内容审核过程中，工作人员可能接触令人不适或有害的内容，从而对其心理健康产生负面影响（Ahmed等, 2023年）。此外，资质与任务不匹配还可能导致劳动者技能退化和工作满意度下降。2022年，在印度和肯尼亚开展的一项关于微任务平台和业务流程外包公司的调查显示，拥有科学、技术、工程或数

<sup>9</sup> 过拟合与欠拟合是统计学和机器学习领域的典型问题。过拟合是指模型复杂度过高，过度拟合训练数据，进而导致其在新数据上的泛化能力变差；欠拟合则是因为模型过于简单，使得模型的预测性能较差。

<sup>10</sup> 一项研究表明，人类判断仍不可或缺，因为“算法无法始终准确区分恐怖主义宣传内容与人权记录影像，也难以辨别仇恨言论和带有挑衅性的喜剧内容”（Google, 2023）。

资历与任  
务之间的  
不匹配可  
能导致高  
学历员工  
技能退化

学专业学位或接受过相关专业教育的高学历劳动者，常常被迫从事文本和图像标注、内容审核等相对低技能的工作（国际劳工组织，2024年

a；2024年b）。在业务全球外包趋势日益明显的就业市场中，这种人力资本浪费现象可能会进一步加剧。

## H. 以劳动者为核心的人工智能发展路径

要实现更具包容性和公平性的技术发展，需进一步聚焦劳动者及其职业发展。这需要超越单纯追求生产力和效率最大化的传统目标，转而促进技能发展，赋能劳动者适应快速演进的技术环境并实现个人发展。近几十年来，自动化程度的提高虽然促进了生产力提升和价格下降，但收益分配明显向资本倾斜。以劳动者为核心的发展路径有助于构建社会和政治层面可持续的经济模式。

将技术进步转化为全民共享的经济成果，需要分三个阶段推行有利于劳动者的政策：生产前期的教育与技能投资、生产过程中的劳动保护与赋能、以及生产后的累进税制。美国和西欧在20世纪初的技术转型期以及二战后时期，都曾实施过此类政策（Acemoglu和Johnson，2023年）。

基础性举措是通过贯穿各教育阶段和终身培训体系的数字素养培养，增强劳动者能力。这一教育体系将数字技能融入课程设置，并针对不同职业开展定制化培训，为未来的潜在转型做好准备。技术的持续进步会加剧生产过程中的不平等，因此有针对性地

解决这些问题至关重要（Rodrik和Stantcheva，2021年）。

对于高度依赖人工智能自动化的工作岗位，政府需要通过再就业培训以及针对性的社会保护措施，帮助劳动者平稳过渡到新的职业和任务。受人工智能辅助影响的劳动者也能从技能提升计划中受益，通过掌握新的互补技能来运用最新技术，进而拓展其工作角色，使其包含更多高价值任务（联合国与国际劳工组织，2024年）。

为培养对人工智能工具的信任和接受度，劳动者应积极参与其设计与实施中。工作流程和任务应重新设计，以有效整合人工智能的同时满足劳动者需求，保留有意义的人类角色。协作型人工智能系统应赋能而非替代劳动者，提升劳动者工作满意度，创造个人职业发展机会。

工会和劳动者代表在此类协作中可发挥关键作用。正如历次工业革命中，工会推动制定工资标准、工时和安全规范一样，当今全球工会组织也能代表劳动者发声，引导人工智能朝着以劳动者为中心的方向转型，实现企业

将技术进  
转化为全  
民共享的  
经济成  
果，需要  
实于劳动  
者的政策

包容性人  
工智能需  
要将劳动  
者置于技  
术发展  
的核心位  
置

与劳动者之间更公平的生产力收益分配（国际乐施会，2024年）。如UNI全球工会等国际工会联合会正积极维护人工智能时代的劳动者权益，已发布“人工智能伦理十大原则”，并与企业达成50余项全球协议保障劳动者权利（UNI全球工会，2017年）。

要推动人工智能朝着增强和补充人类技能的方向发展，还需要健全的公共政策支持。包括增加研发资金、战略性公共采购，以及对人机互补型技术的定向税收激励。当前部分经济体对资本征税低于劳动，客观上鼓励了替代而非增强劳动力的技术发展（Acemoglu等，2020年）。应评估现有的税率、税收抵免、加速折旧等措施，看其如何能更有效地激励劳动友好型技术的研发，引导企业发展人机互补技术（Autor等，2022年）。

对于发展中经济体而言，要防范技能退化并降低人才外流风险，关键在于改善劳动力市场机会，提供持续的技能培训，并建立清晰的职业发展通道。尽管跨国公司因资源集中而在人工智能发展中占据主导地位，但它们可以通过政府、企业和学术界的合作开展能力建设项目，例如就业安置计划、学徒制以及产学研合作等，从而促进高质量就业。

较小的发展中经济体在争取有利于社会的公私合作时，议价能力相对较弱，但仍应坚持相关标准，避免陷入恶性竞争。这种以劳动者为核心的发展路径，是应对人工智能进步整体战略的组成部分，第三章将作进一步探讨。

## 附件二

# 关于人工智能提升企业生产力的研究



表 1  
企业层面关于人工智能生产力提升的研究总结

研究	经济体	方法	评估范畴	效应值和标准误	备注
Acemoglu 等 (2022年)	美国 (2019年)	以其他技术作为控制变量	劳动生产力	0.020 (0.016)	应用者劳动生产率更高，劳动份额更低
Alderucci 等 (2020年)	美国 (1997年 - 2016年)	双重差分	劳动生产力 (工人人均收入)	0.068 (0.004)	对销售部门的生产力产生积极影响，但对制造业产生负面影响
Babina 等 (2024年)	美国 (2010年 - 2018年)	以企业和行业特征作为控制变量	劳动生产力 全要素生产率	0.013 (0.022) 0.003 (0.037)	人工智能的使用与大公司的总销售额和产品创新增长相关
Bassetti 等 (2020年)	全球各地公司 (2010年 - 2016年)	广义矩估计	全要素生产率	0.032 (0.015)	金融科技及电子商务企业
Benassi 等 (2022年)	13个发展中经济体及中国(2009年 - 2014年)	固定效应模型 对无形资产、研发投入等因素作为控制变量	全要素生产率	0.067 (0.040)	大型制造和服务企业组合；以专利存量评估人工智能发展
Calvino and Fontanelli (2023年)	法国 (2019年)	现有数字化化作为控制变量	劳动生产力 (工人人均附加值)	所有人工智能 户: 0.074 (0.047) 人工智能 开发者 0.11 (0.053) 者: 0.11 (0.053) 者 者: 0.11 (0.053)	规模较大且较年轻的公司往往更多地采用人工智能，但规模在利用人工智能方面并未带来明显的生产力优势
Calvino and Fontanelli (2023年)	9个经济合作暨发展组织经济体 (2017年 - 2020年)	现有数字化级企业特征作为控制变量	劳动生产力	0.021 (0.052) (9个经济体的中位数效应)	企业规模越大，生产力效益越大

研究	经济体	方法	评估范畴	效应值和标准误	备注
Czarnitzki 等 (2023年)	德国 (2018年)	现有的数字化和工具变量为控制变量	劳动生产力 (工人人均销售额)	0.044 (0.02)	随着人工智能的广泛应用，企业的销售额和附加值不断增加
Damioli 等 (2021年)	全球各地公司 (2000年-2016年)	广义矩估计	劳动生产力	0.032 (0.011)	中小企业的生产力效应强于大企业
Nucci 等 (2023年)	意大利 (2015年-2018年)	倾向评分匹配及双重差分	全要素生产率	0.022 (0.006)	小企业对生产力的影响略强于大企业
Song 及 Cho (2023年)	大韩民国 (2017年-2018年)	以现有数字化作为控制变量及IV	劳动生产力 (工人人均附加值)	所有人工智能用户: -0.026 (0.114) 多工厂人工智能用户: 0.151 (0.065)	生产力效应源于缩小工厂之间的绩效差距
Yang (2022年)	中国台湾 (2002年-2018年)	广义矩估计并以企业特征作为控制变量	劳动生产力	0.079 (0.032)	企业规模越大，生产力效益越大
			全要素生产率	0.080 (0.024)	
Zhai 及 Liu (2023年)	中国 (2006年-2020年)	以企业和行业特征作为控制变量	全要素生产率	0.089 (0.012)	企业规模越大，生产力效益越大

来源：联合国贸发会议，根据引用来源计算。

注：由于研究设计的局限性，大多数研究并未将人工智能对生产力的影响完全与企业对人工智能使用的自我选择区分开来，即无法推断人工智能使用与企业生产力增长之间的直接逻辑关系，而报告中的生产力增长部分可能是由未观察到的混杂企业特征驱动的，例如先前的生产力水平和采用新技术的意愿。许多研究并未在企业采用人工智能与生产力提高之间建立统计学上的显著联系，例如 Acemoglu 等人 (2020年) 和 Babina 等人 (2024年) 的研究；一些研究发现，平均而言，人工智能对企业的生产力没有显著影响，但对特定类型的企业有很强的影响，例如 Song 和 Cho (2023年) 的研究发现韩国使用人工智能的平均企业生产力增长为零，但使用人工智能并拥有多家工厂的企业生产力增长了 15%。对于本研究和其他研究中确定的公司而言，它们独特的巨大生产率增长可能表明公司内部的机制有利于人工智能生产率效应；例如，Song 和 Cho (2023年) 表明，多工厂公司的生产率提高源于工厂间渠道的建立，这种渠道能够缩小工厂之间的绩效差距。

## 参考资料

- Abdikaparov N (2024年)。《利用AI助手减轻客服压力：通过自动化常规任务和实时信息支持呼叫中心操作员的AI系统开发与评估》。《InterConf科学论文集》(203):354-365。
- Acemoglu D (2024年a)。《人工智能的简易宏观经济学》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Acemoglu D (2024年b)。《人工智能的危害》。载于：Bullock JB 等编《牛津AI治理手册》。牛津大学出版社。英国。
- Acemoglu D 、Anderson G、Beede D、Buffington C、Childress E、Dinlersoz E、Foster L、Goldschlag N、Haltiwanger J、Kroff Z、Restrepo P 和Zolas N (2022年)。《自动化与劳动力：基于2019年度商业调查的企业层面视角》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Acemoglu D 和 Johnson S (2023年)。《权力与进步：我们千年来的技术与繁荣之争》。PublicAffairs出版社。纽约。
- Acemoglu D、Manera A和Restrepo P (2020年)。《美国税法典是否鼓励自动化？》。《布鲁金斯经济活动论文》231-285。
- Acemoglu D 和 Restrepo P (2019年)。《自动化与新任务：技术如何替代和恢复劳动力》。《经济展望杂志》33(2):3-30。
- Agarwal S (2023年)。《验证码的终结》。参见：<https://www.technologyreview.com/2023/10/24/1081139/captchas-ai-websites-computing/>。
- Aghion P、Jones B 和 Jones C (2017年)。《人工智能与经济增长》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Ahmed N、Wahed M 和Thompson NC (2023年)。《产业界在AI研究中的影响力增长》。《科学》379(6635):884-886。
- Alderucci D、Branstetter L、Hovy E、Runge A 和 Zolas N (2020年)。《量化AI对生产率和劳动力需求的影响：基于美国人口普查微观数据的证据》。参见：<https://www.aeaweb.org/conference/2020/preliminary/paper/Tz2HdRna>。
- Alkaissi H 和 McFarlane SI (2023年)。《ChatGPT的人工幻觉：对科学写作的影响》。《Cureus》15(2):e35179。
- Amaya J 和 Holweg M (2024年)。《运用算法改进知识工作》。《运营管理杂志》70(3):482-513。
- Armaan (2024年)。《利用技术创建可扩展解决方案以赋能母亲并促进儿童健康成长》。参见：<https://armaan.org/>
- Aslanta G 等 (2022年)。《使用人工智能方法预测注塑机剩余使用寿命》。《人工智能与数据科学杂志》2(1):8-15。
- Autor D、Basu K、Qureshi Z 和 Rodrik D (2022年)。《包容性未来？技术、新动态与政策挑战》。布鲁金斯学会。
- Autor DH (2015年)。《为何仍有这么多工作岗位？职场自动化的历史与未来》。《经济展望杂志》29(3):3-30。
- Autor DH、Levy F和Murnane RJ (2023年)。《近期技术变革的技能内涵：实证探索》。《经济学季刊》118(4):1279-1333。
- Babina T、Fedyk A、He A X 和 Hodson J (2024年)。《人工智能、企业增长与产品创新》。《金融经济学杂志》(115):103745。
- Bassetti T、Borbon Galvez Y、Del Sorbo M和Pavesi F (2024年)。《人工智能——对全要素生产率、电子商务与金融科技的影响》。欧盟联合研究中心技术报告。
- Benassi M、Grinza E、Rentocchini F 和Rondi L (2024年)。《第四次工业革命技术专利与企业绩效》。《产业与公司变革》31(1):112-136。
- Bessen J (2019年)。《自动化与就业：当技术提升就业时》。《经济政策》34(100):589-626。
- Bessen J、Impink SM、Reichensperger L 和 Seamans R (2022年)。《数据对AI初创企业成长的作用》。《研究政策》51(5):104513。
- 比尔及梅琳达·盖茨基金会 (2024年)。《mDaktari健康访问计划》。参见：<https://gcgh.grandchallenges.org/grant/m-daktari-health-access-initiative>
- Björkegren D (2023年)。《人工智能为贫困人口服务：如何在发展中世界利用AI力量》。《外交事务》。
- Björkegren D 和 Blumenstock J (2023年)。《促进发展的技术》。国际货币基金组织《金融与发展》杂志。
- Bommasani R 等 (2021年)。《论基础模型的机遇与风险》。参见：<https://arxiv.org/abs/2108.07258>

- Brynjolfsson E、Li D 和 Raymond L (2023年)。《工作中的生成式AI》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Brynjolfsson E 和 Mitchell T (2017年)。《机器学习能做什么？劳动力影响》。《科学》358(6370):1530-1534。
- Brynjolfsson E、Mitchell T 和 Rock D (2018年)。《机器能学什么及其对职业和经济的影响？》。《美国经济学会论文与会议录》(108):43-47。
- Brynjolfsson E、Rock D 和 Syverson C (2017年)。《人工智能与现代生产力悖论：期望与统计的冲突》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Calvino F 和 Fontanelli L (2023年)。《各地AI应用企业特征画像：企业特质、资产互补性与生产率》。经合组织科学、技术与产业工作论文第2023/02号。
- Calvino F 和 Fontanelli L (2023年)。《人工智能、互补资产与生产率：来自法国企业的证据》。LEM工作论文系列2023/35。
- Cao J 等 (2021年)。《利用机器学习和深度学习方法整合多源数据预测中国水稻产量》。《农业与森林气象学》297。
- Cazzaniga M、Jaumotte F、Li L、Melina G、Panton AJ、Pizzinelli C、Rockall EJ 和 Tavares MM (2024年)。《生成式AI：人工智能与工作的未来》。国际货币基金组织工作人员讨论笔记。
- Chu MM (2022年)。《马来西亚棕榈种植业尝试用机器人与无人机应对劳动力短缺》。路透社。
- Cirera X、Comin D 和 Cruz M (2022年)。《弥合技术鸿沟：发展中经济体企业的技术应用》。世界银行。
- Copestake A、Marczinek M、Pople A 和 Stapleton K (2023年)。《AI与服务主导型增长：来自印度招聘广告的证据》。参见：<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/79e00908bd79275e6c22be34483dd91b-0050022023/original/akai.pdf>。
- Czarnitzki D、Fernández GP 和 Rammer C (2023年)。《人工智能与企业层面生产率》。《经济行为与组织杂志》(211):188-205。
- Damioli G、Van Roy V 和 Vertesdy D (2021年)。《人工智能对劳动生产率的影响》。《欧亚商业评论》11(1):1-25。
- Das S (2021年)。《塔塔钢铁如何使用AI：案例研究》。Analytics India Magazine。参见：<https://analyticsindiamag.com/it-services/how-tata-steel-uses-ai-a-case-study/>
- Dell'Acqua F、McFowland III E、Mollick ER、Lifshitz-Assaf H、Kellogg K、Rajendran S、Krayer L、Candelon F 和 Lakhani KR 等 (2023年)。《穿越锯齿状技术前沿：AI对知识工作者生产率与质量影响的实地实验证据》。哈佛商学院技术与运营管理单元工作论文。
- Dieppe A (2021年)。《全球生产力：趋势、驱动因素与政策》。世界银行。
- Doubao X (2019年)。《配备AI的机器人活跃于精密焊接领域：中国民越科技提供“眼睛与大脑”解决方案》。参见：<https://asia.nikkei.com/Business/Startups/AI-equipped-robots-active-in-precision-welding>
- Edin P-A、Evans T、Graetz G、Hernnäs S 和 Michaels G (2023年)。《职业衰退的个人后果》。《经济学杂志》133(654):2178-2209。
- Frost (2024年)。《限水、涨价与监禁：突尼斯如何应对五年干旱？》。参见：<https://www.euronews.com/green/2024/03/04/water-restrictions-increased-prices-and-imprisonment-how-is-tunisia-battling-5-years-of-dr>。
- 联合国粮农组织 (2020年)。《2020年粮食及农业状况：克服农业用水挑战》。
- 联合国粮农组织 (2024年a)。《植物生产与保护》。参见：<https://www.fao.org/plant-production-protection/about/en>。
- 联合国粮农组织 (2024年b)。《近东和北非地区用水效率、生产力与可持续性》。<https://www.fao.org/policy-support/governance/water-efficiency-productivity-and-sustainability-in-the-nena-region/zh>。
- Gmyrek、Winkler H 和 Garganta S (2024年)。《缓冲还是瓶颈？拉丁美洲生成式AI就业暴露与数字鸿沟》。国际劳工组织工作论文121。
- Google (2023年)。《欧盟数字服务法半年度VLOSE/VLOP透明度报告》。
- Gordon R (2014年)。《美国经济增长的终结：重述、反驳与反思》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Gujre VS 和 Anand R (2020年)。《电阻焊管制造中故障预测与质量改进的机器学习算法》。《实验与理论人工智能杂志》32(4):601-622。
- Haraguchi N、Cheng CFC 和 Smeets E (2017年)。《制造业在经济发展中的重要性：是否已改变？》。《世界

发展》(93):293-315。

Harichandan A (2023年)。《数字化转型如何助推塔塔钢铁在印度的发展》。参见: <https://www.forbesindia.com/article/leadership/how-digital-transformation-is-aiding-tata-steels-growth-in-india/85665/1>。

Hatzius J、Briggs J、Kodnani D 和 Pierdomenico G (2023年)。《上调长期全球增长预测以反映生成式AI影响》。高盛集团。

Bristol H、de Boer E、de Kroon D、Hou F、Shahani R 和 Torti F (2024年)。《制造业灯塔企业如何充分获取AI价值》。麦肯锡公司运营实践。

Hohenstein J、Kizilcec RF、DiFranzo D、Aghajari Z、Mieczkowski H、Levy K、Naaman M、Hancock J 和 Jung MF (2024年)。《沟通中的人工智能对语言与社会关系的影响》。《科学报告》13(1):5487。

Huang S、Yang J、Fong S和 Zhao Q (2021年)。《人工智能在COVID-19诊断中的挑战与前景》。《国际生物科学杂志》17(6):1581-1587。

IBM (2024年)。《iFarming智慧农业》。参见: <https://www.ibm.com/case-studies/ifarming-watson-cloud-ifarming> (2024年)。《农业科技》。参见: <https://www.agri-tech.tn/ifarming/>。

国际劳工组织 (2024年a)。《肯尼亚数字劳动平台:各行业女性机遇与挑战研究》。

国际劳工组织 (2024年b)。《印度零工与平台经济扩张:雇主与商业会员组织机遇》。

国际电信联盟 (2024年)。《互联网流量统计》。参见: <https://www.itu.int/itud/reports/statistics/2023/10/10/ff23-internet-traffic/>。

Jin W、Dong S、Yu C 和 Luo Q (2022年)。《基于多神经网络与强化学习的COVID-19感染预测混合集成AI模型》。《生物学与医学中的计算机》(146):105560。

Kenny D (2022年)。《面向所有人的机器翻译:人工智能时代赋能用户》。参见: <https://zenodo.org/record/6653406>。

Korinek A 和 Stiglitz J (2021年)。《人工智能、全球化与经济发展战略》。INET工作论文系列第146号:1-53。

Lane M、Williams M和Broecke S (2023年)。《AI对职场的影响:经合组织雇主与劳动者AI调查主要发现》。经合组织社会、就业与移民工作论文第288号。

Lautier M (2024年)。《制造业对发展中经济体仍至关重要》。《结构变革与经济动力学》(70):168-177。

Marcus G (2018年)。《深度学习:批判性评估》。参见: <http://arxiv.org/abs/1801.00631>。

Maslej N、Fattorini L、Perrault R、Parli V、Reuel A、Brynjolfsson E、Etchemendy J、Ligett K、Lyons T、Manyika J、Niebles JC、Shoham Y、Wald R 和 Clark J (2024年)。《2024年AI指数报告》。斯坦福大学以本人工智能研究所AI指数指导委员会。美国。

Mate A、Madaan L、Taneja A、Madhiwalla N、Verma S、Singh G、Hegde A、Varakantham P 和 Tambe M (2021年)。《多臂赌博机实地研究:协助非营利组织改善母婴健康》。参见: <http://arxiv.org/abs/2109.08075>

MathWorks新闻与案例 (2024年)。《用AI和物联网对抗作物病害》。参见: <https://www.mathworks.com/company/mathworks-stories/ai-and-iot-sensors-spot-diseases-and-boost-crop-production.html>

Jamasmie (2019年)。《全球最大铜生产商将AI引入矿山》。参见: <https://www.mining.com/worlds-largest-copper-producer-codelco-brings-ai-mines/>。

Mkulimagpt (2024年)。参见: <https://mkulimagpt.com/about-1>。

Mohammadi Amin F、Rezayati M、Van De Venn HW和Karimpour H (2020年)。《工业自动化中人机协作安全的混合感知方法》。《传感器》20(21):6347。

Muldoon J、Cant C、Wu B 和 Graham M等 (2024年)。《人工智能数据工作类型学》。《大数据与社会》11(1)。

Murthy N、Chandrasekharan S、Prakash MP、Kaonga N、Peter J、Ganju A 和 Mechael P (2019年)。《移动健康语音服务对印度低收入妇女婴儿护理知识与实践的影响:伪随机对照试验发现》。《母婴健康杂志》23(12):1658-1669。

Murthy N、Chandrasekharan S、Prakash MP、Ganju A、Peter J、Kaonga N和Mechael P (2020年)。《移动健康语音服务(mMitra)对印度低收入妇女孕产健康知识与实践的影响:伪随机对照试验发现》。《BMC公共卫生》20(1):820。

Nedelkoska L 和 Quintini G (2018年)。《自动化、技能应用与培训》。经合组织社会、就业与移民工作论文第202号。

- Noy S 和 Zhang W (2023年)。《生成式人工智能生产力效应的实验证据》。《科学》381(6654):187-192。
- Nucci F、Puccioni C和Ricchi O (2023年)。《数字技术与生产率:企业层面调查》。《经济建模》(128):106524。
- 经合组织 (2024年)。《新兴技术预见治理框架》。经合组织科学、技术与产业政策文件第165号。
- Okolo CT (2023年)。《全球南方的人工智能:实现更包容治理的机遇与挑战》。布鲁金斯学会。
- Onu CC、Lebensold J、Hamilton WL 和 Precup D (2019年)。《基于哭声的围产期窒息诊断神经迁移学习》。《Interspeech 2019》。ISCA: 3053-3057。
- Our World in Data (2024年)。《每千人医生数量》。参见: <https://ourworldindata.org/grapher/physicians-per-1000-people?tab=chart&country=~KEN>
- Peng S、Kalliamvakou E、Cihon P 和 Demirer M (2023年)。《AI对开发者生产率的影响:来自GitHub Copilot的证据》。参见: <http://arxiv.org/abs/2302.06590>
- 飞利浦基金会团队 (2023年)。《Access Afya: 新兴经济体医疗健康操作系统》。飞利浦基金会。
- Qureshi Z (2023年)。《日益加剧的不平等:我们时代的重大议题》。布鲁金斯学会。
- Rani U 和 Dhir RK (2024年)。《AI赋能商业模式与人在回路(欺骗性AI):对劳动力的影响》。
- 乐施会 (2024年)。《不平等公司化:企业权力如何分裂世界与公共行动新时代的来临》。
- Rodrik D 和 Stantcheva S (2021年)。《包容性繁荣政策矩阵》。美国国家经济研究局。美国剑桥。
- Rotman D (2024年)。《人们担忧AI将取代所有工作,我们曾经历过类似处境》。参见: <https://www.technologyreview.com/2024/01/27/1087041/technological-unemployment-elon-musk-jobs-ai/>
- de Rubalcava A de NG、Sanchez Piñeiro O、Moreno Jiménez R、Aylett-Bullock J、Ismail A、Kyriazi S、Schneider C、Sekidde F、del Panta G、Huang C、Maigné V、Luengo-Oroz M 和 Hoffmann Pham K (2023年)。《人道主义危机中边境不确定人口流动建模:态势分析工具》。<https://arxiv.org/abs/2303.15614>
- Salian I (2019年)。《具有吸引力的AI:香蕉种植者用深度学习识别作物病害与害虫》。
- Schmidt O、Melchior S、Hawkes A 和 Staffell I 等 (2019年)。《预测未来电力存储技术的平准化成本》。《焦耳》3(1):81-100。
- Selvaraj MG、Vergara A、Ruiz H、Safari N、Elayabalan S、Ocimati W 和 Blomme G (2019年)。《AI驱动的香蕉病害与害虫检测》。《植物研究方法》15:92。
- Shine I (2023年)。《我们常听说AI将取代工作,但它将创造哪些新工作?》。参见: <https://www.weforum.org/stories/2023/09/jobs-ai-will-create/>
- Singla A、Sukharevsky A、Yee L 和 Chui M (2024年)。《2024年初AI发展现状:生成式AI应用激增并开始创造价值》。麦肯锡公司。
- Smith AL (2021年)。《预测不可预测之事:为潜在未来情景做准备》。联合国难民署创新服务处。
- Song D 和 Cho J (2023年)。《AI应用与企业生产率》。国际货币基金组织“人工智能、大数据与政策”会议论文。
- Taneja A 和 Tambe M (2022年)。《使用机器学习提升印度母婴健康项目参与度》。参见: <https://research.google/blog/using-ml-to-boost-engagement-with-a-maternal-and-child-health-program-in-india/>
- Teubner T、Flath CM、Weinhardt C、Van Der Aalst W 和 Hinz O (2023年)。《欢迎ChatGPT时代:大语言模型前景展望》。《商业与信息系统工程》65(2):95-101。
- 《经济学人》(2024年)。《AI能否改变发展中经济体生活?》。参见: <https://www.economist.com/briefing/2024/01/25/could-ai-transform-life-in-developing-countries>
- Toner-Rodgers A (2024年)。《人工智能、科学发现与产品创新》。参见: [https://aidantr.github.io/files/AI\\_innovation.pdf](https://aidantr.github.io/files/AI_innovation.pdf)
- Tubaro P 和 Casilli AA (2019年)。《微工作、人工智能与汽车产业》。《工业与商业经济学杂志》46(3):333-345。
- Tubaro P、Casilli AA 和 Coville M (2020年)。《训练者、验证者、模仿者:人类平台工作者支持人工智能的三种方式》。《大数据与社会》7(1)。
- Tumaini (2024年)。《用于识别和绘制疾病图谱的AI驱动解决方案》。参见: <https://www.tumainiaiapp.org/>
- Turiel JD 和 Aste T (2020年)。《基于人工智能的点对点贷款受理与违约预测》。《皇家学会开放科



学》7(6):191649。

联合国贸发会议（2019年）。《2019年数字经济报告：价值创造与获取——对发展中经济体的启示》（联合国出版物，销售编号E.19.II.D.17，纽约）。

联合国贸发会议（2021年）。《2021年数字经济报告：跨境数据流动与发展——数据为谁流动》（联合国出版物，销售编号E.21.II.D.18，纽约）。

联合国开发计划署（2024年）。《利用人工智能促进健康》。参见：<https://www.undp.org/stories/harnessing-artificial-intelligence-health>

联合国教科文组织、经合组织和美洲开发银行（2022年）。《人工智能对女性工作生活的影响》。

UNHCR（2022）。联合国难民署巴西入境趋势快照，2021年6月至2022年9月。

联合国难民署（2022年）。《联合国难民署巴西入境趋势简报，2021年6月–2022年9月》。

UNI全球工会（2017年）。《伦理人工智能十大原则》。

联合国工发组织（2019年）。《2020年工业发展报告：数字时代的工业化》。

U联合利华（2023年）。《联合利华工厂加入全球数字化先进工厂网络》。参见：<https://www.unilever.com/news/news-search/2023/unilever-sites-join-network-of-worlds-most-digitally-advanced-factories/>

联合国与国际劳工组织（2024年）。《警惕AI鸿沟：塑造未来工作的全球视角》。

Viana Braz、Tubaro P 和 Casilli AA（2023年）。《巴西的微工作：人工智能背后的劳动者是谁？》博士论文，DiPLab；LATRAPS。

Wang T、Gihleb R、Giuntella O 和 Stella L（2023年）。《自动化革命中保障工人安全》。布鲁金斯学会。

Wang W、Gao G 和 Agarwal R（2023年）。《友还是敌？人工智能与不同经验水平工人的组队协作》。《管理科学》70(9):5753–5775。

Webb M（2020年）。《人工智能对劳动力市场的影响》。SSRN 3482150。

世界卫生组织（2016年）。《全民健康覆盖与可持续发展目标所需的卫生人力》。《卫生人力资源观察》第17期，日内瓦。

世界卫生组织（2024年）。《新生儿死亡率》。参见：<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/newborn-mortality>

世界卫生组织（2025年）。《孕产妇死亡率》。参见：<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>

W世界银行（2023年）。《生成式人工智能》。参见：<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/4f623641-ba34-4f0d-9a7d-105f02a5ee00>

世界银行（2024年）。《科特迪瓦电子农业项目》。

世界经济论坛（2023年a）。《2023年未来就业报告》。

世界经济论坛（2023年b）。《全球灯塔网络：塑造第四次工业革命新篇章》白皮书。

Xu W、Chen P、Zhan Y、Chen S、Zhang L 和 Lan Y（2021年）。《基于机器学习与时间序列无人机遥感数据的棉花产量估算模型》。《国际应用地球观测与地理信息杂志》(104):102511。

Yang CH（2022年）。《人工智能技术如何影响生产率与就业：来自中国台湾省的企业层面证据》。《研究政策》51(6):104536。

Zhai S 和 Liu Z（2023年）。《人工智能技术创新与企业生产率：来自中国的证据》。《金融研究快报》(58):104437。

Zhang D、Clark J 和 Perrault R（2022年）。《2022年AI指数：AI工业化与日益增长的伦理关切》。斯坦福大学以人本人工智能研究所，美国。





# 技术和创新报告 2025

## 第三章

# 为把握人工智能带来的 机遇做准备

发展中经济体应当为人工智能等前沿技术快速重塑的世界格局做准备。联合国贸发会议“前沿技术准备度指数”是评估各经济体运用、采用和适配前沿技术的有效工具。

发达经济体在该指数排名中处于领先地位，但部分发展中经济体表现突出，特别是新加坡、中国和印度。值得注意的是，某些经济体的表现超出其收入水平预期，展现出把握前沿技术机遇并推动经济发展的强大潜力。

本章进一步分析了采用和发展人工智能的关键因素，强调发展中经济体亟需改善基础设施、数据治理和技能培养。通过评估准备度并识别人工智能领域的相对优势与短板，可为经济体战略规划和追赶路径提供指导。



# 关键政策要点

- ▶ 政府应进行战略定位，以把握人工智能带来的机遇。这需要从基础设施、数据和技能这三大着力点出发，全面评估经济体的人工智能能力，查明差距并确定重点行动领域。各经济体可以选择不同的追赶路径，在其引导下从当前的技术和生产能力过渡到期望的目标水平。
- ▶ 经济体可以通过技术评估和前瞻性分析来评估人工智能带来的机遇与挑战，并确定如何加强其创新体系。贸发会议协助发展中经济体开展技术评估，并通过科技创新政策审查计划为经济体的创新体系建设提供支持。
- ▶ 成功的结构转型需要公共部门和各部委(例如科技创新、产业和教育部委)之间的合作。无论是确定有利于可持续发展的人工智能解决方案，还是制定符合经济体目标的科技创新计划，都离不开利益攸关方的参与。

## A. 前沿技术准备度指数

为全面衡量一国面对前沿技术的准备程度，联合国贸发会议制定了“前沿技术准备度指数”（联合国贸发会议，2021年）。该指数综合考量信息和通信技术(信通技术)部署、技能储备、研发活动、产业实力及融资渠道等关键指标，首次随《2021年技术和创新报告》发布，覆盖了170个经济体，其中包括124个发展中经济体（见附件三）。

与往年情况相同，指数排名靠前的多为欧美发达经济体（表III.1）。发

展中经济体整体排名靠后，但新加坡表现亮眼，位列第五且各方面均表现优异。金砖国家排名同样可观：中国第21位、俄罗斯联邦第33位、印度第36位、巴西第38位，南非第52位。<sup>1</sup>

表III.1还展示了五个分项指标的排名情况。在发展中经济体当中，中国在研发分项排名第一，金融分项排名第三，产业分项排名第六；印度则在研发分项排名第三。前沿技术准备度最低的经济体主要集中在非洲、拉丁美洲和加勒比地区。

表 III.1  
部分经济体的前沿技术准备度排名

经济体	2024年 排名	2022年 排名	名次 变化	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	融资渠 道排名
前 10位								
美国	1	1	=	4	17	2	17	2
瑞典	2	2	=	17	2	15	7	14
英国	3	3	=	18	12	6	14	17
荷兰	4	5	↑	3	6	13	11	31
新加坡	5	4	↓	12	5	20	4	11
瑞士	6	6	=	25	14	11	3	7
大韩民国	7	9	↑	14	32	4	13	5
德国	8	7	↓	26	18	5	12	34
爱尔兰	9	12	↑	27	11	28	1	116
法国	10	14	↑	7	21	8	24	19
部分经济体								
中国	21	28	↑	101	64	1	6	3
俄罗斯	33	33	=	41	29	17	72	63
印度	36	48	↑	99	113	3	10	70
巴西	38	40	↑	38	59	18	50	41
南非	52	51	↓	76	71	41	55	27

来源：联合国贸发会议。

注：因数据更新、权重调整及经济体数量变化，本排名不可与往年结果直接比较（完整数据见附件III）。

<sup>1</sup> 金砖国家集团已发展成为一个政府间组织，其成员国包括巴西、俄罗斯联邦、印度、中国、南非、埃及、埃塞俄比亚、印度尼西亚、伊朗伊斯兰共和国和阿拉伯联合酋长国。

在2022至2024年间，该指数显示许多发展中经济体取得显著进步。例如阿根廷、智利、中国、北马其顿和乌拉圭等地，由于平均下载速度的大幅提升，其在信通技术分项的排名有所提高。不丹、印度、摩洛哥、摩尔多瓦共和国和东帝汶则因劳动力人口受教育年限的延长及高技能就业比例的提升，在人力资本分项实现排名进步。安哥拉和巴巴多斯通过增加前沿技术领域的科学出版物和专利申请数量，在研发分项取得进展。亚美尼亚、巴哈马、乍得和马尔代夫则因高技术制造业出口比重提高，在产业分项排名上升。贸易数据存在波动，短期变化需审慎解读。

布隆迪和东帝汶在金融分项有所改善，其国内信贷流向私营部门的GDP占比提升——若这些资金能导向生产性投资，将有助于前沿技术的采用与发展。

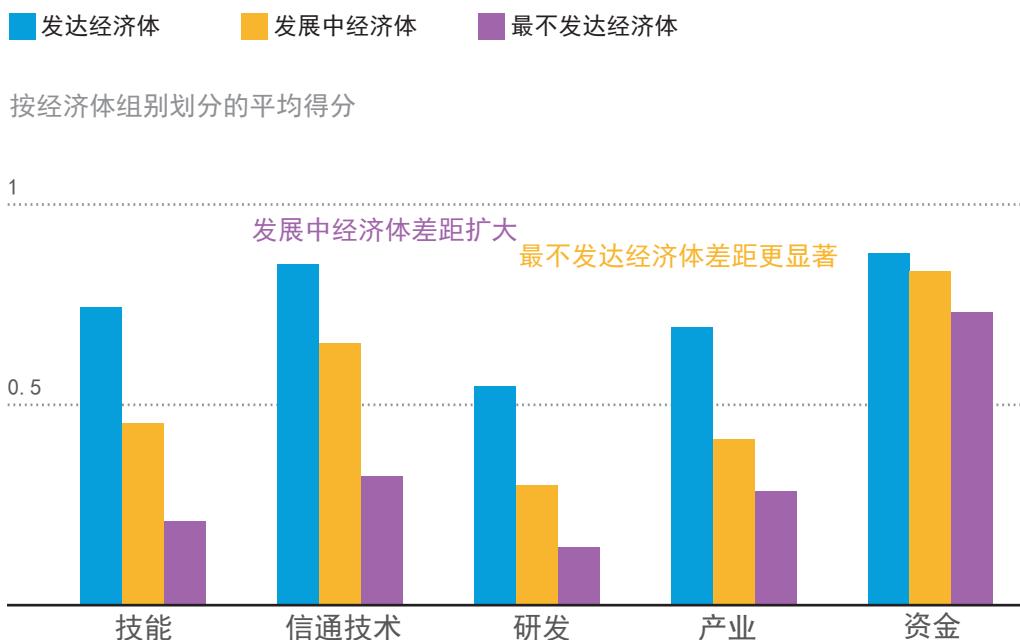
“前沿技术准备度指数”既揭示了各经济体在技术开发、采用和适配方面需改进的领域，也展现了不同经济体群体的优势与短板。需要特别强调的是：排名差异未必准确反映实际能力差距，各经济体得分更能真实体现准备度水平。

前沿技术准备度指数及其分项指标显示，许多发展中经济体已取得进步

图III.1展示了发达经济体、发展中经济体和最不发达经济体在各分项的平均得分情况。正如预期所示，发达经济体在准备度指数所有维度持续领先，然而各分项指标间的差异程度不尽相同。

技能分项指标显示经济体组别之间存在明显差异。最不发达经济体的平均得分通常不到发展中经济体的一半，且不及发达经济体的三分之一。发达经济体与发展中经济体在信通技术分项指标的差距相对较小，但最不发达经济体仍明显落后于发展中经济体。

➤ 图 III.1  
部分经济体的前沿技术准备度分项指数得分



来源：联合国贸发会议。

研发与产业分项指标显示发达经济体与发展中国家存在较大差距

研发和产业分项指标呈现相似格局：发达经济体与发展中经济体之间存在较大差距，而发展中经济体与最不发达经济体之间的差距相对较小。在金融分项方面，不同经济体组别间的差异则较为有限。

尽管人均GDP较高的经济体通常对前沿技术准备更充分，但如图III.2所示，部分经济体的表现远超其收入水平预期，具体表现为其指数得分与人均GDP回归线的偏离程度。表现优异的发展中经济体包括巴西、中国、印度和菲律宾；发达经济体中表现突

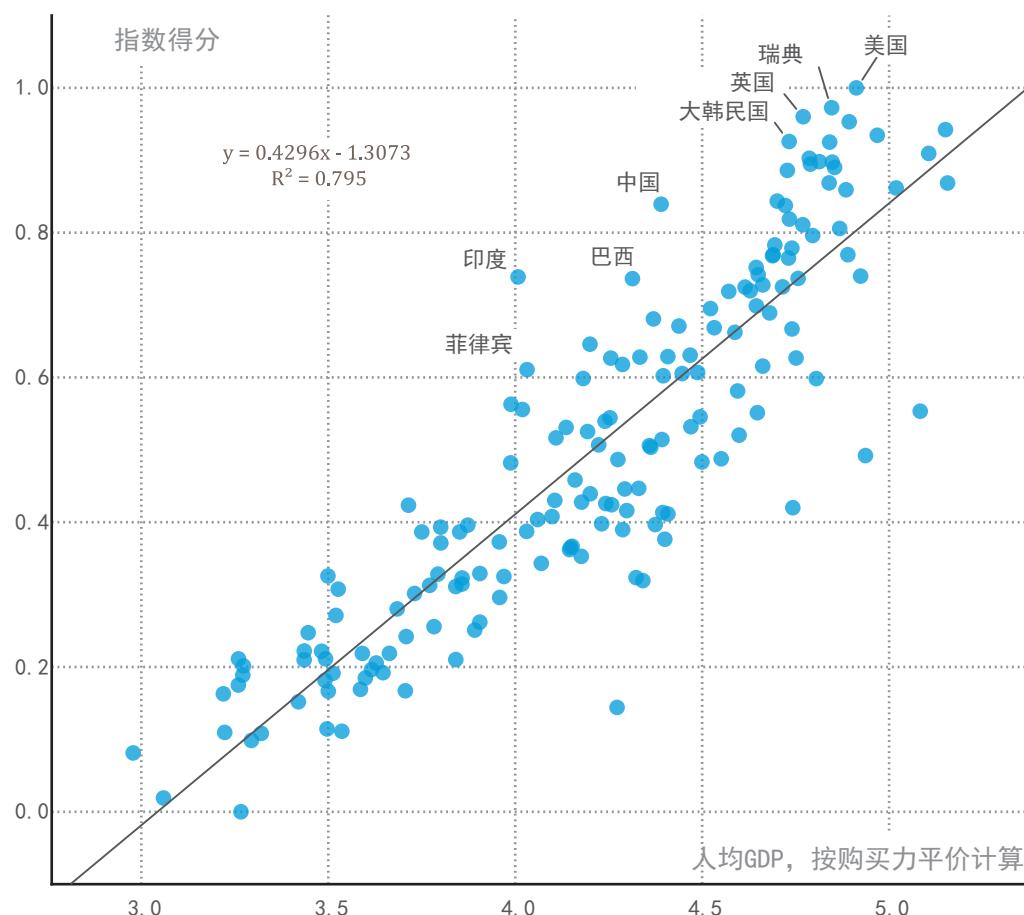
出的则有大韩民国、瑞典、英国和美国。这些经济体的人均GDP排名与整体指数排名存在较大差距：印度相差76位，中国和菲律宾相差49位，巴西相差41位。这些对比表明，许多经济体完全有能力把握前沿技术机遇，促进经济增长与全面发展。

表现较为突出的经济体普遍具备一个共同特征，其研发活动更活跃、产业能力更强，这使其能够跟上技术发展步伐，并最终在某些前沿技术领域取得领先地位。<sup>2</sup> 这一发现凸显了完善经



图 III.2  
巴西、中国、印度和菲律宾是在技术准备度方面表现突出的发展中经济体  
前沿技术准备度指数得分与人均GDP的相关性

巴西、中国、印度和菲律宾等发展中经济体在技术准备度方面表现突出



来源：联合国贸发会议。

注：人均GDP按购买力平价计算，单位为现价国际元。

<sup>2</sup> 相较于其经济表现水平，技术准备度表现突出的经济体展现出以下特征：研发平均得分约为其他经济体的两倍，产业平均得分则高出约50%。

济体创新生态系统的重要性。第四章将探讨支持人工智能采用与发展的政策举措。

值得注意的是，准备度指数与人工智能出版物数量呈正相关（图III.3）。虽然人工智能出版物是研发分项的指标之一，这种相关性在预期之中，但即便控制人均GDP、人口规模和区域因素后，对指数得分贡献最大的仍是

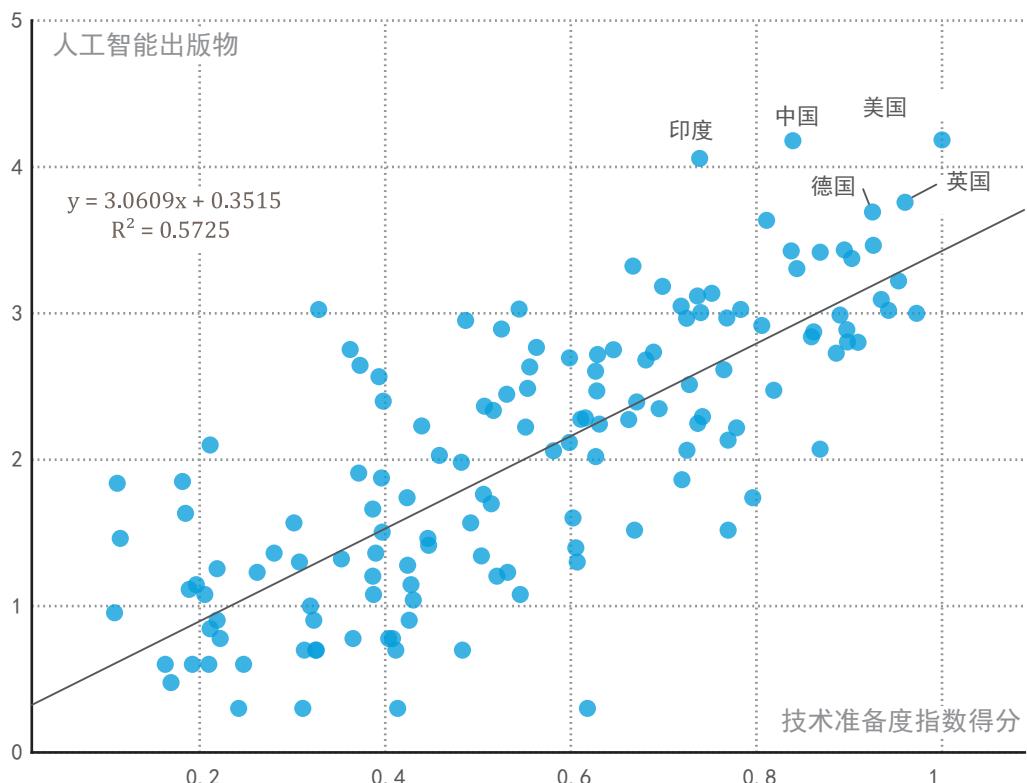
技能和产业相关指标，且所有分项指标均与人工智能出版物保持正相关。

位于回归线上方的经济体产生的科学知识超出其指数得分预期水平。例如中国、德国、印度、英国和美国在人工智能领域展现出科研优势。

技术准备度指数与人工智能领域科学知识产出呈现显著相关性

图 III.3

技术准备度指数与人工智能领域知识产出的相关性



来源：联合国贸发会议。

注：2023年人工智能相关科学论文数量（对数处理）。

## B. 人工智能采用与发展的关键因素

前沿技术准备度指数提供的信息，可通过详细评估各经济体在人工智能采用与发展方面的优势与不足加以补充。

技术浪潮的发展通常经历多个阶段。初始开发阶段涉及概念化或发明过程，通常耗时较长且成本高昂。技术采用阶段始于该技术获得市场认可，

必须明确  
人工智能  
可产生实  
际影响的  
战略部  
署领域

中小企业  
面临诸多  
制约因  
素，阻碍  
了人工智  
能技术的  
广泛采用

早期采用者开始将其应用于实际问题解决的时期。最终，随着技术扩散，其普及性与经济性不断提升，从而更广泛地融入经济体系和社会生，并更广泛地融入经济和社会。

新技术的初始开发通常由发达经济体主导。发展中经济体大多仅采用前沿技术，尽管一些技术较先进的发展中经济体可能很快开始根据自身条件调整技术，从而促进技术的进一步发展。这反映了经典的创新困境——是采用现有创新还是自主开发，该选择取决于具体环境因素和自身能力。

从人工智能概念验证到大规模推广的难度可能超出预期，因此必须确定可战略性部署人工智能并产生实际影响的领域（Cohen和Levinthal，1989年；Teece，1986年；Teece等，1997年）。人工智能在公民和社会中的扩散速度取决于基本要素，包括互联网、电力和数字设备的普及，以及基本的数字技能和人工智能相关的技能水平。

采用技术主要利用那些最符合现有社会经济结构和需求的技术，而发展则涉及在塑造技术变革方向中发挥更积极的作用。

## 采用

人工智能的采用涉及利用现有人工智能技术改进业务流程，并根据特定行业需求调整人工智能系统。目前关于采用人工智能的实证依据来自发达经济体，其中大型企业正加速将人工智

能融入其业务实践和服务体系。2024年一项全球调查显示，72%的大型企业已在不同业务环节应用人工智能技术。这些企业主要将生成式人工智能用于市场营销和IT产品开发，在制造或供应链管理领域应用较少（Singla等，2024年）。

当前人工智能应用主要集中在资源雄厚的大型企业。数据显示，员工人数超过250人的企业中，人工智能采用率普遍达到中小企业的两倍（OECD，2023a）。在某些经济体，这一差距可能更为悬殊。以意大利为例，研究显示大型企业投资人工智能的概率可达中小企业的五倍以上（Montresor和Vezzani，2023年）。

需要指出的是，对人工智能应用情况的全面认知目前仍受限于系统性证据的不足，特别是在发展中经济体，这种证据缺口可能制约有效政策与干预措施的设计能力。

## 发展

人工智能的发展涵盖创建新型人工智能解决方案的全过程，主要包括：开发新模型或算法、改进现有模型，以及支撑人工智能产业所需的全部资源和基础设施，如计算能力、以及培养能够运用新型算法和数据的开发团队。

人工智能的发展正在快速推进，其相关出版物和专利数量也呈指数级增长（参见第一章）。自2017年以来，全球以英文授课的人工智能学习项目数

量增长近两倍，2015年以来计算机科学专业中专注于人工智能的学生也翻了一倍（Masiej等，2024年）。

总体而言，与采用相比，发展人工智能需要更先进的基础设施、更健全的数据系统以及更强的技术能力和专业技能，这些条件在发达经济体更为常见。发展中经济体或可利用开源模型，这有助于人工智能能力在全球范围内的扩散。然而，发展人工智能需要建立完善的基础设施和创新生态系统，对一些发展中经济体而言，优先考虑技术采用和适配可能更为可行。

从零开始发展国内人工智能产业可能成本高昂且耗时长久。创建人工智能模型需要受过高等教育且技能娴熟的

开发人员和工程师，他们需要通过专业和产业机会积累经验。此外，人工智能产业主要由相对年轻的企业推动，这些企业更依赖知识和软件而非实体资产，其吸引融资的基础更多是长期市场潜力而非过往业绩。

发展中经济体系统性证据的缺失制约有效干预措施的设计

## C. 人工智能采用与发展的三大关键着力点

人工智能的采用与发展关键取决于基础设施、数据和技能这三大着力点。

基础设施指数字连接性和计算能力，以及在社区或经济体范围内创建、训练和使用人工智能解决方案所需的网络、架构和资源。

数据是训练人工智能模型的必要条件，需要专门数据将模型应用于不同使用场景。数据不仅是输入，也通过人工智能系统生成。

技能包括基本数字技能和高级人工智能专业技能，以及使团队能够有效开发和应用人工智能所需的配套技能。

基础设施、数据和技能这些要素在采用和发展过程中都不可或缺（表 III. 2）。虽然某些要素可能同时适用于两个过程，但明确具体的人工智能需求有助于进行更深入的分析。每个要素都能促进技术进步，但只有协同作用才能充分催化人工智能的扩散。这种相互作用催生了深度学习和生成式人工智能等重新定义技术格局的突破性技术，彻底重塑了技术格局。通过支持这些关键着力点的发展，决策者可以引发变革性的经济连锁反应。

人工智能政策与治理可服务于确定总体方向，设立制度或文化护栏，并创

发展中经济体可通过聚焦人工智能三大关键着力点催化变革性发展



表 III.2  
人工智能采用与发展的核心要素

维度	基础设施	数据	技能	政策与治理
采用	电力供应	领域特定数据获取	基础数字技能（数字素养等）	
	信通技术基础设施	数据存储与算力支持	AI认知理解能力	
	数字终端设备		技术知识储备	治理原则
发展		大规模多样化数据集	高阶数字技能（数据科学/机器学习等）	政策框架（产业/创新等）
	国际网络互联	高质量标准化可互操作数据	AI专项技能与经验	战略规划
	数据中心与高速网络	隐私安全与匿名化技术	认知能力（问题解决等）	

数据来源：联合国贸发会议。

造有利于人工智能生态系统发展的社会经济和结构环境。第四章将详细阐述涉及人工智能的国内政策，第五章将审视全球人工智能治理现状及其如何支持确保人工智能普惠各方的努力。

## 基础设施

人工智能的采用依赖于电力和互联网等基础设施。虽然全球90%以上人口已通电（IEA等，2023年），但仍有约26亿人未接入网络，其中大部分位于农村地区（ITU，2023年）。

人工智能基础设施可分为两大类，即主要涉及信息通信技术（信通技术）的数字连接，以及通常称为人工智能算力的计算能力。二者为各参与方和系统提供基础支持与联动（图III.4），且均需依赖可靠、可负担的能源和水资源。

数字连接通常分为三个层级。首先是提供全球网络接入的跨境陆缆/海缆及卫星链路。其次，中间网络承担着国内流量分发的关键职能，其涵盖内容分发网络和骨干网络两大核心系

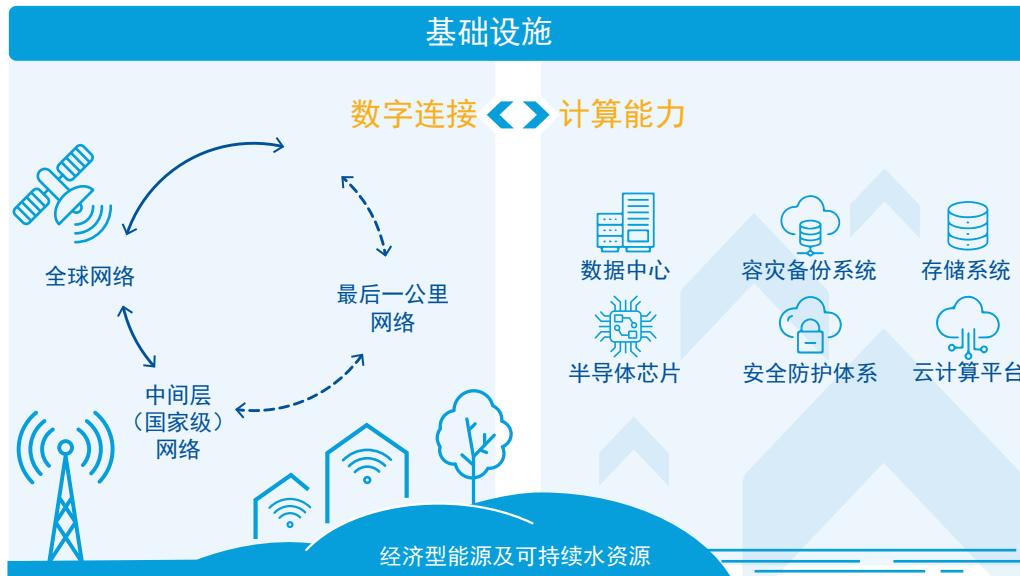
统。第三，最后一公里网络/接入网络负责为个人、家庭和企业提供连接服务，通常由固定或移动蜂窝网络构成。随着人工智能系统及互补技术使用量的增加，所有数字连接环节均面临性能压力（世界银行，2021年；国际电信联盟，2022年）。

尽管多数经济体已建成信通技术网络，但其覆盖范围往往仅限于人口密集区。虽然移动连接可部分弥补中小企业和个人用户的需求，但人工智能技术的采用仍受限制，尤其是在工业领域（Bentley 等，2024）。除网络连接之外，需配备价格合理的数字终端设备、相关配套硬件及基础算力。许多发展中经济体电信基础设施的“最后一公里”接入短板表明，弥合数字鸿沟应优先实现普遍数字连接。

人工智能发展对基础设施有更高的要求，特别是对人工智能算力——即训练和运行人工智能模型所需的计算能力。当前，行业对多任务处理和复杂模型的追求，正持续推高创建和训练人工智能算法所需的计算资源需求。处理大量数据并缩短运行时间需要高效的数据

全球仍有三分之一个人口处于离线状态，许多地区缺乏最后一英里基础设施

➤ 图 III.4  
人工智能基础设施关键组件



来源：联合国贸发会议。

中心、高速网络和超级计算机。

人工智能算力需要日益复杂的半导体来满足人工智能和大数据需求。<sup>3</sup> 全球多数半导体由少数几家企业生产，当需求激增或供应链受冲击导致供应受限时，发展中经济体在供应链分配中可能处于末位。<sup>4</sup> 计算资源及相关要素还包括存储系统、安全机制、备份设备、数据中心和云计算能力。尽管许多经济体已具备这些核心要素，但为支持人工智能的应用与发展，仍需持续升级或更新换代。<sup>5</sup>

大部分数字和云计算服务跨国界运行，依赖于可互操作的基础设施和协

议。生成式人工智能尤其需要大量精准数据，这通常依赖大带宽和国际连接能力。为降低延迟时间和数据传输成本，业界正推动数据中心向用户端区域部署（Richins等，2020年）。这一趋势可能因数据本地化要求或隐私及网络安全标准的制定而加速（联合国贸发会议，2021年）。

<sup>3</sup> 电子产业价值链始于开采用于制造计算硬件和半导体的原材料矿物。这些矿产开采活动主要集中于发展中经济体，例如2023年智利、刚果民主共和国和秘鲁三国贡献了全球约50%的铜产量——该金属是电子设备制造的关键原材料（联合国贸发会议，2024年a）。

<sup>4</sup> 例如，2019年冠状病毒病（COVID-19）疫情引发的全球芯片短缺程度，远超同期市场需求下降的缓解效应，对包括汽车产业在内的多个价值链造成负面冲击（Ramani等，2022年；Burkacky等，2022年）。

<sup>5</sup> 算法与架构的进步虽降低了计算能力需求，却仍无法抵消现代机器学习系统日益增长的计算需求——过去十年间，该需求已增长数个数量级（Sevilla等，2022年；Thompson等，2022年）。

人工智能的效能高度依赖于数据的质量、数量与可获取性

## 数据

自2010年以来，语言模型训练数据集的平均规模每年增长两倍（Sevillla和Roldán, 2024年）。传统处理方法和平台难以应对的大量复杂数据集，通过机器学习和深度学习算法能实现更高效处理，进而生成具有变革意义的新见解（Philip Chen和Zhang, 2014年）。人工智能模型从数据中分析和学习的能力取决于数据的数量、质量和可获取性（图III.5）。

然而，在线数据存量的增长速度难以满足人工智能需求，可能导致数据短缺和瓶颈（Villalobos等, 2024年）。当前的新挑战是如何更高效地训练和运行人工智能模型，使其能在数据有限的情况下仍产生可信结果（Muennighoff等, 2023年）。

人工智能的采用和定制需要获取与模型应用场景匹配的领域特定数据（例如地理、工业、文化数据）。数据需求与基础设施需求（如数据存储和处理）日益重叠，这对传统行业中小企业尤为严峻，因其建立和维护信息技

术系统的成本可能过高。因此，人工智能的行业推广需要仔细调整，充分考虑领域特定需求。

与采用相比，人工智能开发需要更大量且多样化的数据，以创建、训练和测试具有泛化能力并可适用于多种场景的基础模型。然而，少数平台企业对大型数据集的垄断，可能限制基于数据的价值创造机会，包括人工智能开发。这可能阻碍发展中经济体企业的技术追赶进程。

此外，人工智能无法解决“垃圾进、垃圾出”问题。例如，若数据集未能充分代表不同群体或文化（包括性别、弱势社群或语言等方面），算法很可能产生带有偏见、不完整或误导性的结果。当人工智能生成的数据被用作训练其他模型的输入时，偏见、虚构或幻觉（即错误或误导性结果）可能被进一步放大。

数据需具备易获取性和经济性，使开发

图 III.5  
人工智能数据需求



来源：联合国贸发会议。

者和用户能够便捷使用且成本可控；同时应实现标准化和互操作性，以保障处理质量和效率。同时，必须尊重产权以及隐私和安全。数据的采集、处理和使用应符合关于隐私和数据所有权的法律与伦理规范，通过安全措施和匿名化程序保护个人信息。第五章将探讨全球数据治理的重要性。

## 技能

人工智能的采用与发展取决于人力投入和技能水平。一方面，需要工程师和计算机科学家从事计算机芯片的设计制造与算法编程；另一方面，终端用户必须具备数字技能和行业专业知识，才能有效应用和调整人工智能技术。

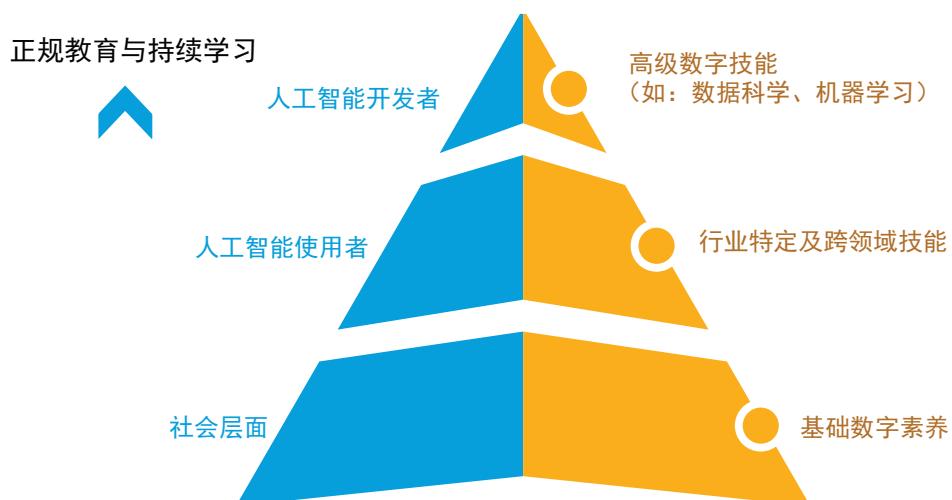
即使一个经济体具备人工智能应用的基础设施条件、技术认知水平和充足资金支持，但若缺乏能够熟练运用该技术并把握其全经济领域应用机遇的专业人才，仍难以实现有效推广（Chui和Malhotra，2018年）。全民

数字素养的普及为前沿技术和人工智能系统的包容性应用奠定了基础（图 III. 6）。然而，采用人工智能还需要实践中的应用技术知识和跨领域辅助技能（El-Adalieh和Foster，2019年）。此外，人工智能的采用与发展需要来自不同行业和领域的持续数据流，以及能够将人工智能系统与其领域整合的学科专家。

随着人工智能的快速发展，技能再培训与正规教育同等重要。

劳动者和公众需要学习如何参与人工智能生态系统并发展其技能组合，其中再培训与正规教育同等重要。例如，要有效使用生成式人工智能，用户需要学习构建能被其理解的指令，即提示工程。一项研究表明，许多人工智能用户乐于在工作场所和其他场景使用人工智能，但也担忧潜在的岗位流失和工资下降（Lane等，2023年）。

图 III. 6  
人工智能采用和发展的技能体系



来源：联合国贸发会议。

创建和训练新的人工智能模型需要具备高超技能的技术人才，这些人才通常通过数学和计算机科学的高等教育获得专业知识。其基础是正规教育及持续培训。所有开发人员都需要基础

数据科学和计算技能、人工智能专项训练，以及跨产业和学术界的研究发展机会。人工智能的发展同样需要具备非技术认知能力，以用于创造性问题解决（OECD, 2023年b）。

## D. 人工智能采用和发展准备度评估

关于经济体人工智能准备度，可根据采用与发展能力将经济体分为以下四类（如图III. 7所示）：

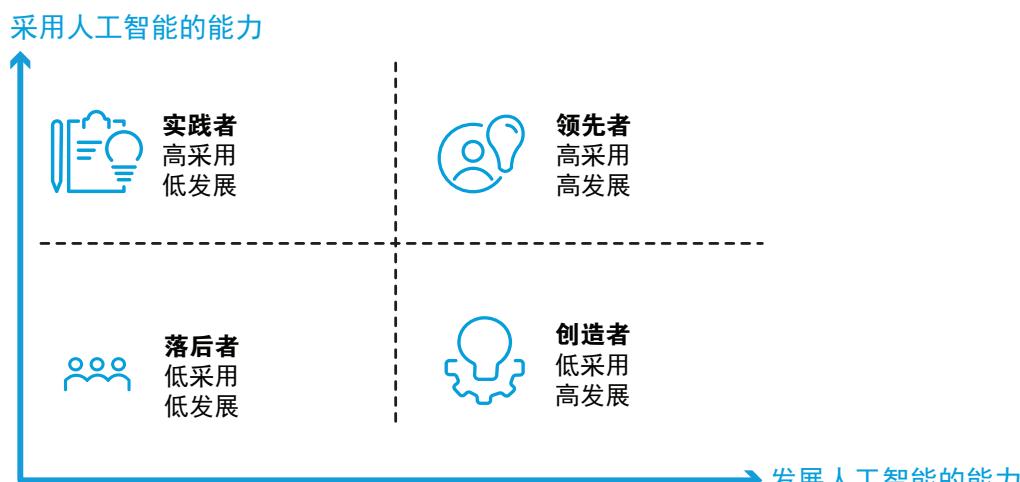
- a) 领先者：人工智能采用与发展能力高
- b) 创造者：人工智能发展能力高但采用能力相对较低
- c) 实践者：人工智能发展能力低但采用能力高
- d) 落后者：人工智能采用与发展能力低

这四类准备度有助于评估经济体当前所处位置，揭示其相对优势、劣势，以及潜在追赶路径（如从落后者进阶为实践者，进而成为领导者）。以下对经济体准备度的评估采用基础设施、数据和技能等具有广泛经济体覆盖面的代理指标。这一评估可结合前沿技术准备度指数的洞察，再通过对经济体科技创新生态系统的详细审查加以完善。

分析采用强度与水平两类指标，以捕捉影响人工智能采用与发展的不同机制。

例如，互联网接入人口比例反映经济体内部人工智能采用的潜在广度，而更高水平的数据创造与传输则代表经

➤ 图 III. 7  
按经济体人工智能采用和发展的能力分类



来源：联合国贸发会议。

济体人工智能发展的潜力。

在评估经济体准备度时，强度与水平的比较揭示了经济体规模如何决定人工智能战略选择。

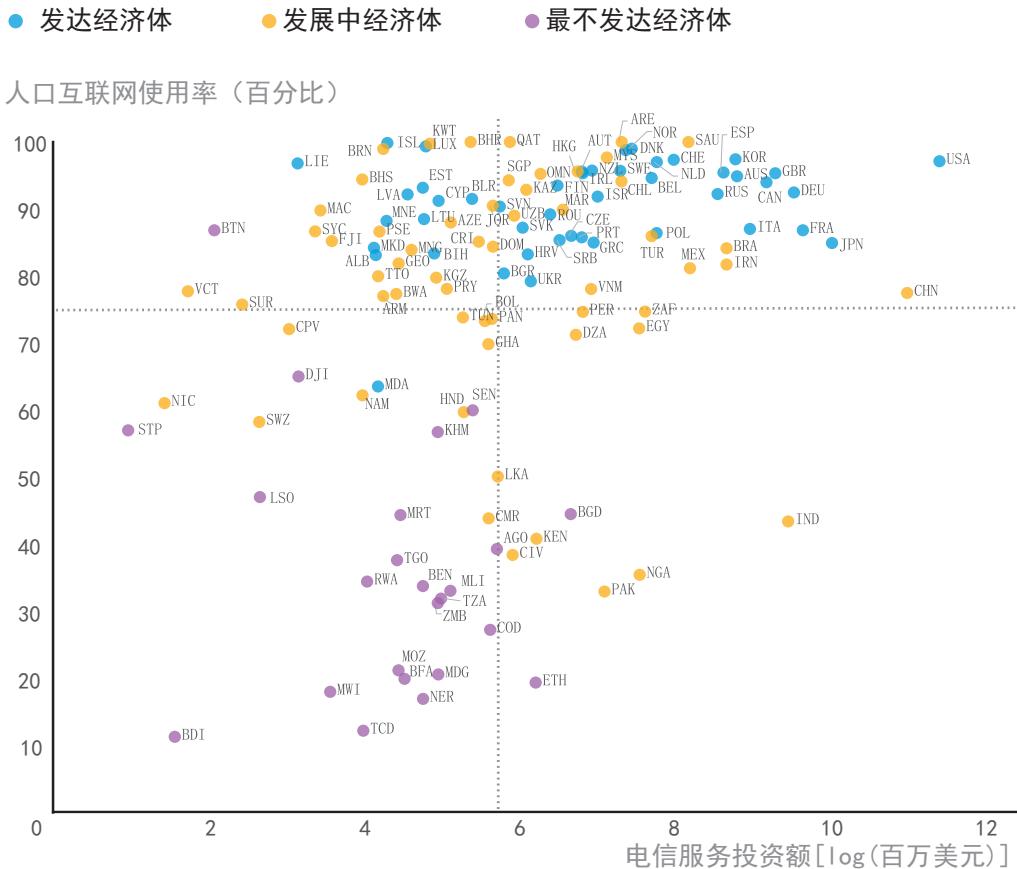
## 人工智能基础设施准备度

发达经济体平均互联网普及率最高，最不发达经济体的普及率不足发展中经济体的一半（图III.8）。同样，最不发达经济体在电信服务领域的投资也最低。发展中经济体和最不发达经济体在这两项指标上均呈现高度差异性。

位于右上方象限的领先者主要是欧洲和北美发达经济体，也包括部分亚洲中高收入经济体。右下方象限的创造者包括印度和尼日利亚等国，这些经济体电信服务投资水平较高，但稳定互联网接入人口不足半数。

左上象限的实践者具有较高的采用能力但发展能力较低，包括塞舌尔等中小型中高收入和高收入经济体。左下象限的落后者包括布隆迪、乍得等非洲经济体，这些经济体的互联网普及率和电信服务投资水平较低，将面临被排除在人工智能发展机遇之外的风险。

图 III.8  
人工智能基础设施准备度



来源：联合国贸发会议基于ITU DataHub数据计算。

注：人口互联网使用率可作为人工智能应用能力的代理指标，电信服务投资额可作为人工智能发展能力的代理指标。虚线表示两项指标的全球平均值，将经济体划分为四个组别。数据标签采用ISO代码。数据年份为2023年或可获得的最新年份。电信服务投资额采用对数转换以降低异常值影响并平滑经济体规模效应。使用2020–2023年平均值以减少数据波动。

各经济体可  
通过私营企  
业合作提升  
数字基础设  
施水平

部分中等收入发展中经济体在人工智能采用与发展两方面都展现出较强能力。例如在非洲，埃及和摩洛哥在这两项指标上均超过全球平均水平。这在一定程度上得益于连接欧洲大陆及其他地区的地中海海底光缆。以埃及为例，凭借其地理位置优势，并与160多家全球海底光缆运营商建立连接，有望成为连接三大洲的枢纽。2009至2020年间，埃及的海底光缆数量从6条增至13条，预计2025年后将超过18条（Telecom Egypt, 2024年）。

在亚洲，表现较好的经济体包括马来西亚、新加坡和越南，这些经济体一直在改善数字基础设施。例如马来西亚数字部于1996年成立马来西亚数字经济公司，旨在将该国打造为东南亚经济体联盟的数字枢纽（马来西亚数据经济机构，2022年）。2023年，马来西亚政府推出数字生态系统加速计划，通过投资税收抵免等一系列激励措施进一步加强数字基础设施（马来西亚投资发展局，2023年）。

东南亚经济体总体上吸引了主要科技公司的重大投资。2024年，为推进新的云计算和人工智能基础设施，微软宣布在印度尼西亚投资17亿美元，在马来西亚投资22亿美元（微软，2024年a, 2024年b）。2024年，谷歌计划在马来西亚投资20亿美元建设数据中心和云枢纽（Cyrill, 2024年）。2025年，亚马逊网络服务计划在泰国新建枢纽，并在2037年之前投资50亿美元（亚马逊，2024年）。

这类投资的核心要素是云基础设施，它以相对较低的成本提供灵活访问的计算能力和存储，从而支持中小型企业采用人工智能。跨国比较因国际可

比统计数据不足而受限，但需特别指出的是，云计算服务高度集中于少数大型供应商；因此可用服务数量是一个重要指标（联合国贸发会议，2024年a）。就主要云基础设施提供商的前10大经济体而言，中国和美国的服务数量超过世界其他地区的总和；印度和巴西是与新加坡一起上榜的两个发展中经济体，因此前10名中有4个经济体来自全球南方（图III.9）。

就各地区云服务而言，即使不包括中国，亚洲的表现也很突出。除中国外，日本、大韩民国和新加坡以及东南亚其他经济体都有多项云基础设施服务。非洲则相对落后。

2023年底，八家公司控制了约80%的全球市场份额，其中亚马逊、微软和谷歌处于领先地位（Synergy, 2024年）。这些公司可能对数据流量和利润不足的经济体兴趣有限，这可能会加剧经济体间的数字和人工智能鸿沟。

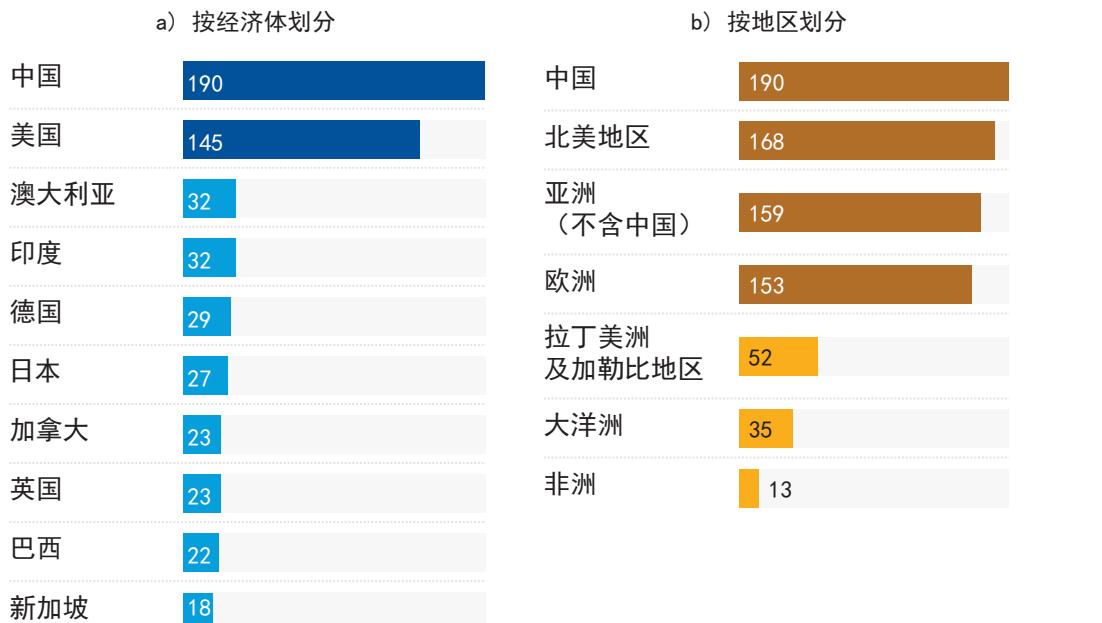
## 人工智能数据准备度

国际电信联盟将固定宽带的价格可承受性目标设定为人均国民总收入的2%。发达经济体在数据可承受性方面平均表现更好，而许多发展中经济体和最不发达经济体仍远未达到这一目标（图III.10）。在数据流量方面，发达经济体与发展中经济体之间的差距较小，但最不发达经济体仍然落后。<sup>6</sup>

在领先者中，中国在价格可承受性和数据量两方面均表现优异。中国香港、德国、俄罗斯联邦、英国和美国等高收入经济体也拥有大量可用于训练和开发人工智能系统的数据。创造

<sup>6</sup> 尽管移动网络用户订阅量更高，但全球83%的数据流量仍通过固定网络传输（国际电信联盟，2024年）。

图 III.9  
2024年年中云基础设施服务数量



来源：联合国贸发会议基于云基础设施地图数据计算。

注：数据涵盖亚马逊云科技、谷歌云、IBM云、微软Azure、甲骨文云、阿里云、腾讯云及华为云。

者包括巴基斯坦和委内瑞拉玻利瓦尔共和国，这些经济体的采用水平较低但发展潜力较高。

实践者包括斯威士兰、科威特和摩纳哥等小型经济体，这些经济体的人工智能采用水平较高但发展潜力相对较低；其较小的人口规模限制了可用于本地人工智能模型的数据量。落后者在人工智能采用和发展两方面潜力均较低，主要集中在非洲、拉丁美洲和加勒比地区的发展中经济体。

中国拥有全球最大的固定宽带流量，这得益于其庞大的人口规模以及固定宽带价格的大幅下降——从十年前约

占人均国民总收入的5%，降至目前的0.5%，大约为全球中位数的六分之一（国际电信联盟，2024年）。中国政府通过监管改革增加了互联网服务提供商之间的竞争，同时鼓励新市场主体进入。光纤网络已升级和扩展，以加强农村和服务不足地区的连接。

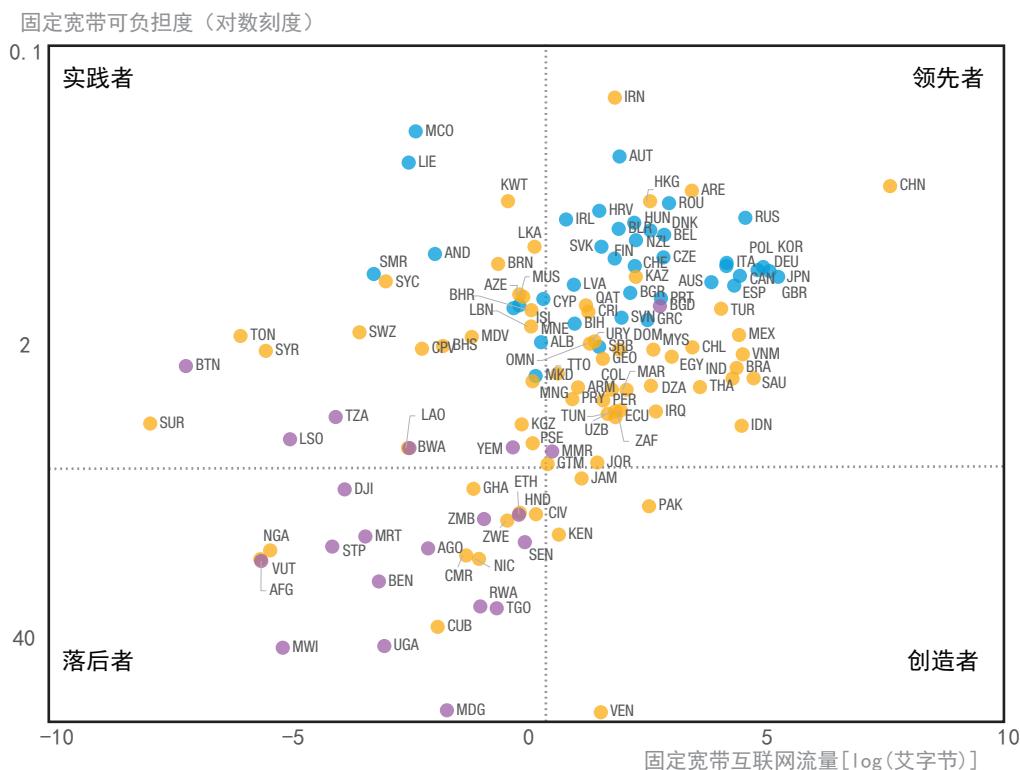
对互联网服务提供商的财政激励降低了消费者成本，消费者保护措施和价格上限促进了公平定价（中国国务院，2013年、2017年）。

中国通过降低固定宽带资费促进数字技术普及

通过分析互联网交换点数量，可获得更多数据准备度信息。这些是互联网服务提供商连接并交换网络流量的

## 图 III.10 人工智能数据准备度

- 发达经济体
- 发展中经济体
- 最不发达经济体



来源：联合国贸发会议基于ITU DataHub数据计算。

注：固定宽带连接的平均成本占人均国民总收入的比例以及固定宽带互联网流量是数据准备情况的代理指标。虚线表示两个指标的全球平均值，将各经济体分为四组。数据标签使用国际标准化组织经济体代码。数据为2023年或可获得的最新年份。对固定宽带互联网流量使用对数转换是为了尽量减少异常值的影响并平滑经济体规模的影响。y轴使用倒置的比例尺，因此较低的值意味着更好的可负担性。近年来没有可比的美国固定宽带互联网流量数据。

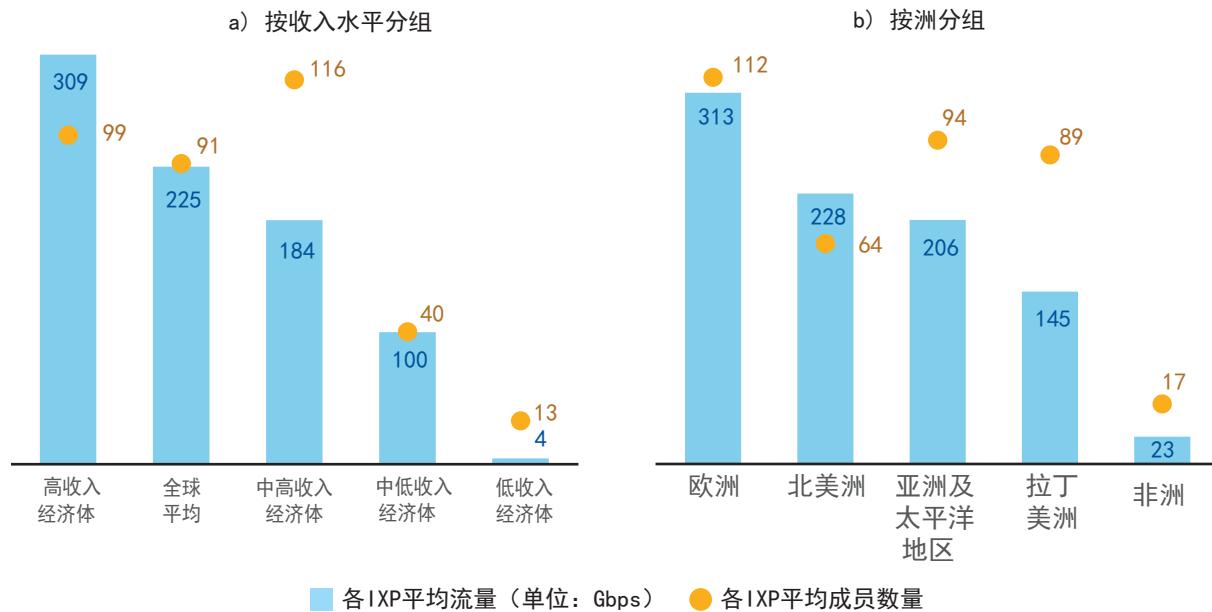
物理位置，是中间数字连接的关键要素。高收入经济体的每个互联网交换点流量最高，尽管中高收入经济体每个交换点的平均成员数最多，部分原因是它们拥有全球最大的互联网交换点，如巴西的圣保罗都会流量交换点、中国的前海新型互联网交换中心和俄罗斯联邦的莫斯科互联网交换中心。中低收入和低收入经济体在互联

网交换点流量和成员数方面均表现较低(图III.11)。

欧洲的互联网交换点发展成熟且经验丰富，其流量最大且每个交换点的成员数最多。相比之下，非洲的参与度和数据流量都远远落后。

<sup>7</sup> GitHub 是全球使用最广泛的开发者平台，开发者可在该平台上创建、管理和共享代码。由于其开放的运作模式，该平台被来自公共部门和私营部门、以及工业界和学术界的开发者广泛使用，这使其成为衡量人工智能发展能力的一个合理替代指标。

图 III.11  
2024年年中互联网交换点流量与成员数量



来源：联合国贸发会议根据Packet Clearing House数据计算。

注释：Gbps（吉比特每秒）；IXP（互联网交换点）。非洲地区的数据未包含南非，原因是南非的互联网交换点成员数量（约1300个）几乎与非洲其他所有地区的互联网交换点成员总数相当，这会扭曲该地区的统计数据。

## 人工智能技能准备度

GitHub是开发者协作的主要平台，托管了大量开源项目。<sup>7</sup> 经济体分组显示了人工智能技能准备度的差异，最不发达经济体在GitHub开发人员占劳动年龄人口比例和受过高等教育的劳动年龄人口比例两项指标上均得分较低。除少数明显例外，发达经济体在这两项指标上的表现普遍优于发展中国家（图III.12）。

位于右上方象限的领先者主要是发达国家，如加拿大、爱尔兰、大韩民国和美国。中国香港和新加坡的GitHub开发人员数量尤其突出。右下方象限的经济体人工智能采用能力较

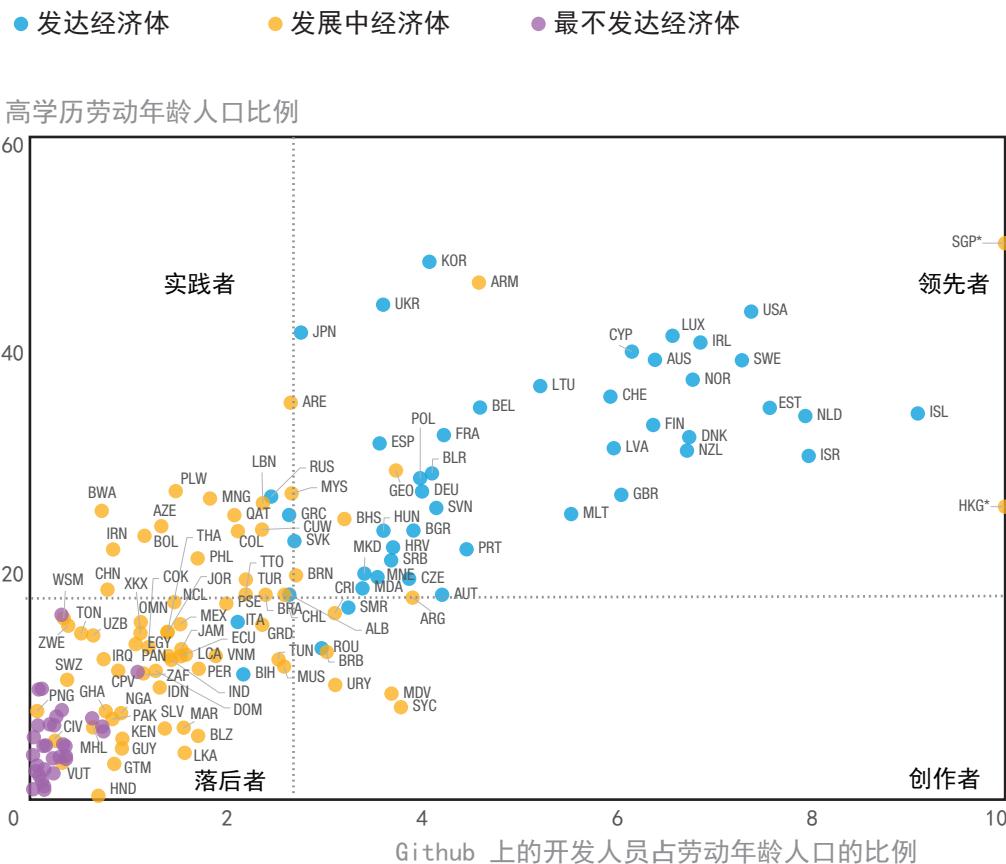
低但发展潜力较高，包括欧洲的罗马尼亚等发达经济体以及马尔代夫、塞舌尔等岛国。

具有高采用潜力但低发展能力的经济体相对较少。事实上，大多数发展中经济体在采用和发展两方面都显示出较低的技能水平。

开发人员占人口比例并不能说明全部情况。大国可能开发者比例较低，但仍可能拥有相当规模的开发者群体，从而建立人工智能发展优势。

美国的GitHub开发人员数量最多，其次是印度和中国（图III.13）。中国和印度拥有世界上最多的人口，尽管

图 III.12  
人工智能技能准备度



来源：联合国贸发会议，基于GitHub和国际劳工组织的数据。

注：经济体名称使用国际标准化组织三位字母代码缩写表示。\*中国香港和新加坡在GitHub上的开发人员占劳动年龄人口比例很高，分别为25%和27%；为优化图片展示效果，数据呈现上限截取为10%。

许多发展中经济体的开发者人数正在迅速增长

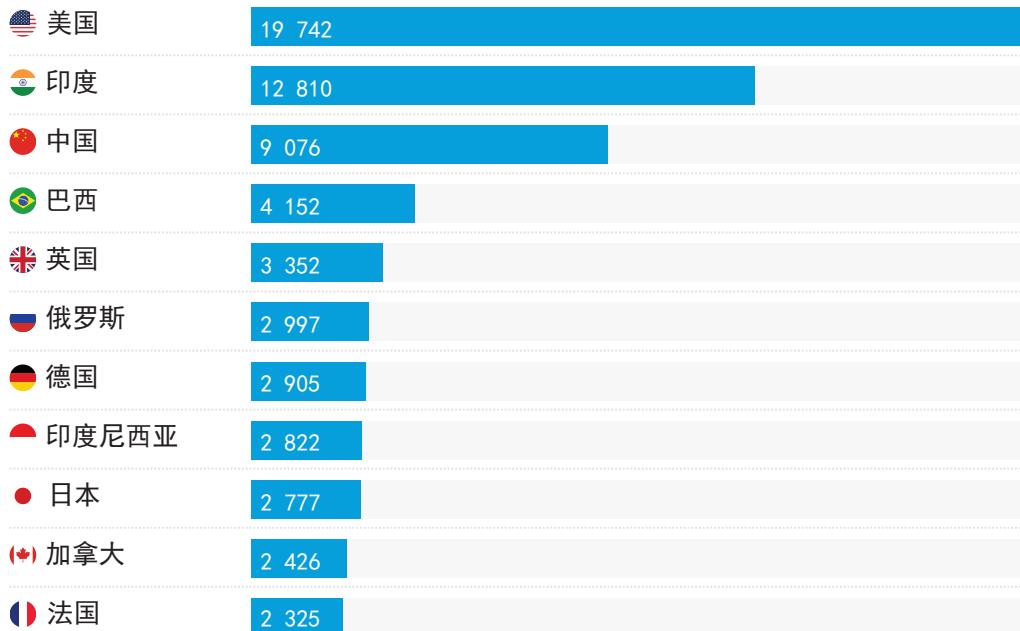
比例相对较低，但仍可依靠大量人工智能开发者，这使它们在人工智能发展和相关科学知识生产方面处于有利地位。

许多发展中经济体实现了开发人员数量的快速增长（图III.14）。其中，尼日利亚、加纳和肯尼亚以40%的增速位居前列，这些经济体正逐步发展

成为极具潜力的科技企业聚集中心（Daigle, 2023年）。拉美和加勒比地区的开发者数量增长同样显著，例如阿根廷、多民族玻利维亚国、哥伦比亚和巴西等经济体。而在亚太地区，印度、越南、印度尼西亚和菲律宾等地虽已拥有相当规模的开发群体，但仍实现了超过30%的增长。

➤ 图 III.13  
2023年GitHub开发者数量达200万以上的经济体

GitHub开发者数量（单位：千人）



来源：联合国贸发会议，基于GitHub数据计算。

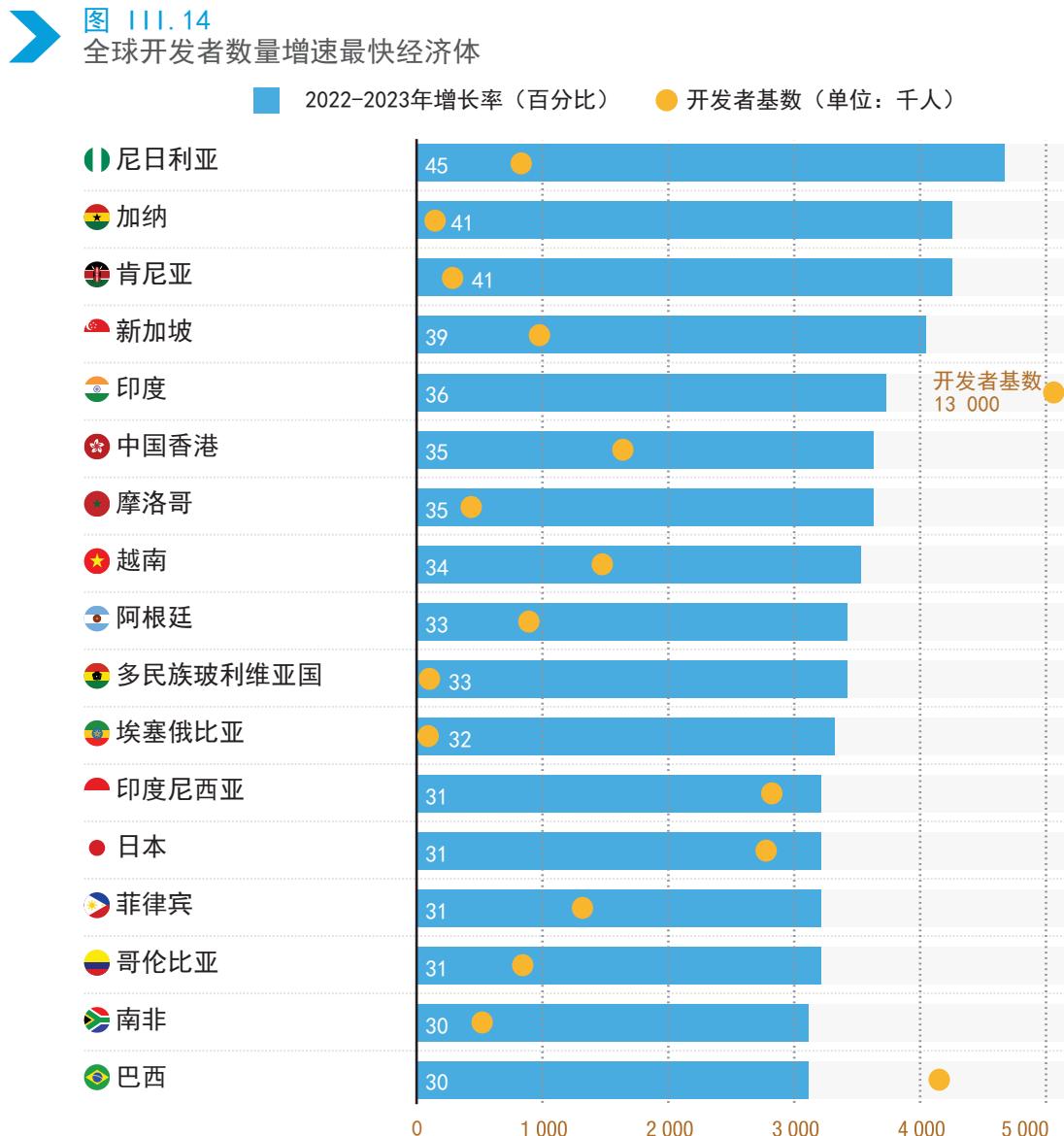
注：本统计反映各经济体日常活跃开发者账户数量（不含机器人及标记为垃圾账号的用户），年度数据取季度平均值。

许多亚洲学生在国际学生评估项目（PISA）中表现优异，特别是在科学和数学方面，显示出人工智能采用和发展的强大潜力（OECD, 2024年）。

印度拥有约1300万开发人员，巴西有400万，形成了庞大的人才库。这两个国家也是GitHub上生成式人工智能项目开发的领先者，为推动人工智能技术进步做出重要贡献。印度的领先地位部分反映了政府政策。多年来，政府与私营部门和学术界密切合作，建立了多个卓越中心，如印度理工学

院海得拉巴校区和克勒格布尔分校的人工智能中心、Kotak印度科学研究院人工智能-机器学习中心，以及印度国家软件与服务公司协会的数据科学与人工智能卓越中心。2024年，内阁正式批准“印度人工智能使命”计划，旨在加强人工智能创新生态系统，例如降低人工智能项目的准入门槛，增加高等教育中的人工智能课程，并将特别关注中小城市发展（印度竞争委员会，2024年）。

巴西在联邦和州政府层面，积极培养



来源：联合国贸发会议，基于GitHub官方数据测算。

人工智能人才。例如，圣保罗州研究基金会通过公私机构的战略合作，建立了应用研究中心网络（巴西科技创新部，2021年）。

该计划还通过设立奖学金吸引研究人员，进一步提升人工智能领域的学术成果产出（Brandão，2024年）。

这些举措凸显了培养人工智能专业人才对构建强大且广泛的人工智能生态系统的重要性，也体现了吸引和培育人工智能人才的关键作用。

## E. 人工智能战略定位

为把握人工智能带来的机遇，发展中经济体需进行战略定位以实现结构转型，并培育人工智能赋能企业蓬勃发展的有利环境。关键在于公共部门和各部委(例如科技创新、产业和教育部委)之间的合作。这些部门还可与利益攸关方合作，确定并支持促进可持续发展的人工智能应用，特别是那些兼顾社会、经济和环境效益的应用，如创造和增加就业机会、推动绿色转型。

利用人工智能促进可持续发展的战略定位可以与差距分析相结合，将愿景与实际行动联系起来。前沿技术准备度指数有助于识别需改进的领域。本章提供经济体概况，各地政府应对基础设施、数据和技能三大关键着力点的优势、劣势、能力与差距进行更全面评估。表III. 2所列要素可作为行动起点，赋能按“5A框架”（专栏III. 1）运作的主体。

此外，对人工智能相关机遇与挑战的全面评估，结合长期科技发展情景的前瞻性分析，有助于制定引导经济走向理想未来的行动路径。

技术评估应包含利益攸关方参与，以绘制科技创新生态系统图谱，制定符合经济体目标及前沿技术机遇挑战的

科技创新计划。贸发会议协助发展中经济体开展技术评估，并通过科技创新政策审查计划为各地的创新体系建设提供支持（联合国贸发会议，2019年）。<sup>8</sup>

基于差距分析，各经济体可制定不同的追赶路径，在其引导下从当前的技术和生产能力过渡到期望的目标水平。非洲和东南亚的一些发展中经济体加强了基础设施，以支持互联网的使用和跨境连接性。中国在数据成本和数量方面建立了强大优势。中国、巴西和印度培养了庞大的人工智能开发群体。这些案例展示了不同追赶路径，更彰显政策在提升人工智能应对能力方面的关键作用。

技术追赶与经济体迎接新技术浪潮的准备度密切相关。人工智能的采用与发展取决于数字基础设施、数据采集传输能力，以及行业特定技能与数字技能的融合，这些都能通过用户与生产者的动态互动得到强化。

目前，人工智能技术发展主要由少数企业和经济体掌控。但其他经济体的较小企业可采用和调整这些技术，在不同行业培育利基市场，提升国内外市场竞争力（Lee和Malerba，2017年）。

共部门间的紧密合作是推动技术引领结构转型的关键

战略定位始于对人工智能机遇与挑战的全面评估

<sup>8</sup> 联合国贸发会议通过具体实践支持非洲目标国家的科技创新政策制定者及相关方开展技术评估与转型行动。例如，该机构协助各国在能源与农业领域设计和实施系统性技术评估，并推动将相关技术作为可持续发展催化剂的实际应用（联合国贸发会议，2024年b）。

专栏 III.1  
人工智能采用与发展的5A框架

技术与创新的扩散取决于经济主体间的交流互动以及创新体系的运作方式。前沿技术需要被企业家、公民和政策制定者等主体采纳，这些主体可通过5A要素（即可用性、可负担性、认知度、应用能力和自主权）获得赋能。



来源：联合国贸发会议。

可用性与可负担性对人工智能的广泛采用至关重要，能为不同群体和社区提供公平机会。有限的数字基础设施和数据，加上可负担性方面的挑战，可能扩大领先经济体与落后经济体间的差距。

对前沿技术及成功案例的认知能使主体更好地利用人工智能推动经济进步。理解人工智能应用、潜在用途、风险和局限性不仅有助于其有益扩散，也能帮助政策制定者在引导进步与发展时面对不同选项做出决策。

应用能力与自主权推动有意义的变革。落后经济体可能缺乏人工智能领先经济体的科技专长，但应致力于根据本地需求定制技术，同时应对潜在的社会、文化和制度障碍。实现包容公平的人工智能发展，关键在于培养知识、积极互动以及引导人工智能服务人类发展的能力。

例如，计算能力对人工智能采用与发展都至关重要。其可用性使用户能够实施和扩展人工智能解决方案，并尝试新算法和应用。可负担的计算能力能降低人工智能研发与部署的门槛。数据存储容量、处理速度和云计算能力等关键因素决定了人工智能算法和模型的性能与效率。

公众认知度、应用能力和自主权对把握商业机遇、应对潜在问题以及促进社会接受人工智能至关重要。具备扎实技术知识和数字技能的用户能充分实现计算能力的效益，而对计算能力的自主权使他们能为人工智能定制数字环境，满足特定需求、优化性能并确保效率。

来源：联合国贸发会议。

累积效应对人工智能创新生态系统影响重大，使后来者难以在创新能力上追趕。这需要仔细考量新数字技术的特性。一般而言，硬件开发与产品创新相关，通常组织为正式的研发活动，并与产业界和高校保持紧密联系（Lema等，2021年）。软件领域则与流程和服务创新相关，依赖于开发者、用户和全球参与者间广泛分布的

非正式活动与互动。这种互动要求对产业和创新政策进行重新思考，这将在下一章讨论。

差距分析有助于确定连接当前能力与预期目标的路径



## 附件三

# 前沿技术准备度指数

## A 前沿技术准备度指数评估结果

该指数采用《2021年技术和创新报告》C章节所述方法计算得出。

2024年对170个经济体的评估结果显示，美国、瑞典和英国以0到1区间的得分位居榜首（表1）。根据排名情况，各经济体被划分为四个百分位等级组别：低组、中低组、中高组和高组。



表 1  
前沿技术准备度指数排名

经济体	总分	2024排名第	2022排名第	排名变化	得分组	信通技术排名	技能储备排名	研发活动排名	产业实力排名	金融渠道排名
美国	1.00	1	1	=	高	4	17	2	17	2
瑞典	0.97	2	2	=	高	17	2	15	7	14
英国	0.96	3	3	=	高	18	12	6	14	17
荷兰	0.95	4	5	↑	高	3	6	13	11	31
新加坡	0.94	5	4	↓	高	12	5	20	4	11
瑞士	0.93	6	6	=	高	25	14	11	3	7
大韩民国	0.93	7	9	↑	高	14	32	4	13	5
德国	0.93	8	7	↓	高	26	18	5	12	34
爱尔兰	0.91	9	12	↑	高	27	11	28	1	116
法国	0.90	10	14	↑	高	7	21	8	24	19
芬兰	0.90	11	8	↓	高	33	8	23	16	29
比利时	0.90	12	11	↓	高	11	9	24	22	42
加拿大	0.89	13	13	=	高	6	24	9	32	16
中国香港	0.89	14	10	↓	高	22	20	29	2	1
以色列	0.89	15	18	↑	高	31	16	21	5	43
澳大利亚	0.87	16	15	↓	高	44	1	12	70	12
卢森堡	0.87	17	19	↑	高	2	13	47	29	25
挪威	0.86	18	16	↓	高	10	7	27	54	13
丹麦	0.86	19	17	↓	高	42	10	22	30	9
日本	0.84	20	20	=	高	16	62	7	19	4
中国	0.84	21	28	↑	高	101	64	1	6	3
西班牙	0.84	22	22	=	高	5	30	14	41	37

经济体	总分	2024排	2022排	排名变化	得分组	信通技术排名	技能储备排名	研发活动排名	产业实力排名	金融渠道排名
		名	名							
新西兰	0.82	23	21	↓	高	15	3	43	61	10
意大利	0.81	24	24	=	高	46	39	10	27	50
奥地利	0.81	25	23	↓	高	39	26	25	28	32
马耳他	0.80	26	26	=	高	8	28	73	8	44
波兰	0.78	27	27	=	高	28	34	26	33	97
斯洛文尼亚	0.78	28	30	↑	高	20	15	64	18	92
冰岛	0.77	29	25	↓	高	1	4	75	85	30
爱沙尼亚	0.77	30	29	↓	高	24	25	59	25	57
葡萄牙	0.77	31	32	↑	高	21	27	32	51	36
捷克	0.76	32	31	↓	高	55	33	33	20	71
俄罗斯联邦	0.75	33	33	=	高	41	29	17	72	63
斯洛伐克	0.74	34	39	↑	高	9	49	53	26	53
阿拉伯联合酋长国	0.74	35	34	↓	高	45	35	31	42	51
印度	0.74	36	48	↑	高	99	113	3	10	70
塞浦路斯	0.74	37	37	=	高	53	36	52	36	49
巴西	0.74	38	40	↑	高	38	59	18	50	41
匈牙利	0.73	39	36	↓	高	35	42	46	21	99
立陶宛	0.73	40	42	↑	高	30	22	66	43	96
希腊	0.72	41	41	=	高	50	19	36	59	69
拉脱维亚	0.72	42	38	↓	高	32	23	69	39	113
马来西亚	0.72	43	35	↓	中高	49	74	30	15	18
土耳其	0.70	44	46	↑	中高	79	31	16	73	68
智利	0.70	45	50	↑	中高	23	40	40	105	21
罗马尼亚	0.69	46	47	↑	中高	19	66	38	38	122
泰国	0.68	47	43	↓	中高	40	77	37	40	8
塞尔维亚	0.67	48	52	↑	中高	47	60	65	31	95
乌拉圭	0.67	49	56	↑	中高	13	47	77	45	112
沙特阿拉伯	0.67	50	45	↓	中高	58	38	19	120	66
保加利亚	0.66	51	44	↓	中高	67	57	50	35	79
南非	0.65	52	51	↓	中高	76	71	41	55	27
阿根廷	0.63	53	61	↑	中高	57	37	60	79	152
墨西哥	0.63	54	54	=	中高	73	75	34	37	98
哥伦比亚	0.63	55	60	↑	中高	72	48	39	92	82
科威特	0.63	56	63	↑	中高	48	54	84	49	26
乌克兰	0.63	57	55	↓	中高	71	52	48	60	120
巴巴多斯	0.62	58	62	↑	中高	34	41	79	80	47
克罗地亚	0.62	59	49	↓	中高	80	43	70	52	77
菲律宾	0.61	60	58	↓	中高	69	107	68	9	75

经济体	总分	2024排	2022排	排名变化	得分组	信通技	技能储	研发活	产业实	金融渠
		名	名			术排名	备排名	动排名	力排名	道排名
白俄罗斯	0.61	61	59	↓	中高	65	46	81	46	110
哥斯达黎加	0.61	62	57	↓	中高	61	55	98	34	67
北马其顿	0.60	63	75	↑	中高	29	67	99	44	59
越南	0.60	64	53	↓	中高	81	120	51	23	15
巴林	0.60	65	64	↓	中高	43	53	87	63	40
哈萨克斯坦	0.58	66	71	↑	中高	91	44	72	53	117
摩洛哥	0.56	67	67	=	中高	88	111	42	58	33
约旦	0.56	68	77	↑	中高	66	95	56	74	35
卡塔尔	0.55	69	69	=	中高	37	91	63	124	23
阿曼	0.55	70	68	↓	中高	64	99	55	90	58
黑山	0.55	71	65	↓	中高	51	45	127	82	81
伊朗	0.54	72	73	↑	中高	94	82	35	94	56
摩尔多瓦	0.54	73	76	↑	中高	52	76	80	69	118
毛里求斯	0.53	74	66	↓	中高	84	70	82	83	45
突尼斯	0.53	75	70	↓	中高	113	72	67	56	52
印度尼西亚	0.53	76	72	↓	中高	104	109	49	48	93
巴拿马	0.52	77	74	↓	中高	63	87	89	86	24
黎巴嫩	0.52	78	80	↑	中高	112	88	71	64	22
格鲁吉亚	0.51	79	78	↓	中高	89	51	103	91	48
秘鲁	0.51	80	89	↑	中高	75	90	58	140	80
波黑	0.51	81	79	↓	中高	62	78	96	77	76
亚美尼亚	0.50	82	84	↑	中高	77	81	112	57	61
文莱	0.49	83	83	=	中高	60	58	91	126	91
巴哈马	0.49	84	86	↑	中高	36	61	129	119	83
埃及	0.49	85	82	↓	中高	115	92	45	89	109
特立尼达和多巴哥	0.48	86	81	↓	中高	54	56	130	122	84
乌兹别克斯坦	0.48	87	90	↑	中低	83	106	74	95	88
斯里兰卡	0.46	88	85	↓	中低	114	83	83	84	78
阿尔巴尼亚	0.45	89	88	↓	中低	82	80	108	97	104
利比亚	0.45	90	96	↑	中低	116	68	97	110	156
厄瓜多尔	0.44	91	94	↑	中低	87	94	78	138	60
纳米比亚	0.43	92	92	=	中低	120	114	111	47	55
斐济	0.43	93	87	↓	中低	93	84	114	117	20
巴拉圭	0.43	94	95	↑	中低	68	85	133	131	65
蒙古	0.42	95	91	↓	中低	90	65	106	146	86
尼泊尔	0.42	96	105	↑	中低	117	116	92	98	28
圭亚那	0.42	97	104	↑	中低	74	102	153	111	131
圣文森特和格林纳丁斯	0.42	98	97	↓	中低	56	50	166	165	85

经济体	总分	2024排	2022排	排名变化	得分组	信通技	技能储	研发活	产业实	金融渠
		名	名			术排名	备排名	动排名	力排名	道排名
马尔代夫	0.41	99	114	↑	中低	97	63	147	100	94
多米尼加共和国	0.41	100	93	↓	中低	86	105	136	75	105
萨尔瓦多	0.41	101	103	↑	中低	96	123	131	66	54
牙买加	0.40	102	99	↓	中低	59	98	138	156	72
阿尔及利亚	0.40	103	111	↑	中低	122	69	76	149	132
阿塞拜疆	0.40	104	101	↓	中低	100	93	88	135	121
加纳	0.40	105	102	↓	中低	107	128	85	93	157
尼日利亚	0.39	106	116	↑	中低	126	101	54	158	149
博茨瓦纳	0.39	107	108	↑	中低	111	110	104	104	106
玻利维亚(多民族国)	0.39	108	107	↓	中低	98	89	124	152	39
吉尔吉斯斯坦	0.39	109	110	↑	中低	92	104	122	107	127
柬埔寨	0.39	110	106	↓	中低	118	143	106	67	6
圣卢西亚	0.38	111	109	↓	中低	70	100	166	123	73
孟加拉国	0.37	112	121	↑	中低	140	132	61	108	90
肯尼亚	0.37	113	113	=	中低	129	130	86	71	101
伯利兹	0.37	114	98	↓	中低	78	108	158	139	87
危地马拉	0.37	115	118	↑	中低	105	140	133	78	89
伊拉克	0.36	116	115	↓	中低	109	103	62	169	146
不丹	0.35	117	100	↓	中低	85	96	143	170	46
委内瑞拉	0.35	118	122	↑	中低	121	79	109	157	108
斯威士兰	0.34	119	112	↓	中低	131	73	156	96	128
尼加拉瓜	0.33	120	123	↑	中低	95	117	166	113	107
巴基斯坦	0.33	121	130	↑	中低	153	164	44	76	153
多哥	0.33	122	129	↑	中低	142	112	134	99	114
老挝	0.33	123	117	↓	中低	102	137	150	81	129
苏里南	0.32	124	119	↓	中低	103	97	166	121	140
洪都拉斯	0.32	125	126	↑	中低	110	145	117	133	38
加蓬	0.32	126	128	↑	中低	106	119	125	130	147
吉布提	0.31	127	134	↑	中低	130	126	143	65	130
缅甸	0.31	128	125	↓	中低	135	138	119	68	111
刚果	0.31	129	127	↓	中低	133	125	143	88	145
卢旺达	0.31	130	137	↑	低	119	144	100	115	123
喀麦隆	0.30	131	131	=	低	151	115	90	102	144
佛得角	0.30	132	120	↓	低	108	122	158	160	62
塞内加尔	0.28	133	132	↓	低	123	163	101	125	103
瓦努阿图	0.27	134	124	↓	低	124	121	166	147	64
安哥拉	0.26	135	139	↑	低	137	133	120	128	161
圣多美和普林西比	0.26	136	135	↓	低	128	118	166	101	150

经济体	总分	2024排	2022排	排名变化	得分组	信通技	技能储	研发活	产业实	金融渠
		名	名			术排名	备排名	动排名	力排名	道排名
科特迪瓦	0.25	137	136	↓	低	127	152	119	142	125
莱索托	0.25	138	133	↓	低	125	134	150	153	119
东帝汶	0.24	139	146	↑	低	157	86	154	132	126
布基纳法索	0.22	140	150	↑	低	139	168	114	127	102
所罗门群岛	0.22	141	138	↓	低	132	135	166	143	100
巴布亚新几内亚	0.22	142	140	↓	低	152	131	127	144	138
津巴布韦	0.22	143	142	↓	低	146	139	107	148	160
埃塞俄比亚	0.21	144	148	↑	低	164	157	57	129	136
利比里亚	0.21	145	145	-	低	155	141	135	150	141
毛里塔尼亚	0.21	146	156	↑	低	134	159	146	136	124
马里	0.21	147	147	=	低	147	169	141	87	115
贝宁	0.21	148	155	↑	低	144	153	115	151	134
马达加斯加	0.20	149	141	↓	低	148	165	141	112	137
赞比亚	0.20	150	149	↓	低	150	136	110	161	148
几内亚	0.19	151	160	↑	低	145	150	138	145	158
海地	0.19	152	143	↓	低	136	142	160	118	168
马拉维	0.19	153	144	↓	低	162	146	123	109	162
坦桑尼亚	0.18	154	151	↓	低	143	166	94	162	139
乌干达	0.18	155	152	↓	低	165	147	93	114	143
尼日尔	0.18	156	158	↑	低	163	162	146	62	155
科摩罗	0.17	157	154	↓	低	161	124	156	159	135
塔吉克斯坦	0.17	158	159	↑	低	159	127	148	164	151
冈比亚	0.17	159	161	↑	低	138	156	150	141	159
莫桑比克	0.16	160	157	↓	低	156	154	128	163	133
几内亚比绍	0.15	161	162	↑	低	154	149	166	155	142
赤道几内亚	0.14	162	153	↓	低	141	129	166	168	164
苏丹	0.11	163	165	↑	低	158	155	102	166	165
也门	0.11	164	166	↑	低	168	161	95	116	166
刚果(金)	0.11	165	163	↓	低	160	151	122	167	163
阿富汗	0.11	166	164	↓	低	167	148	116	134	169
乍得	0.1	167	168	↑	低	166	167	139	106	154
布隆迪	0.08	168	167	↓	低	170	160	160	154	74
南苏丹	0.02	169	169	=	低	169	170	166	170	170
塞拉利昂	0.02	170	170	=	低	149	158	153	103	170

来源：联合国贸发会议。

## B. 分组评估结果

表 2  
小岛屿发展中经济体

经济体	总分	2024 排名	2022 排名	排名 变化	得分组	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
巴哈马	0.49	84	86	↑	中高	36	61	129	119	83
巴林	0.60	65	64	↓	中高	43	53	87	63	40
巴巴多斯	0.62	58	62	↑	中高	34	41	79	80	47
伯利兹	0.37	114	98	↓	中低	78	108	158	139	87
佛得角	0.30	132	120	↓	低	108	122	158	160	62
科摩罗	0.17	157	154	↓	低	161	124	156	159	135
多米尼加	0.41	100	93	↓	中低	86	105	136	75	105
斐济	0.43	93	87	↓	中低	93	84	114	117	20
几内亚比绍	0.15	161	162	↑	低	154	149	166	155	142
圭亚那	0.42	97	104	↑	中低	74	102	153	111	131
海地	0.19	152	143	↓	低	136	142	160	118	168
牙买加	0.40	102	99	↓	中低	59	98	138	156	72
马尔代夫	0.41	99	114	↑	中低	97	63	147	100	94
毛里求斯	0.53	74	66	↓	中高	84	70	82	83	45
巴布亚新几内亚	0.22	142	140	↓	低	152	131	127	144	138
圣卢西亚	0.38	111	109	↓	中低	70	100	166	123	73
圣文森特和格林纳丁斯	0.42	98	97	↓	中低	56	50	166	165	85
圣多美和普林西比	0.26	136	135	↓	低	128	118	166	101	150
新加坡	0.94	5	4	↓	高	12	5	20	4	11
所罗门群岛	0.22	141	138	↓	低	132	135	166	143	100
苏里南	0.32	124	119	↓	中低	103	97	166	121	140
东帝汶	0.24	139	146	↑	低	157	86	154	132	126
特立尼达和多巴哥	0.48	86	81	↓	中低	54	56	130	122	84
瓦努阿图	0.27	134	124	↓	低	124	121	166	147	64
平均得分	0.38	109	106			93	93	137	118	92

来源：联合国贸发会议。

表 3  
最不发达经济体

经济体	总分	2024 排名	2022 排名	排名 变化	得分组	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
危地马拉	0.37	115	118	↑	中低	105	140	133	78	89
伊拉克	0.36	116	115	↓	中低	109	103	62	169	146
不丹	0.35	117	100	↓	中低	85	96	143	170	46
委内瑞拉	0.35	118	122	↑	中低	121	79	109	157	108
斯威士兰	0.34	119	112	↓	中低	131	73	156	96	128
尼加拉瓜	0.33	120	123	↑	中低	95	117	166	113	107
巴基斯坦	0.33	121	130	↑	中低	153	164	44	76	153
多哥	0.33	122	129	↑	中低	142	112	134	99	114
老挝	0.33	123	117	↓	中低	102	137	150	81	129
莱索托	0.25	138	133	↓	中低	125	134	150	153	119
利比里亚	0.21	145	145	=	低	155	141	135	150	141
马达加斯加	0.2	149	141	↓	低	148	165	141	112	137
马拉维	0.19	153	144	↓	低	162	146	123	109	162
马里	0.21	147	147	=	低	147	169	141	87	115
毛里塔尼亚	0.21	146	156	↑	低	134	159	146	136	124
莫桑比克	0.16	160	157	↓	低	156	154	128	163	133
缅甸	0.31	128	125	↓	中低	135	138	119	68	111
尼泊尔	0.42	96	105	↑	中低	117	116	92	98	28
尼日尔	0.18	156	158	↑	低	163	162	146	62	155
卢旺达	0.31	130	137	↑	低	119	144	100	115	123
塞内加尔	0.28	133	132	↓	低	123	163	101	125	103
塞拉利昂	0	170	170	=	低	149	158	153	103	170
所罗门群岛	0.22	141	138	↓	低	132	135	166	143	100
南苏丹	0.02	169	169	=	低	169	170	166	137	167
苏丹	0.11	163	165	↑	低	158	155	102	166	165
东帝汶	0.24	139	146	↑	低	157	86	154	132	126
多哥	0.33	122	129	↑	中低	142	112	134	99	114
乌干达	0.18	155	152	↓	低	165	147	93	114	143
坦桑尼亚	0.18	154	151	↓	低	143	166	94	162	139

经济体	总分	2024	2022	排名变化	得分组	信通技术排名	技能储备排名	研发活动排名	产业实力排名	金融渠道排名
		排名	排名							
也门	0.11	164	166	↑	低	168	161	95	116	166
赞比亚	0.2	150	149	↓	低	150	136	110	161	148
平均得分	0.21	146	147			146	146	127	124	131

来源：联合国贸发会议。

表 4  
内陆发展中经济体

经济体	总分	2022 排名	2021 排名	排名 变化	得分组	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
阿富汗	0.11	166	164	↓	低	167	148	116	134	169
亚美尼亚	0.5	82	84	↑	中高	77	81	112	57	61
阿塞拜疆	0.4	104	101	↓	中低	100	93	88	135	121
不丹	0.35	117	100	↓	中低	85	96	143	170	46
玻利维亚(多民族国)	0.39	108	107	↓	中低	98	89	124	152	39
博茨瓦纳	0.39	107	108	↑	中低	111	110	104	104	106
布基纳法索	0.22	140	150	↑	低	139	168	114	127	102
布隆迪	0.08	168	167	↓	低	170	160	160	154	74
乍得	0.1	167	168	↑	低	166	167	139	106	154
斯威士兰	0.34	119	112	↓	中低	131	73	156	96	128
埃塞俄比亚	0.21	144	148	↑	低	164	157	57	129	136
哈萨克斯坦	0.58	66	71	↑	中高	91	44	72	53	117
吉尔吉斯斯坦	0.39	109	110	↑	中低	92	104	122	107	127
老挝人民民主共和国	0.33	123	117	↓	中低	102	137	150	81	129
莱索托	0.25	138	133	↓	低	125	134	150	153	119
马拉维	0.19	153	144	↓	低	162	146	123	109	162
马里	0.21	147	147	=	低	147	169	141	87	115
蒙古	0.42	95	91	↓	中低	90	65	106	146	86
尼泊尔	0.42	96	105	↑	中低	117	116	92	98	28
尼日尔	0.18	156	158	↑	低	163	162	146	62	155
北马其顿	0.6	63	75	↑	中高	29	67	99	44	59
巴拉圭	0.43	94	95	↑	中低	68	85	133	131	65
摩尔多瓦	0.54	73	76	↑	中高	52	76	80	69	118
卢旺达	0.31	130	137	↑	低	119	144	100	115	123
南苏丹	0.02	169	169	=	低	169	170	166	137	167

经济体	总分	2022 排名	2021 排名	排名 变化	得分组	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
塔吉克斯坦	0.17	158	159	↑	低	159	127	148	164	151
乌干达	0.18	155	152	↓	低	165	147	93	114	143
乌兹别克斯坦	0.48	87	90	↑	中低	83	106	74	95	88
赞比亚	0.2	150	149	↓	低	150	136	110	161	148
津巴布韦	0.22	143	142	↓	低	146	139	107	148	160
平均得分	0.21	124	124	-	-	121	121	118	115	113

来源：联合国贸发会议。

表 5  
撒哈拉以南非洲

经济体	总分	2022 排名	2021 排名	排名变 化	得分组	信通技 术排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
安哥拉	0.26	135	139	↑	低	137	133	120	128	161
贝宁	0.23	142	138	↓	低	144	145	132	130	144
博茨瓦纳	0.39	107	108	↑	中低	111	110	104	104	106
布基纳法索	0.22	140	150	↑	低	139	168	114	127	102
布隆迪	0.08	168	167	↓	低	170	160	160	154	74
佛得角	0.3	132	120	↓	低	108	122	158	160	62
喀麦隆	0.29	131	132	↑	低	131	138	129	120	80
刚果	0.31	129	127	↓	低	133	125	143	88	145
科特迪瓦	0.25	137	136	↓	低	127	152	119	142	125
刚果民主共和国	0.11	165	163	↓	低	160	151	122	167	163
吉布提	0.31	127	134	↑	中低	130	126	143	65	130
赤道几内亚	0.14	162	153	↓	低	141	129	166	168	164
斯威士兰	0.34	119	112	↓	中低	131	73	156	96	128
埃塞俄比亚	0.21	144	148	↑	低	164	157	57	129	136
加蓬	0.32	126	128	↑	中低	106	119	125	130	147
冈比亚	0.17	159	161	↑	低	138	156	150	141	159
加纳	0.4	105	102	↓	中低	107	128	85	93	157

经济体	总分	2022 排名	2021 排名	排名变化	得分组	信通技术 排名	技能储 备排名	研发活 动排名	产业实 力排名	金融渠 道排名
几内亚	0.19	151	160	↑	低	145	150	138	145	158
几内亚比绍	0.15	161	162	↑	低	154	149	166	155	142
肯尼亚	0.37	113	113	=	中低	129	130	86	71	101
莱索托	0.25	138	133	↓	低	125	134	150	153	119
利比里亚	0.21	145	145	=	低	155	141	135	150	141
马达加斯加	0.2	149	141	↓	低	148	165	141	112	137
马拉维	0.19	153	144	↓	低	162	146	123	109	162
马里	0.21	147	147	=	低	147	169	141	87	115
毛里塔尼亚	0.21	146	156	↑	低	134	159	146	136	124
毛里求斯	0.53	74	66	↓	中高	84	70	82	83	45
莫桑比克	0.16	160	157	↓	低	156	154	128	163	133
纳米比亚	0.43	92	92	=	中低	120	114	111	47	55
尼日尔	0.18	156	158	↑	低	163	162	146	62	155
尼日利亚	0.39	106	116	↑	中低	126	101	54	158	149
卢旺达	0.31	130	137	↑	低	119	144	100	115	123
圣多美和普林西比	0.26	136	135	↓	低	128	118	166	101	150
塞内加尔	0.28	133	132	↓	低	123	163	101	125	103
塞拉利昂	0	170	170	=	低	149	158	153	103	170
南非	0.65	52	51	↓	中高	76	71	41	55	27
南苏丹	0.02	169	169	=	低	169	170	166	137	167
多哥	0.33	122	129	↑	中低	142	112	134	99	114
乌干达	0.18	155	152	↓	低	165	147	93	114	143
坦桑尼亚	0.18	154	151	↓	低	143	166	94	162	139
赞比亚	0.2	150	149	↓	低	150	136	110	161	148
津巴布韦	0.22	143	142	↓	低	146	139	107	148	160
平均得分	0.25	138	138	-	-	138	137	124	122	130

来源：联合国贸发会议。

## C. 技术方法说明

本指数基于《2021年技术和创新报告》方法论构建，具体指标见表6。

表 6  
前沿技术准备度指数指标体系

类别	指标（测量方式）	数据来源
信通技术基础设施	互联网用户（占总人口比例）	国际电信联盟（ITU）
信通技术基础设施	平均下载速度（兆比特/秒）	M-Lab
技能水平	预期受教育年限	联合国开发计划署
技能水平	高技能就业（占劳动人口比例）	国际劳工组织
研发活动	前沿科技领域科学出版物数量	Scopus数据库
研发活动	前沿技术专利申请数量	PatSeer专利数据库
产业活动	高科技产品出口（占商品贸易总额比例）	联合国贸发会议
产业活动	数字可交付服务出口（占服务贸易比例）	联合国贸发会议
金融支持	私营部门国内信贷（占GDP比例）	世界银行/IMF/OECD

来源：联合国贸发会议。

本指数通过系统的统计方法对基础指标数据进行处理。首先采用冷层填补法对缺失数据进行处理，使用同一经济体可获取的最新数据进行回溯填补。随后进行Z-score标准化处理，计算公式中 $x$ 代表待标准化值， $\mu$ 为总体均值， $\sigma$ 为总体标准差。

$$X_{standardized} = (x - \mu) / \sigma$$

标准化后的指标值进一步通过归一化公式转换为0-1范围内的数值，其中 $x$ 代表经过Z-score标准化的分数，Max为总体最大值，Min为总体最小值。

$$X_{normalized} = (x - Min) / (Max - Min)$$

研究团队采用主成分分析（PCA）方法对指标进行处理，以消除指标间的相关性并降低过拟合风险。根据方差解释标准，分析确定保留三个主成分可有效捕捉数据中80%以上的变异信息。最终指数通过以下步骤生成：首先对经过方差最大化旋转处理的三个主成分进行加权组合，随后将加权结果再次进行标准化和归一化处理，确保所有指数值落在0至1的标准区间内。

前沿技术准备度指数 =

$((0.4/0.8) \text{ (PC1)} + (0.28/0.8) \text{ (PC2)} + (0.12/0.8) * \text{(PC3)})$  经标准化与归一化处理

各分项指标单独进行主成分分析以计算得分和经济体排名。采用能够保留80%以上变异的最小主成分数量。“融资渠道”因仅含单一指标，未进行此项分析。

信通技术部署 = (PC1) 经标准化与归一化处理

技能水平 = (PC1) 经标准化与归一化处理

研发活动 = (PC1) 经标准化与归一化处理

产业活动 =  $((0.7) \text{ (PC1)} + (0.3) \text{ (PC2)})$  经标准化与归一化处理



## 参考资料

- 亚马逊（2024年）《AWS泰国新区域将于2025年初启动》。参见：<https://www.aboutamazon.sg/news/job-creation-and-investment/new-aws-region-in-thailand-to-launch-by-early-2025>
- Bentley SV 等（2024年）。《数字鸿沟在行动：数字技术体验如何塑造与人工智能的未来关系》。《人工智能与伦理》(4):901–915。
- Brandão R（2024年）《巴西人工智能发展现状》。《互联网行业概览》。信息社会发展研究区域中心。
- 巴西科技与创新部（2021年）。《巴西人工智能战略概要：EBIA》。
- Burkacky O 等（2022年）。《芯片短缺：汽车产业如何破局》。麦肯锡公司。
- 中国国务院（2024年）。《“宽带中国”战略及实施方案》。
- 中国国务院（2017年）。《国务院关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》。
- Chui M 和 Malhotra S（2018年）。《AI应用推进但基础障碍依然存在》。参见：<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/ai-adoption-advances-but-foundational-barriers-remain>
- Cohen WM 和 Levinthal DA（1989年）。《创新与学习：研发的两面性》。《经济学杂志》99(397):569–596。
- Cyrill M（2024年）。《谷歌将向马来西亚数据中心与云市场投资20亿美元》。参见：<https://www.aseanbriefing.com/news/google-to-invest-us2-billion-in-malaysia-data-center-and-cloud-market/>
- Daigle K（2023年）。《Octoverse：2023年开源现状与AI的崛起》。参见：<https://github.blog/2023-11-08-the-state-of-open-source-and-ai/>
- El-Adaileh NA 和 Foster S（2019年）。《成功的商业智能实施：系统文献综述》。《工作应用管理杂志》11(2):121–132。
- 国际能源署、国际可再生能源机构、联合国统计司、世界银行和世卫组织（2023年）。《追踪可持续发展目标7：能源进展报告》。华盛顿特区。
- 印度竞争委员会（2024年）。《印度竞争委员会就启动人工智能与竞争市场研究征集方案》。参见：<https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2018466>
- 国际电信联盟（2022年）。《全球连接报告2022》。
- 国际电信联盟（2023年）。《衡量数字发展：2023年事实与数据》。参见：<https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2023/>
- 国际电信联盟（2024年）。《互联网流量统计》。参见：<https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2023/10/10/ff23-internet-traffic/>
- Lane M、Williams M 和 Broecke S（2023年）。《AI对职场的影响：经合组织雇主与劳动者AI调查主要发现》。经合组织社会、就业与移民工作论文第288号。
- Lee K 和 Malerba F（2017年）。《追赶周期与产业领导权更迭：部门系统演进中的机会窗口与企业经济体响应》。《研究政策》46(2):338–351。
- Lema R、Pietrobelli C、Rabellotti R 和 Vezzani A（2021年）。《深化还是脱钩？IT产业创新能力与全球价值链参与》。《产业与公司变革》30(4):1065–1083。
- Lundvall B-Å（2016年）。《学习经济与希望经济学》。Anthem出版社。伦敦；纽约。
- 马来西亚数字经济公司（2022年）。《关于MDEC》。参见：<https://mdec.my/about-mdec>
- 马来西亚投资发展局（2023年）。《数字基础设施：数字化转型的驱动力》。参见：<https://www.mida.gov.my/digital-infrastructure-the-driving-force-behind-digital-transformation/>
- Maslej N、Fattorini L、Perrault R、Parli V、Reuel A、Brynjolfsson E、Etchemendy J、Ligett K、Lyons T、Manyika J、Niebles JC、Shoham Y、Wald R 和 Clark J（2024年）。《2024年人工智能指数年度报告》。斯坦福大学以人本人工智能研究所人工智能指数指导委员会，美国。
- 微软（2024a）。《微软宣布投资17亿美元推进印尼云与AI发展计划》。参见：<https://news.microsoft.com/apac/2024/04/30/microsoft-announces-us1-7-billion-investment-to-advance-indonesias-cloud-and-ai-ambitions/>
- 微软公司（2024年b）。《微软宣布投资22亿美元助力马来西亚云计算与人工智能转型》。详见：<https://news.microsoft.com/apac/2024/05/02/microsoft-announces-us2-2-billion-investment-to-fuel-malaysias-cloud-and-ai-transformation/>
- Montresor S 和 Vezzani A（2024年）。《数字技术与生态创新：来自意大利企业双转型的证据》。《产业与创新》30(7):766–800。

- Muennighoff N 等 (2023年)。《数据受限语言模型的规模化研究》。参见: <http://arxiv.org/abs/2305.16264>
- 经合组织 (2023年a)。《科学中的人工智能: 挑战、机遇与研究未来》(经合组织出版, 巴黎)。
- 经合组织 (2023年b)。《2023年经合组织就业展望: 人工智能与劳动力市场》(经合组织出版, 巴黎)。
- 经合组织 (2024年)。《国际学生评估计划 (PISA)》。参见: <https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa.html>
- Philip Chen CL 和 Zhang C-Y (2014年)。《数据密集型应用、挑战、技术与技术: 大数据综述》。《信息科学》(275):314-347.
- Ramani V 、Ghosh D 和 Sodhi MS (2022年)。《理解新冠疫情引发芯片短缺对汽车行业的系统性冲击》。《Omega》(113):102720.
- Richins D 等 (2020年)。《见树不见林: 边缘数据中心端到端AI应用性能》。《2020年IEEE国际高性能计算机架构研讨会》。圣迭戈。
- Sevilla J 、Heim L 、Ho A 、Besiroglu T 、Hobbahn M 和 Villalobos P (2022年)。《机器学习三个时代的算力趋势》。参见: <https://arxiv.org/abs/2202.05924>
- Sevilla J 和 Roldán E (2024年)。《前沿AI模型训练算力每年增长4-5倍》。参见: <https://epoch.ai/blog/training-compute-of-frontier-ai-models-grows-by-4-5x-per-year>
- Singla A 、Sukharevsky A 、Yee L 和 Chui M (2024年)。《2024年初AI发展现状: 生成式AI应用激增并开始创造价值》。麦肯锡QuantumBlack AI。
- Synergy (2024年)。《云市场重拾动能: AI推动第四季度云支出增幅创新高》。参见: <https://www.srgresearch.com/articles/cloud-market-gets-its-mojo-back-q4-increase-in-cloud-spending-reaches-new-highs>
- Teece DJ (1986年)。《从技术创新中获利: 对整合、合作、许可与公共政策的启示》。《研究政策》15(6):285-305.
- Teece DJ 、Pisano G 和 Shuen A (1997年)。《动态能力与战略管理》。《战略管理杂志》18(7):509-533。
- 埃及电信 (2024年)。《数字枢纽》。参见: <https://www.te.eg/interactivemap/#/the-digital-hub>
- Thompson NC 、Greenewald K 、Lee K 和 Manso GF (2022年)。《深度学习的计算极限》。参见: <https://arxiv.org/abs/2007.05558>
- 联合国贸发会议 (2019年)。《2019年数字经济报告: 价值创造与获取——对发展中经济体的启示》(联合国出版物, 销售编号E.19.II.D.17, 纽约)。
- 联合国贸发会议 (2021年)。《2021年数字经济报告: 跨境数据流动与发展——数据为谁流动》(联合国出版物, 销售编号E.21.II.D.18, 纽约)。
- 联合国贸发会议 (2024年a)。《2024年数字经济报告: 塑造环境可持续与包容的数字未来》(联合国出版物, 销售编号E.24.II.D.12, 纽约)。
- 联合国贸发会议 (2024年b)。《非洲能源与农业部门技术评估以加速科技创新进展》。参见: <https://unctad.org/project/technology-assessment-energy-and-agricultural-sectors-africa-accelerate-progressscience>
- Villalobos P 、Ho A 、Sevilla J 、Besiroglu T 、Heim L 和 Hobbahn M (2024年)。《我们会耗尽数据吗? 基于人类生成数据的LLM规模化限制》。参见: <https://arxiv.org/abs/2211.04325>
- 世界银行 (2024年)。《2021年世界发展报告: 数据改善生活》。华盛顿特区。





# 技术和创新报告 2025

## 第四章

# 制定人工智能政策

经济体竞争力日益取决于科技创新及知识密集型服务业。因此，发展中经济体需制定战略和产业政策，充分考虑知识密集型服务的作用以及研发领域的不确定性。同时应评估前沿技术在经济中的扩散路径、发展方向和影响，相应调整追赶战略。

迄今为止，大多数人工智能政策源自发达经济体。截至2023年底，约三分之二的发达经济体已制定人工智能战略，而89个人工智能的战略中仅有6个来自最不发达经济体。而且主要经济体实施的人工智能政策会产生显著溢出效应，从而影响其他经济体的政策选择。

发展中经济体应尽快制定并实施符合其发展目标的人工智能战略。虽然支持特定行业需求的人工智能应用可能更易快速见效，但对于发展中经济体来说，仍有制定长期战略规划来引导本土人工智能发展的必要。否则，作为后起经济体，只可拥有有限的选择余地。

本章聚焦人工智能和前沿技术的新一轮产业政策，旨在增强经济体能力并推动创新驱动的包容性增长。重点介绍基础设施、数据和技能三大领域的典型案例与经验教训。



# 关键政策要点

- ▶ **新型产业政策**——加速的数字化和人工智能的兴起呼唤新的产业政策。随着全球经济中的价值向知识密集型服务转移，决策者需要考虑，在支持采用和发展新技术，以及推动在经济中创造、传播和吸收生产性知识方面，他们将发挥怎样的作用。
- ▶ **统筹协调**——经济体战略应着眼于加强科技创新、产业、教育、基础设施和贸易等领域的跨领域协调。此外，人工智能政策不应局限于税收减免等激励措施，还应涵盖与消费者保护、数字平台和数据保护有关的监管，并通过治理和执法引导技术变革的方向。

## 政策应着力于三大着力点：

- ▶ **基础设施**——必须确保公平享有电力和互联网等支持性资源。营造有利的商业环境，激励私营部投资，有助于建设必要的基础设施。分布式网络和计算能力可为人工智能的发展提供支持，但须确保基础设施及系统之间的互操作性和协调性。
- ▶ **数据**——开放数据和数据共享可增强数据的整合、存储、访问和协作。推广数据收集方面的良好做法，确保创新生态系统各方面的互操作性和可访问性，有助于支持人工智能的采用与发展。同时，还应关注隐私、问责和知识产权等方面，在促进创新的同时保障人权。
- ▶ **技能**——全民具备人工智能素养将促进人工智能的广泛采用，可通过将科学、技术、工程和数学（STEM），及人工智能课程纳入教育体系，贯穿从早期教育到终身学习的整个周期，提升全民的人工智能素养。学术界与私营部门之间的伙伴关系有助于培养满足特定行业需求的人工智能人才，并推动人工智能的发展。

## A. 人工智能作为产业与创新政策的组成部分

人工智能政策涉及人工智能技术的开发与应用，旨在提升生产力和改善生活水平。

人工智能政策能够促进经济结构转型，并帮助把握新兴发展机遇。

人工智能政策可划入产业与创新政策的部分。这类政策通过促进人工智能算法和应用开发来培育数字经济新业态，同时推动采用人工智能技术以优化企业经营、促进经济多元化、提升生产力和生活水平。这种技术开发与应用推广的双重目标导向，可帮助决策者将前沿技术融入现有产业体系。

全球约三分之一人口仍无法接入互联网（国际电信联盟，2022年），这种数字鸿沟制约数字素养提升，阻碍全面参与人工智能应用与开发。数字基础设施薄弱的发展中经济体若仅被动应对人工智能快速扩散，而非主动制定前瞻性政策，将难以将其纳入经济体优先发展议程。

尽管有观点认为过度监管可能抑制人工智能创新（Mwenda等，2024年），但产业政策可通过协调各领域政策营造支持性创新环境（Väiliä，2008年）。

有效的人工智能政策还能解决公众对于数据保护与隐私的担忧，提高社会

对人工智能风险与机遇的认知，从而建立信任并促进技术采纳（Agrawal等，2019年）。

传统产业政策往往更聚焦于成熟产业，强调结构性转型，例如从农业转向制造业或在产业内部转向更高生产率的领域。更广义的定义应涵盖所有旨在改善商业环境、或将经济活动重组至具有更好增长前景或社会福利效益的部门、技术或任务的政府干预（Warwick，2013年）。从这个角度看，结构转型是经济体、产业或市场运作方式中由创新驱动的深刻变革。

如果要推动产业和经济转型，则应当支持技术学习和技能升级，优先发展支撑性基础设施，前瞻性地应对未来需求，并建设能够产生正向溢出效应的能力。转型在接近技术前沿时尤为困难，因其不仅需要更丰富的知识和技能储备，还面临更大的不确定性，失败或产生意外后果的风险相应更高。

## B. 产业政策的复兴

传统产业政策旨在应对市场失灵。这种失灵可能源自多重因素，例如信息不对称、利益冲突或过度市场垄断，导致资源在经济中的低效配置，从而阻碍发展进程。

政府也可能判定某些商品和服务作为自然垄断行业由公共部门提供最为适宜。专栏IV. 1概述了通常与产业政策相关的经济学原理。

## ► 专栏 IV.1 产业政策的经济学依据

若完全依靠市场自身运行机制，往往难以推动平衡的结构性变革及相关基础设施投资。因此，政府可通过干预措施，明确引导经济活动结构转型以实现公共目标。产业政策的理论依据通常可分为三大类：

- **外部性**——经济活动对社会的影响可能无法通过企业账目体现。污染是典型的负面外部性影响，其环境破坏成本未被企业纳入考量；而创新产生的学习效应与知识扩散等正面外部性影响，创新者仅能获取全部价值的一小部分，从而削弱了创新积极性。
- **协调失灵**——新业态的出现往往依赖互补性资产。生产者的利润通常取决于其他主体创造的互补性知识、能力与技能。人工智能技术同样需要规模化的配套活动支撑数字化转型，当市场协调不足时，政府需介入提供协调与支持。
- **特定活动的公共投入**——私营部门生产依赖于法规、教育和基础设施等公共产品。横向政策旨在普遍提供此类产品，但可能无法充分满足特定需求。以前沿技术为例，其发展需要基础设施投资、STEM教育和数字技能培养等方面的专项资金支持，同时需要多个政府部门协同合作，以发挥各项干预措施的协同效应。

来源：Juhász等，2024年；Pisano和Shih，2009年；联合国贸发会议，2024a；2024年b。

近几十年来，随着各地政府推行经济自由化并更多地让市场力量发挥作用，产业政策在一定程度上被边缘化。当前，产业政策正在重回核心地位，其目标包括：促进生产性转型、保护经济免受外部冲击、保障关键产品和投入的供应，以及在国际竞争中维护本地企业（Gereffi，2020年）。

以2008/09年全球金融危机和新冠疫情为例，这些危机促使各地政府支持和引导产业发展。产业政策已明确重回发达经济体的政策议程，尤其在美国（联合国贸发会议，2024年a），重点关注高技术领域。然而在全球层面，这种做法可能限制正向溢出效应，减少有助于人力资本发展的公共知识增长。

## 产业政策的兴起

发达经济体占据产业政策总量的三分之二，最不发达经济体仅占1.3%。

全球贸易预警数据显示，2010至2019年间新出台的政策干预数量保持相对稳定，但在疫情后急剧增加，并于2022年达到峰值（图IV.1）。<sup>1</sup> 其中约三分之二来自发达经济体，仅约1.3%来自最不发达经济体（LDCs）。<sup>2</sup> 这些干预措施通过区别对待国内外商业利益，影响着货物与服务贸易、投资及劳动力迁移。

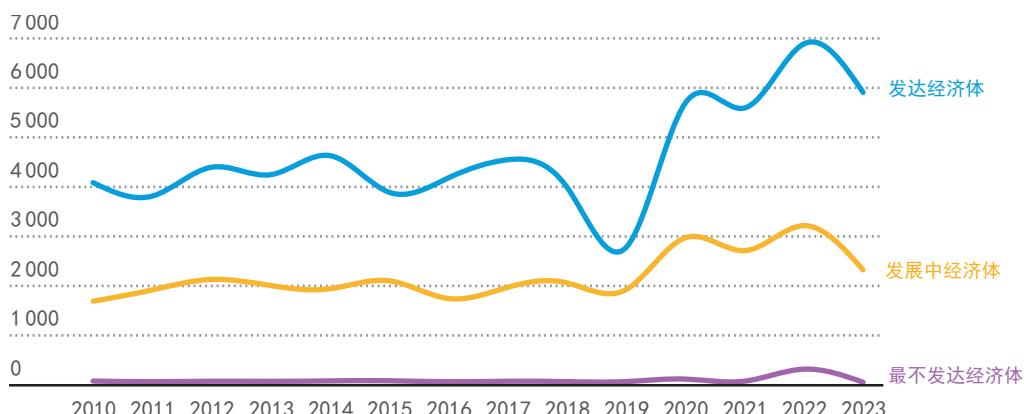
由于这些干预主要针对特定行业和产品，可视为本报告采用的广义产业政策的体现。新干预措施通常不会取代既有政策，导致政策总量持续增加，形成复杂的政策环境。在此环

境下，资源有限的欠发达经济体或中小企业更难突破壁垒或发现机遇（Evenett，2019年）。各经济体制定并实施产业政策的制度存在能力差异，这种不平衡可能进一步扩大发达经济体与发展中国家之间的差距。

## 政策干预组合的演变

过去十年间，政策干预方式也发生明显变化。干预重点已从保护国内产业的措施（如进口关税、配额和反倾销措施），转向通过财政拨款、经济体贷款、资本注入或生产补贴等方式对生产部门提供更直接的支持。政策干预形式也呈现出高度多元化的特征。

图 IV.1  
发达经济体主导多数新政策干预  
(干预措施数量)



来源：联合国贸易和发展会议根据全球贸易预警数据计算得出。

注：发展中经济体分组不包括最不发达经济体。

<sup>1</sup> 全球贸易预警数据库提供各地政府在经济领域采取的行动和措施数据，这些行动可能引发国际商业流动（商品、服务、投资或劳动力迁移）的变化，造成市场扭曲或改变对国内商业利益的相对待遇。

<sup>2</sup> 有关政策干预数量排名前十位的经济体清单（比较2010–2011年与2022–2023年两个时期），请参阅附件四。2010–2011年期间，美国的政策干预数量最多，巴西紧随其后，中国位居第三且干预数量明显较少。到了2022–2023年，美国仍居首位，中国在政策干预数量上已与美国持平，而巴西的总体政策数量则有所减少。

表 IV.1  
从贸易保护转向对生产部门的直接支持  
(主要干预方式占比)

2010 – 2011		2022 – 2023	
干预方式		干预方式	
进口关税	22.4	财政补贴	13.6
反倾销	10.9	进口关税	12.9
价格稳定措施	10.7	经济体贷款	9.3
经济体贷款	9.7	商业交易和投资工具管制	7.7
贸易融资	8.8	出口禁令	5.9
进口关税配额	7.8	资本注入和股权收购	3.6
财政补贴	6.9	贸易融资	3.6
本地含量激励	4.7	未指定经济体援助	3.5
出口税	2.0	进口禁令	3.5
反补贴	1.4	生产补贴	3.0
前10类干预措施占比	85.2	前10类干预措施占比	66.6

产业政策呈现向生产部门直接干预的转型趋势

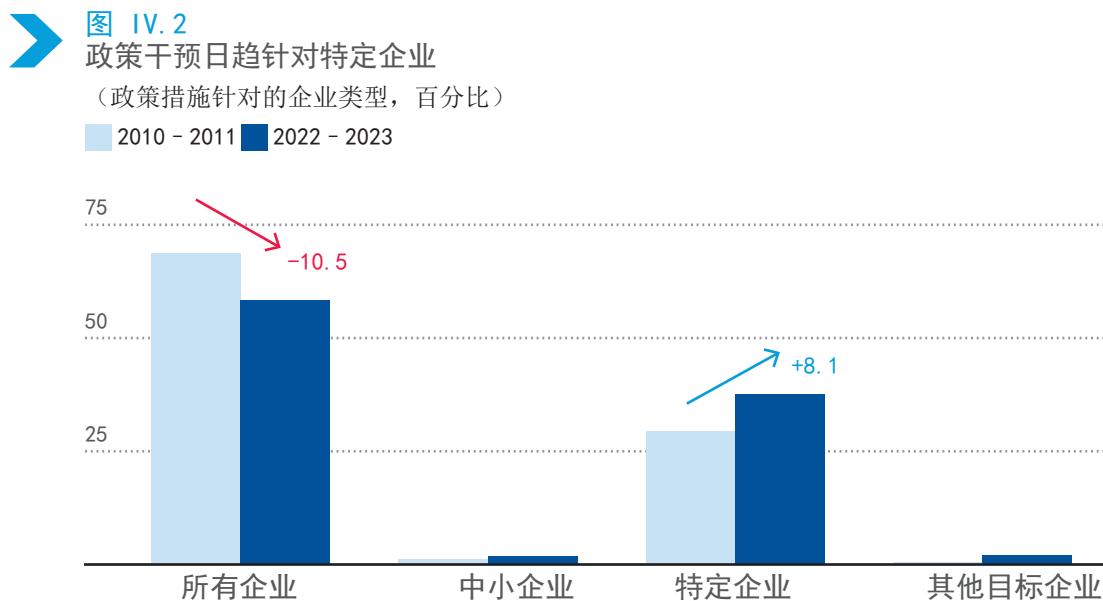
来源：联合国贸发会议根据全球贸易预警数据计算。

2022–2023年各经济体组别的干预方式差异如下：

- 发达经济体——更多侧重于管控商业交易与投资工具，或限制/禁止进口。
- 发展中经济体——更倾向于针对生产或消费的专项财政补贴及关税措施。
- 最不发达经济体——更多采取出口支持政策或实施进口平衡税，其补贴使用力度远低于发达经济体和其他发展中经济体。

政策干预可能针对特定行业、企业类型（如中小企业）或实施区域。过去

十年间，干预措施日趋精准化。各地政府似乎更倾向于“挑选赢家”或扶持现有企业与成熟市场，而非针对新兴市场的失灵问题。



来源：联合国贸发会议根据全球贸易预警数据计算。

## C. 技术前沿的产业政策

创新与价值创造正向知识密集型服务领域转移

近几十年来，信息和通信技术（信通技术）的兴起彻底改变了电信行业，在降低成本和提高可靠性的同时实现了先进的信息管理。这一变化与运输成本下降、贸易金融进一步自由化以及更严格的知识产权制度相结合，共同推动了全球价值链的形成。

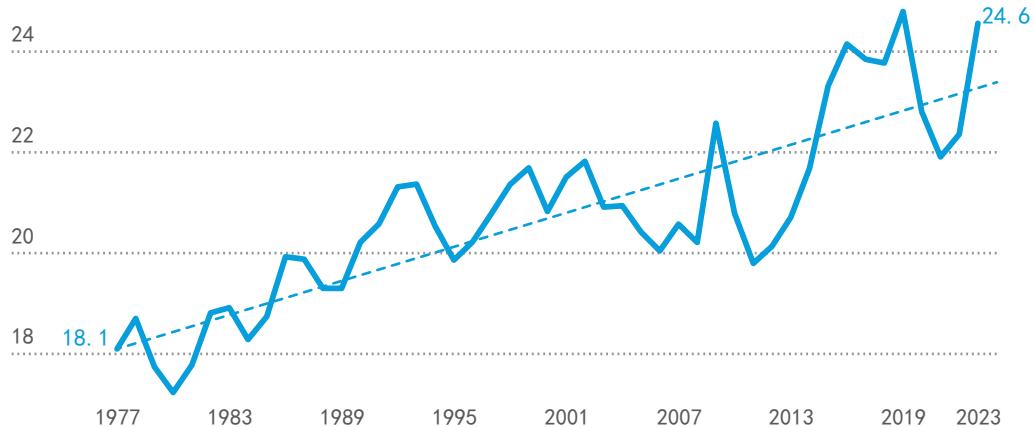
参与全球价值链曾被视为经济增长的驱动力，为企业提供了学习与升级的机会。然而，如果一个经济体在全球价值链中仅从事低附加值活动，无法促进技能提升或价值链攀升，那么其从中获得的收益将十分有限（Pietrobelli, 2021年；联合国贸发会议，2013年）。

此外，低收入经济体在低成本劳动力方面的比较优势，正不断受到资本驱动型技术变革的削弱（Rodrik, 2016年）。与此同时，随着世界经济全球化程度日益加深和信通技术的普及，经济发展模式已明显向知识经济倾斜——这种经济形态更少依赖有形资本，而更多依托无形资本（Foray, 2004年）。<sup>3</sup>

创新与价值创造日益集中于知识密集型服务行业。自20世纪70年代以来，服务出口占比持续上升。近年来，互联网和信通技术的快速普及推动了数字平台兴起，并促进基于生产非物质化和数据货币化的数字经济转型（联合国贸发会议，2019年）。

<sup>3</sup> 无形资产可分为三大类：数字化信息（如软件和数据库）、创新性资产（包括研发、设计及相关知识产权）以及经济竞争力要素（如品牌价值和商业模式）。这些无形资产正日益成为决定企业和经济体竞争力的关键因素（Corrado等学者，2022年）。

图 IV.3  
创新与价值创造正向知识密集型服务领域转移  
(百分比)



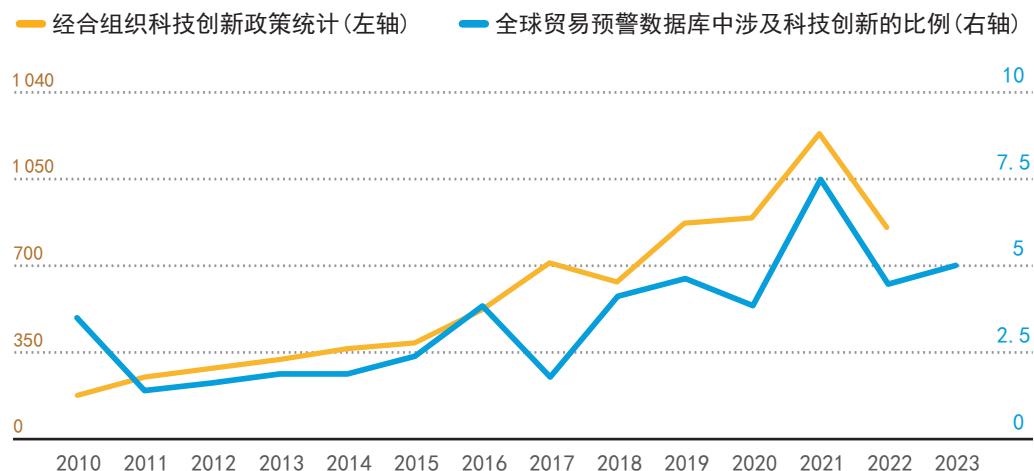
来源：联合国贸发会议根据世界银行数据计算。

自2010年以来，各地产业政策中与科技创新相关的干预措施占比持续上升。此外，大多数发达经济体的研发支出占GDP比重普遍呈现上升趋势。

这一增长主要来自私营部门的推动，但包括中国在内的一些经济体也大幅

增加了公共研发投入（Filippetti 和Vezzani, 2022）。然而在大多数发展中经济体，研发投入水平仍然偏低。科技创新政策，特别是针对前沿技术的政策，在传统产业政策依据之外，提出了新的干预理由。这源于两个关键的不确定性来源：一是研发成

图 IV.4  
科技创新在经济体政策中的重要性上升  
(科技创新相关政策工具的数量及占比)



来源：联合国贸发会议，基于全球贸易预警数据库和经济合作与发展组织(经合组织)科技创新政策数据库的数据。<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 为识别全球贸易预警中与科技创新相关的政策干预措施，使用的关键词包括（\*为通配符）：innov\*、patent\*、copyri\*、trademark\*、knowled\*、techn\*（应用排除规则后的“技术”）、scienc\*、scientif\*、r&d、research\*、intell\*、intang\*、publica\*、ipr\*。

果的不确定性，二是新技术扩散及社会经济影响的不确定（专栏IV.2）。鉴于技术前沿领域存在成果不确定性和长期性特征，政府需要通过试错机制来积累经验。

科学和技术涵盖基础研究、应用研究以及实验性或渐进式开发，可由高校、研究机构或企业实施。但创新活动主要由企业开展，涉及生产工艺、新产品服务、营销策略和整体商业模式。值得注意的是，企业的创新能力

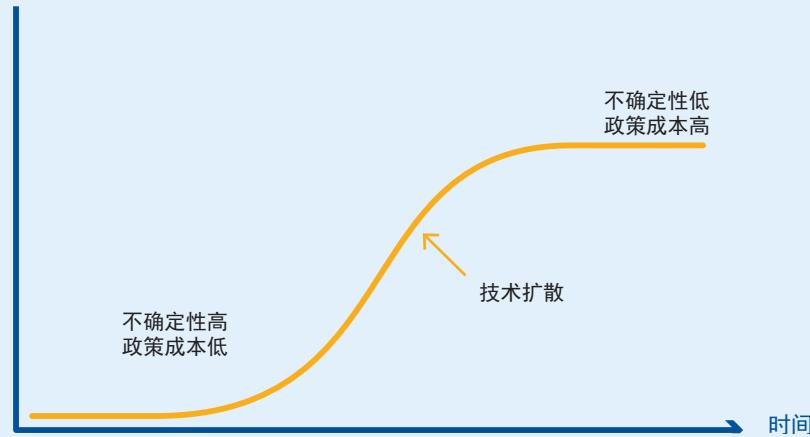
## 专栏 IV.2 技术前沿政策的关键问题

### 不确定性及累积性

研发与前沿技术发展具有高度不确定性和长期投入性特征。将科学知识转化为创新产品和服务不仅成本高昂且风险巨大，失败案例屡见不鲜。在早期阶段，前沿技术可能涉及多种技术解决方案和商业模式，但最终仅有少数能够存续。科学技术发展具有复杂性和累积性特征，要保持领先地位就必须持续投入。科技巨头不仅深度依赖自身研发体系，还需借助外部专业力量的支持。

### 时机抉择困境

政府虽希望通过公共产品支持新兴技术发展，但面临艰难抉择：早期干预成本较低但技术前景尚不明朗，政策干预的必要性亦不明显；而待主导技术在经济中形成规模效应后，所需的调整措施往往成本更高、耗时更长。因此，政府需建立前瞻性的前沿技术政策框架，通过战略规划在不确定性与干预成本间取得平衡。



来源：联合国贸发会议；Collingridge, 1982年；经合组织，2024年。

与其所处的产业环境和制度环境密切相关（Morrison等，2008年）。

基础研究项目资助通常通过高等教育或研究机构提供，而企业研发与创新资助则多针对特定技术攻关或促进科技成果转化。这两类资助普遍采用竞争性遴选机制，既有利于激发创新思想，也能增强创新潜力。

产学研政协同互动催生的政策举措，能更精准契合创新生态系统的需求与发展潜力。在满足社会需求方面，民间社会的参与有助于引导技术和创新，并能产出潜在的意外成果。

引导前沿技术发展需要前瞻性方针

## D. 人工智能政策

人工智能技术自上世纪中叶开始理论探索与发展，但直到近年才进入日常生活和政策领域（Haenlein和Kaplan，2019年）。2017年，加拿大率先发布国家人工智能战略。此后各地政策制定者高度重视人工智能，已出台至少1,900项新政策工具（经合组织，2024年）和89项国家战略（Maslej等，2024年）。尽管发展迅速，人工智能政策仍属新兴领域，在政策需求与有效性方面存在深层不确定性。

随着人工智能日益融入各类活动，政府需兼顾公共利益与经济发展作出响应。公众对劳动保护、人权、人工智能使用伦理、个人自主权、数据隐私及算法歧视等问题的日益关注，促使人工智能治理获得更优先的政策关注。

尽管存在显著的不确定性和失败风险，但政策滞后的代价可能更大。传统政策监管模式难以匹配人工智能系统的速度、自主性和不透明性，给各地政府、企业和国际社会带来挑战（联合国人工智能咨询机构，2024年）。

前沿技术与人工智能政策需保持灵活性并定期更新（联合国贸发会议，2023年）。

截至目前，大多数人工智能政策来自发达经济体。截至2023年底，约三分之二的发达经济体制定人工智能战略；在全球89项人工智能战略中，最不发达经济体仅占六项。（图IV.5）其中，孟加拉国和塞拉利昂于2019年率先制定相关战略，2023年另有四个最不发达经济体跟进。虽然这六个国家仅占最不发达经济体总数的八分之一，但可能预示着最不发达经济体正开始更多参与人工智能政策讨论。最不发达经济体和发展中经济体需加快行动，使人工智能的采用与发展符合本地发展目标和议程，盲目追随其他经济体路径难以满足自身发展需求。

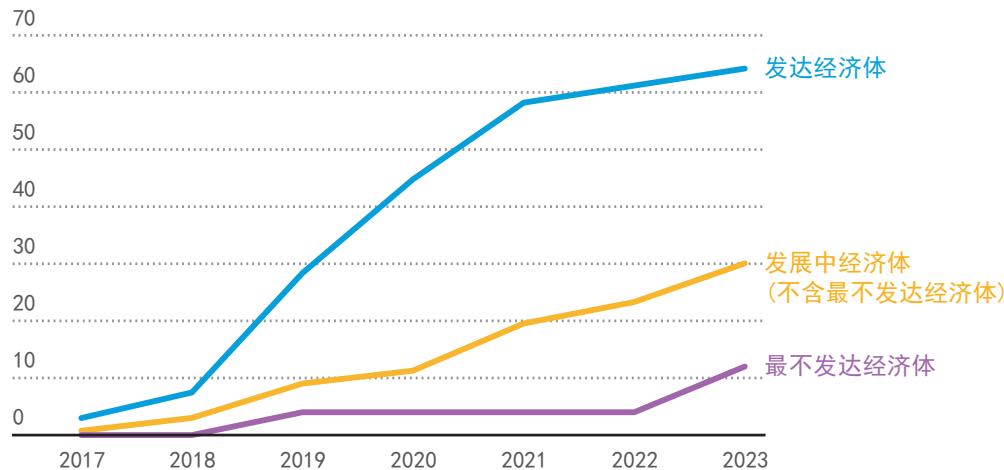
人工智能与  
前沿技术  
政策需保  
持灵活并  
定期更新

图IV.6显示最常见的政策工具：超过三分之一涉及经济体战略议程、人工智能相关法规或公众咨询，包括收集技术发展轨迹信息、应对社会关切以及预判机遇与风险。虽然约三分之一发展中经济体已制定战略计划，但若缺乏配套实施资源和政策工具，可能



#### 图 IV.5 大多数人工智能政策由发达经济体制定

(按经济体组别划分的人工智能战略制定经济体占比, 百分比)



来源：联合国贸发会议根据 Maslej 等人的 2024 年数据计算得出。

仅停留在政策宣言的纸面阶段。

政策工具还支持早期科技发展，包括建立合作网络、开展公众宣传和公民社会参与活动。连接人工智能创新生态中的多元主体至关重要，通过促进思想交流、资源共享和协作，可识别差距、推广最佳实践、避免重复投入并确保资源高效利用。

为促进人工智能技术研发与推广应用，发达经济体更倾向于采用以下政策组合：一方面通过竞争性科研资助（包括公共研究项目拨款、企业研发创新补助）及学生奖学金等金融工具提供支持；另一方面依托算力基础设施与科研平台建设等配套政策，加速人工智能技术的开发与应用落地。

相比之下，发展中经济体更倾向于推动人工智能在公共部门的运用。将人工智能技术融入电子政务实践，不

仅能够提升政府行政效率、缓解资源约束与行政积压问题，还能通过实际应用积累人工智能技术经验（联合国，2022年）。但需注意的是，此类应用不应以牺牲对人工智能相关科技创新的直接务实支持为代价，而应同步构建有利于企业创新的制度环境，切实推动政策声明转化为现实成效。

数字技术的兴起使及时获取信息和研究成果更为便捷，有助于新思想的传播和更广泛的参与。这些平台也能弥补人工智能生态系统的不足，促进最佳实践分享并减少重复劳动。

通常，对人工智能治理准备更充分的，是人均GDP较高的发达经济体。（图IV.7）准备程度随人均GDP提升而增强，而欠发达经济体普遍难以把握人工智能机遇并应对风险，使其被动接受其他经济体设定的技术路径和监管框架。

发达经济体  
更侧重人  
工智能研  
究、计算及  
相关基础  
设施支持



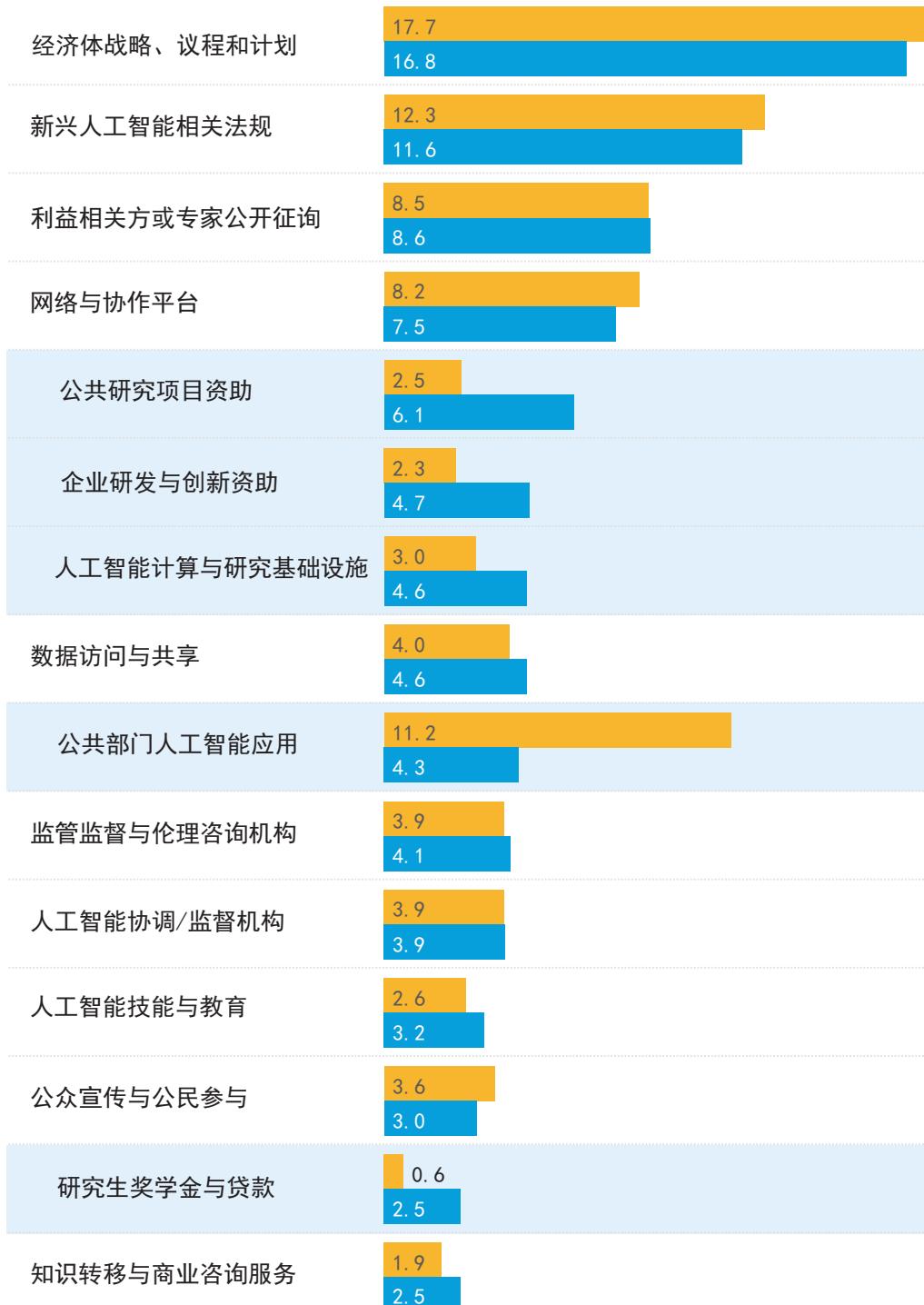
图 IV.6

经济体战略、议程和规划是最常见的人工智能政策工具

(发达经济体与发展中经济体最常用人工智能政策工具, 百分比)

发展中经济体

发达经济体



来源：联合国贸发会议根据经合组织人工智能政策观察站数据计算。

注：数据来自经合组织成员国，仅涵盖少数发展中经济体。发达经济体与发展中经济体差异超过1个百分点的政策工具已重点显示。

低收入经济体面临被迫接受他国技术选择结果的风险

但部分收入水平相近的经济体表现更为突出。例如2023年发布国家人工智能战略的卢旺达，其人工智能治理评分远高于其他人均GDP相近经济体。其他表现优异的发展中经济体包括巴西、中国、印度和新加坡，这些经济体的政策和战略可为其他经济体提供有益借鉴。

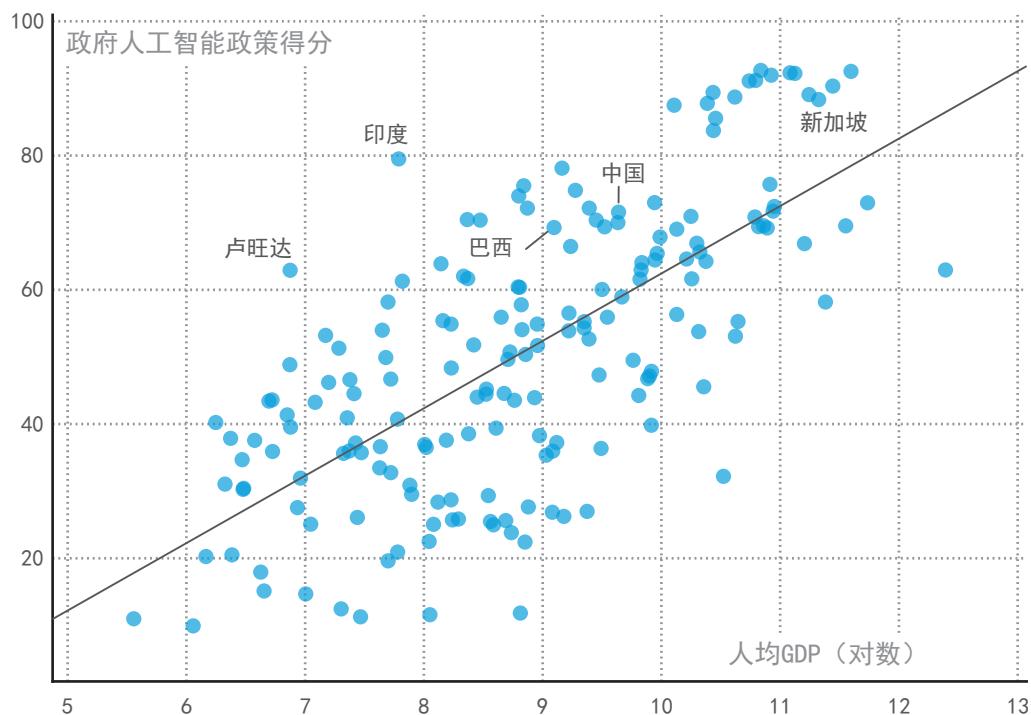
响劳动者提供技能提升和技能重塑培训。通过升级现有经济活动或培育新业态，人工智能的扩散也可推动经济体向技术前沿迈进。

许多发展中经济体仍处于政策设计阶段，部分原因在于其尚未建立能够提供关键专业支持的生态系统，难以及时识别技术瓶颈、发展机遇和有效促进措施。虽然发展中经济体可能倾向于先获取人工智能应用的“低垂的果实”，但这种策略或将制约其技术赶超能力。从长远来看，技术的快速迭代很可能阻碍这些经济体通过模仿实现技术学习的发展路径。

## 人工智能采用与发展政策

**采用政策**——支持采用人工智能的政策可以促进人工智能产品和解决方案在经济中的采纳和扩散，同时为受影响

图 IV.7  
人均GDP更高的经济体具备更强的人工智能治理准备度



来源：联合国贸发会议根据牛津洞察（Maslej 等人，2024年）的治理和道德评分数据，以及世界银行发展指标数据库的2022年人均GDP数据计算得出。

注：该指数包含与数据保护和隐私法、网络安全措施、监管质量、道德原则和问责制相关的指标。

**发展政策——支持发展人工智能的政策**应着力培育创造新知识、开发原型系统和应用的能力。

包括建设全国分布式计算网络等基础设施。发达经济体正是通过此类措施持续推动技术前沿拓展。

不过，这两类政策并不相互排斥，各地需要在二者之间寻求平衡。对发展中经济体而言，响应特定行业需求来支持技术应用难度较低，同时可采取

针对性措施激发创新活力；但仍需制定促进人工智能发展的长期战略规划，否则作为后来者终将面临选择匮乏的困境。

## E. 人工智能相关政策案例研究

本节将探讨全球三大主要市场——中国、欧盟和美国的核心政策框架与战略，继而分析针对基础设施、数据和

技能三大关键领域瓶颈的政策工具。  
(表IV.2)

表 IV.2  
经济体人工智能政策案例研究

	采用 (支持人工智能的采纳和扩散)	发展 (培养生成新型人工智能的能力)
总体方针	《生成式人工智能服务管理办法》(中国) 《人工智能法》(欧盟) 《芯片[创造有利于半导体生产的激励措施]与科学法》(美国)	
基础设施	数字包容与连接性(巴西) 电子农业项目(科特迪瓦)	高性能计算基础设施(日本) 《K-芯片法》(大韩民国)
数据	数据观测站(智利) 移动数据空间(德国) 《生物医学研究与医疗健康领域人工智能应用伦理指南》(印度)	人工智能项目中的隐私设计和隐私默认监管沙盒(哥伦比亚) 计算数据分析条款(新加坡)
技能	《数字劳动力竞争力法》(菲律宾) 国家数字技能计划(西班牙)	全国初中计算机课程大纲(加纳) 人工智能研究计划(尼日利亚)

来源：联合国贸发会议。

## 人工智能战 略解决创新 系统中的协 调失败和弱 点

### 制定总体方针和战略框架

数字经济监管存在三种主要模式（联合国贸发会议，2021）：中国采用严格监管的直接干预模式，以支持国家政治目标；欧盟实施保护基本权利和价值观基础上的强监管模式；美国则倾向较为宽松的监管框架。随着人工智能发展及其广泛社会经济影响，各经济体战略呈现趋同态势。

人工智能战略首要任务是识别并解决创新系统的协调失灵与薄弱环节。政府可通过人工智能相关商业项目的竞争性资助支持应用研究，特定行业的人工智能试点案例和知识技术转移机制能加速人工智能应用。中国等经济体采取分步策略：先激励私营部门采用、适配和开发人工智能，继而建立监管体系。

政府需推广最佳实践并执行标准规范，同时动态调整法规政策。<sup>5</sup> 例如欧盟通过连贯的立法框架，持续纳入消费者保护等新规，并规制平台防止垄断、保障数据安全。

政策制定与实施是需持续评估的互动迭代过程，目标设定须符合可行性。

政策落地和创业一样，需要包容并试错，但同时也需建立评估机制优化方案（Rodrik, 2004年）。经合组织人工智能政策观察站数据显示，目前仅约10%的人工智能政策进行过效果评估。

中国采取“长  
期规划先行，  
配套法规渐进  
完善”的路  
径，根据人  
工智能发展  
阶段适时出  
台监管措  
施。

### 中国人工智能政策实践

中国政府近年来在人工智能领域日益积极作为。2017年发布《新一代人工智能发展规划》，设定到2030年使中国从“人工智能应用大国”转变为“主要人工智能创新中心”的战略目标（中华人民共和国科学技术部，2017）。规划包括：

- 技术引领——在关键前沿领域部署前瞻性研发，实现颠覆性突破；
- 体系推进——针对不同技术和行业制定专项策略；
- 市场主导——促进人工智能商业化并在相关技术领域建立竞争优势；
- 开放协同——倡导开源模式推动产学研合作。

当前中国正加快制定行业标准并强化监管，近期已转向更直接的人工智能监管模式，率先出台全球首批具有约束力的国家法规，明确算法构建与部署要求，规定开发人员须向政府和公众披露的信息范畴。

2023年，国家互联网信息办公室颁布《生成式人工智能服务管理办法》，对生成式人工智能的研发与应用实施规范管理（中国网信办，2023年）。

《办法》对生成式人工智能服务提供者设定多重义务：要求模型、内容和服务符合相关法律规定，拥护社会主义核心价值观和符合维护国家安全的要求；确保服务透明度及生成内容准

<sup>5</sup> 例如，巴西国家数据保护局于2024年要求Meta公司暂停实施一项新隐私政策，因该政策授权使用个人数据训练人工智能系统，违反了《通用数据保护法》（巴西国家数据保护局，2024年）。

确可靠；防止歧视并尊重知识产权与个人权益。后者与早前针对深度伪造和虚假新闻的规定一脉相承。2024年成立国家数据局，专职统筹基础数据体系建设与数据资源整合共享开发利用。

中国综合运用技术标准与行政监管工具则包括披露要求、模型审计机制、技术性能标准等，并建立公共部门对技术发展的响应机制。这种聚焦特定新兴技术和问题的监管模式，虽降低了一刀切带来的负担，但要求监管机构具备快速响应技术进步的能力和高效的跨部门协同机制。

## 欧盟人工智能政策框架

2024年欧盟通过《人工智能法》，根据“不可接受、高、有限、最低”四级风险分类制定规则（欧洲议会与欧盟理事会，2024年；O'Shaughnessy 和Sheehan，2023年）。视频游戏或垃圾邮件过滤等大多数应用属最低风险类别，仅“建议”企业自愿遵守行为准则。该法案允许高风险人工智能系统运行，但要求配备完整、清晰、可获取的使用说明，并纳入欧盟委员会与成员国共建的开放数据库。

法案禁止了存在不可接受风险的应用，包括认知行为操纵、社会信用评分、生物特征识别与分类，以及面部识别等远程生物识别系统，形成基于风险的分级监管模式。

《人工智能法》以2016年《通用数据保护条例》（保障隐私与人权）等

既有法律为基础（欧洲议会与欧盟理事会，2016年）。2022年《数字服务法》旨在建立公平竞争环境，促进从网站到数字平台的信息服务创新与竞争力，防止大型供应商实施损害其他企业或限制消费者选择的不公平条款。

欧盟还修订产业战略以减少关键技术的对外依赖。人工智能价值链相关战略领域包括关键原材料、半导体、量子技术和云计算。欧盟正通过产业、研究与贸易政策组合拳，推动成员国联合投资并组建产业联盟（欧盟委员会，2021年）。2023年通过的《欧洲芯片法》计划动员超430亿欧元公私投资，建立应对供应链中断的预防响应机制，同时巩固技术领先优势。欧盟还设立人工智能专项研究创新基金，欧盟研究执行署管理着1000余个研究项目，包括人工智能与量子技术前沿项目（欧盟委员会，2024年）。

欧盟正将严格监管与产业研究支持相结合，形成政策合力。

## 美国人工智能战略

2022年美国国会通过《芯片[创造有利于半导体生产的激励措施]与科学法》（CHIPS法），旨在提升科研能力与先进半导体制造水平。该法案基于美国芯片制造依赖度上升及联邦研发支出降至60年最低点的背景，<sup>6</sup>重点支持包括人工智能在内的前沿技术。2500亿美元预算中，80%用于研发活动，20%为芯片制造商税收抵免。

该法案体现了新兴技术政策的关键特征：采用前瞻性布局支持未来产业

<sup>6</sup> 美国进口微芯片的占比从1990年代的63%上升至2021年的约88%；同期，就研发支出占GDP比重而言，美国的全球排名从第四位下滑至第九位（美国参议院商业、科学与交通委员会，2022年）。

CHIPS法案集中体现了新兴技术政策的核心特征

主要经济体的人工智能政策将影响其他经济体政策选择，并可能阻碍后发经济体的技术追赶

塑造性技术：通过供应链整体视角解决协调失灵问题，同步支持从硬件生产、计算基础设施到研发与技能发展的互补性活动。

人才培养方面，通过国家微电子教育网络和网络安全人才计划培育新型人才；设立人工智能奖学金计划要求受资助者完成政府服务期来保留人才。法案还推动构建安全可信的人工智能系统。收集人工智能与数据科学最佳实践，并规划建立公私合营的虚拟测试平台以评估系统故障、失灵和网络攻击的潜在风险（Zhang等，2022年）。

《人工智能权利法案蓝图》指出，人工智能及自动化决策系统的发展不得以牺牲公民权利、民主价值观或美国立国原则为代价，并确立了一系列原则，用以指导自动化系统的设计、使用与部署，以保障公众权益（美国，2022年）。美国各州亦在采取行动：以加利福尼亚州为例，该州2024年通过的人工智能法案强制要求企业履行模型测试义务、公开安全协议，并将此前仅属自愿性的一系列要求转为强制性规定。此举可能标志着美国对待具有颠覆性潜力的新兴技术治理模式发生重大转向（《卫报》，2024年；《华盛顿邮报》，2024年）。

图IV.8概括了中国、欧盟和美国人工智能政策的核心要素。这些经济体均采取审慎态度规制人工智能发展，同时在整个人工智能供应链——从半导体到数据中心——以及研发领域投入大量公共资金，以培育新兴产业。此外，它们致力于推动人工智能全面融入经济和社会体系，使广泛利益相关方受益。这些共性揭示了各地制定国内及全球人工智能战略时需考量的关键要素。

主要经济体的人工智能政策可能产生显著外溢效应，进而影响其他经济体的政策选择。当领先经济体在提升竞争力与研发投入方面设定更高基准时，并非所有经济体都具备对等跟进能力。许多经济体将难以匹配持续攀升的研发预算，而对前沿技术的聚焦可能加剧发展断层，进一步扩大先进经济体与后发经济体间的差距。这一态势清晰表明，规模较小或技术欠发达经济体在追赶全球创新引领者进程中所面临的系统性挑战。

图 IV.8  
中国、欧盟与美国人工智能政策顶层架构比较

尽管存在传统差异，中、欧、美三方政策共性日益凸显

中国	欧盟	美国
与社会价值观一致的监管框架	新一代人工智能监管制度 符合社会主义价值观、民生福祉与国家安全	《人工智能法》 基于风险分级保护 隐私与人权
针对特定技术和产业的战略	成为人工智能领导者的长期战略 注重产业特性适配	构建人工智能相关技术能力 建立产业联盟与欧盟联合投资
科技创新聚焦	技术引领模式 以前瞻性研发和开源模式促进协作	加强对AI与量子技术的先锋研究项目支持 大规模公共资金投入 前沿技术研发

来源：联合国贸发会议。

## 加强建设人工智能基础设施

人工智能基础设施可分为数字连接能力与计算能力两大范畴。目前专门针对人工智能的数字基础设施政策相对有限，特别是涉及通信网络建设的措施，通常归属于电信或基础设施部门的职责范畴。

数字基础设施与数字普惠方面的差距很可能在人工智能应用领域重现（Bentley等，2024年）。尚未实现全民数字接入的发展中经济体亟需完善信息通信技术和能源基础设施，并通过创新连接方式扩大服务覆盖范围，以解决欠发达地区的接入问题。

通过与社区、行业代表及个体用户的直接协作，可精准识别特定商业或地域性问题，并明确与私营机构建立的合作伙伴关系。

无线通信技术和终端设备的进步虽可推动小规模人工智能应用，但要实现规模化部署则面临更高要求。若缺乏足够的算力支撑和数字技能储备，仅靠网络连接可能使经济体沦为数据输出地，错失创造本地价值的发展机遇。云计算技术的兴起正是对人工智能日益依赖数据与算力这一趋势的响应。各地在升级基础设施体系时，应优先确保系统、行业、参与者、用户与服务提供商之间——包括跨区域和跨界界——的连接性、互操作性和标准化水平。（表IV.3）

数字连接能力和计算能力的缺口可能导致人工智能效益在地分布不均

表 IV. 3  
数字基础设施强化政策案例

 巴西 数字包容与连接性	 科特迪瓦 电子农业项目	 日本 高性能计算基础设施	 大韩民国 K-芯片法
关键措施	关键措施	关键措施	关键措施
<ul style="list-style-type: none"> <li>加强信通技术骨干基础设施和4G/5G网络建设</li> <li>提升所有公立学校和医疗单位的网络连接</li> <li>吸引私营部门参与投资计划</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>开发大规模数字平台</li> <li>采用可持续数字服务发展电子农业</li> <li>整合实体基础设施与数字服务</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将现有超级计算机与主要大学及国家实验室联网</li> <li>建设全国高速网络实现算力分布式布局</li> <li>鼓励计算密集型领域参与和创新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>支持半导体及战略技术设施投资</li> <li>简化微芯片领域监管与标准化流程</li> <li>重点扶持中小企业</li> </ul>

来源：联合国贸发会议。

巴西——2023年，“加速增长计划”通过公私合作方式投资57亿美元推动向数字经济转型。其中联邦政府将承担总预算约44%，国有企业承担20%，私营企业承担36%。该计划旨在全国范围内扩展4G网络，部署新的5G网络，并通过光纤电缆加强基础设施建设，例如建设一条587公里长的光缆，连接位于亚马逊三角洲两侧的两个北部州首府——阿马帕州和巴拉那州。这一连接升级计划旨在覆盖所有公立学校和医疗单位，助力公共部门现代化（巴西联邦政府，2024年）。

科特迪瓦——定向基础设施建设可以支持特定领域的人工智能应用。例如，电子农业项目旨在增加数字技术的使用，提高农业生产效率和市场准入。

该项目通过提升互联网覆盖率及使用率、推广大规模数字平台应用、修复乡村道路网络以及采用可持续数字服务来普及电子农业，旨在扩大数字技术应用，提高农业生产效率和市场通

达性。该项目兼顾实体基础设施与数字服务建设，体现了能响应社区需求的产业链发展模式（世界银行，2024年）。

日本——“高性能计算基础设施”项目增强了国家人工智能发展的计算能力。该项目利用现有超级计算机，并通过高速网络连接主要大学和国家实验室（信息科学技术研究机构，2024年）。通过分散化访问和机构联网，提高了计算能力的可用性，支持计算密集型领域的创新，增加了人工智能生态系统中新参与者的数量。这种去中心化的组织体系与分布式网络架构，既是数字革命的关键特征，也是先进人工智能生态系统的基石。

大韩民国——《K-芯片法》提高了对半导体企业及其他经济体战略技术投资的税收抵免，重点关注中小企业（Pan，2023年）。该政策通过简化微芯片领域的监管和标准化，支持人工智能价值链关键硬件组件的开发和

生产，为企业发展提供统一和明确的竞争环境。

## 构建负责任的人工智能数据基础

数据是知识经济的关键生产要素。在人工智能出现之前，许多经济体已制定数据政策，但需要对其进行更新；而另有一些经济体仍缺乏数据框架。数据政策应确保数据库在经济各领域具有互操作性和可用性，同时对输入和输出数据实施隐私保护——基于用户同意机制并考虑潜在偏差（联合国贸发会议，2024年d）。

人工智能系统引发了数据所有权方面的关切，同时在生成数据和决策过程中，又衍生出知识产权归属、公平性保障及责任认定等系列问题。推动人工智能发展可能需要重新思考知识产权条款，并建立促进公私合作的机制。此类举措应在推动人工智能创新的同时，保障人权并应对潜在的漏洞和故障。

政策还应回应人工智能的国际性和跨境特征。使用国际市场的云计算服务可以降低成本，但必须避免增加对数据和信息的依赖，进而阻碍国内服务市场的未来发展。

各经济体需要考虑数据价值链的各个环节。政策应明确定义哪些类型的数据可以公开、如何处理这些数据，并

优先制定数据和元数据标准。各经济体还可以通过专门的人工智能计划或开放数据倡议和中心来收集和提供开放数据，<sup>7</sup> 以简化数据整合、存储、访问和协作。<sup>8</sup> 这有助于提高透明度、促进创新并鼓励公众参与人工智能的采用和发展。

政府还可依托产业界力量，通过支持数据交换与聚合平台、数据货币化平台以及特定用途人工智能开发平台来发挥现有优势。不同类型的数据有其特定要求。特别是涉及人类数据或为人类决策的人工智能应用，应制定更高的隐私和责任标准，并建立错误问责机制。政策和标准可通过公众咨询和开放论坛来制定，以吸纳各利益相关方的观点和关切，增强问责制和透明度，促进信任。（表IV. 4）

各经济体可  
通过支持开  
放数据促  
进数据获  
取、整合与  
协作

数据因其非竞争性（即一个数据集的使用不会影响其他用途）而具有广泛社会价值。然而，大型数字企业的强大市场力量可能限制发展中经济体充分获取数据红利的能力（联合国贸发会议，2021年）。联合国贸发会议在最近的一项研究中，分析了数据与可持续发展的关系（联合国贸发会议，2024d年）。第五章将讨论数据在国际层面的影响和挑战。

智利——科学、技术、知识与创新部与经济、发展和旅游部联合建立“数据观测站”。这一公私学合作机制旨在将数据对科研与产业发展的价值最大化。作为多利益相关方组织，观测

<sup>7</sup> “开放数据”是指任何个人或机构均可公开获取、开发利用、编辑修改并基于任何目的自由共享的数据资源。

<sup>8</sup> 开放数据中枢通过整合异构数据构建统一的新系统，实现数据标准化处理并确保兼容性，从而支持多接入点的实时数据处理。此类中枢还可集成数据处理工具与应用程序开发环境：例如GitHub开放数据中枢就提供用于运行大规模分布式人工智能工作负载的开源工具集。

表 IV.4  
数据建设政策案例

智利 数据观测站	德国 移动数据空间	印度 《生物医学研究与医疗健康领域人工智能应用伦理指南》	哥伦比亚 人工智能项目中的隐私设计和隐私默认监管沙盒	新加坡 计算数据分析条款
通过支持数据可用性促进人工智能应用	通过行业数据市场在特定领域应用人工智能系统	确保数据和算法决策的隐私、安全与保障	支持尊重个人信息与权利的人工智能解决方案	修订版权法以支持人工智能发展，平衡数据可及性与安全性
关键措施	关键措施	关键措施	关键措施	关键措施
<ul style="list-style-type: none"> <li>通过公私学合作建立开放数据平台</li> <li>提供跨领域数据服务与分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>推出面向交通行业的数据交易市场平台</li> <li>通过经济回报激励参与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>优先保障人类数据隐私与安全</li> <li>建立确保人工智能在医疗领域开发部署的代表性与问责机制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>创建安全的人工智能实验环境</li> <li>促进公私协作实现经验共享</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引入例外条款支持计算数据分析和机器学习</li> <li>建立版权所有者商业利益保障机制</li> </ul>

来源：联合国贸发会议。

汇聚各方能力与资源，开展从自然科学到城市规划等各领域的科技创新与数据服务分析。该平台采用开放数据模式，便利小型供应商参与，并支持具有社会影响力的数据分析项目。

德国——联邦数字事务与交通部推出“移动数据空间”，汇聚汽车企业、组织与机构，促进数据货币化、互利交换及创新移动人工智能解决方案所需数据（移动数据空间，2024年）。这个基于市场的平台通过潜在经济回报激励参与，代表了一种利用现有产业优势促进人工智能扩散的模式。

印度——医学研究委员会发布《生物医学研究与医疗健康领域人工智能应用伦理指南》，规范涉及人类及其数据的人工智能开发应用（INDIAai，2023年）。该指南强调安全流程与风险最小化，防止对患者造成意外或蓄意伤害。人工智能使用的数据集应确保人群代表性以避免偏

差，并对患者数据实施最高隐私安全标准。

哥伦比亚——数据保护局建立“人工智能项目中的隐私设计和隐私默认监管沙盒”（Ibero-American Data Protection Network，2021年）。这个实验空间允许人工智能企业在遵守国家数据处理法规前提下，合作开发尊重个人信息与权利的解决方案。监管机构全程参与并收集潜在法规调整信息，使沙盒同时成为政策学习工具。

新加坡——《2021年版权法》重构版权制度以适应数字创作传播环境（新加坡法律修订委员会，2021年）。该法旨在为算法训练提供多元数据集，新增的例外条款允许为计算数据分析（如文本数据挖掘、机器学习训练）复制版权作品，同时设置保护版权人商业利益的条件与保障措施（新加坡知识产权局，2022年）。

## 人工智能时代的技能重塑与升级

人工智能有望在短期内改变众多行业形态，重塑劳动力市场结构，转变工作岗位需求，并革新技能要求。市场对具备人工智能应用与开发能力的专业人才需求日益增长，包括数据科学、技术专长及特定商业场景的人工智能技能。

各地需要提升全民数字素养，确保每个人都能在工作与个人生活中利用人工智能，并培养能够开发人工智能系统并根据特定需求进行调整的高素质人才。

这应从教育体系各阶段（从早期教育到成人学习）纳入STEM（科学、技术、工程和数学）和人工智能相关课程开始。在基础教育阶段引入数据科学与人工智能相关课程，有助于培养适应智能经济需求的技术素养，为人工智能驱动型产业储备人才基础。

政府还应推出或鼓励针对技能提升或转岗工人的再培训计划，特别关注在STEM和人工智能领域代表性不足的女性（Green和Lamby, 2023年），以及数字技能水平较低、参与此类培训可能性较小的年长工人（经合组织, 2023年）。政策制定者可以通过赋予所有人群必要的技能组合来应对多样性和包容性问题，使其能够受益于或贡献于人工智能发展。通过与私营机构合作，政府还可以针对特定行业或产业开展定向培训。

菲律宾——2023年，菲律宾国家经济与发展局颁布《数字劳动力竞争力法》。该法案将人力资源发展置于核心地位，旨在提供符合全球质量标准的数字技能公平获取渠道，以加速创新与创业发展。法案针对数据分析、人工智能、工程及云计算等特定数字技能，通过技能提升、转岗培训等项目开展培养，并提供多样化激励措施促进数字职业发展（菲律宾国家经济与发展局, 2023年）。法案采取前瞻性策略，规划以数字技能与技术图谱为基础制定就业与技能发展路线图。同时成立跨部门委员会，整合各政府部门资源，统筹数字技能提升机会宣传、政策干预协调、优势互补等工作，并为培训认证与奖学金提供统一入口。

西班牙——“国家数字技能计划”列出了一系列行动与目标，旨在消除数字技术领域的性别偏见（西班牙经济事务与数字化转型部, 2021年），提升女性群体的人工智能适应能力（Jäkobsone, 2021年；La Moncloa, 2021年）。该计划通过在基础教育阶段引入STEM课程，并设置女性数字职业引导项目，推动女性进入相关领域。计划包含对女性参与数字科技职业的优势、劣势、机遇与威胁的系统分析（西班牙政府, 2021年）。

加纳——为使年轻一代适应快速发展的技术领域，加纳政府将编程课程纳入国民教育体系，并开展教师培训项目（加纳教育部, 2021年）。课程内

容不仅涵盖编程技能，还包括人工智能运作原理、人类与机器智能概念，以及强弱人工智能等基础知识。该项目特别关注性别平等，与“信息通信年轻女性计划”（加纳通信、数字技术与创新部，2024年）等倡议相衔接，其条款与西班牙《国家数字技能计划》具有相似性。

尼日利亚——为促进人工智能生态系统发展，尼日利亚联邦通信、创新与数字经济部启动了“尼日利亚人工智能研究计划”。该计划旨在为个

人和组织提供资金支持，促进知识共享与合作，培育人工智能行业的新参与者（尼日利亚国家信息技术发展署，2024年）。该计划提供数据科学、人工智能和云计算等数字经济相关技能的奖学金。通过促进高技能人工智能研究人员与企业之间的合作，这项计划是构建未来劳动力更广泛战略的组成部分。<sup>9</sup>

表 IV.5  
技能提升与再培训政策案例

菲律宾 《数字劳动力竞争力法》	西班牙 《国家数字技能计划》	加纳 全国初中计算机课程大纲	尼日利亚 人工智能研究计划
关键措施	关键措施	关键措施	关键措施
提升劳动力和公众的数字素养，适应人工智能和数字化转型	消除数字技术领域的性别偏见，提升女性人工智能适应能力	培养国民掌握人工智能发展所需的专业技能	通过促进协作和支持人工智能行业新参与者来培育人工智能生态系统
<ul style="list-style-type: none"><li>• 提供数字技能的技能提升、再培训和培训项目</li><li>• 鼓励数字职业发展，绘制数字技能图谱指导劳动力发展</li><li>• 成立跨部门委员会协调行动，促进数字技能提升</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 在基础教育阶段引入STEM课程</li><li>• 评估女性参与科技行业的现状</li><li>• 制定专项计划引导女性进入数字职业</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 将编程课程制度化并培训教师</li><li>• 扩展课程设置，为青少年提供人工智能和编程基础技能</li><li>• 与促进女性参与信息通信技术的其他倡议相衔接</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 组建高技能研究人员与企业联盟，聚焦国家优先领域</li><li>• 设立数字经济领域奖学金（如数据科学、人工智能、网络安全、云计算）</li></ul>

来源：联合国贸发会议。

<sup>9</sup> 尼日利亚政府启动“300万技术人才计划”，资助选拔人员接受12项专业技术培训。该计划第一阶段以培养3万名学员为目标，后续将逐步扩大规模。

## F. 人工智能政策的全政府方针

产业政策和科技創新政策重获关注，加上人工智能技术的快速发展，已将人工智能政策推向当前政策制定工作的核心位置。人工智能政策对实现结构转型和提高生产率，应对技术扩散过程中出现的其他社会、伦理和环境挑战至关重要。在全球经济日益服务化和数字化的背景下，各地政府亟需调整其产业与科技创新政策，以支持新技术的研发应用，并促进知识成果的传播与吸收。

适应快速变化的全球形势并有效利用前沿技术，要求政府实施及时且目标明确的政策干预。然而，人工智能政策的制定面临特殊挑战：虽然政府在为这些技术提供公共产品方面拥有广泛的决策权，但政策实施路径与效果的不确定性构成了重要制约。采取前瞻性的政策方法有助于把握发展机遇，避免错失关键窗口期后的被动调整。

数据驱动型人工智能的独特性要求建立完善的政策框架，包括健全的数据治理体系，涵盖数据共享与隐私保护的法规标准。人工智能生成新数据的能力及其可能引发的深度伪造与虚假信息风险，要求构建全面的监管机制，不仅要规范

人工智能产品本身，还要对其决策过程进行监管，确保透明度、可解释性、伦理合规和问责机制的有效实施。由于人工智能市场的高度集中性，规模较小的经济体在监管执法方面将面临特殊困难。报告第五章探讨了国际层面人工智能政策的努力，并提出国际范围内支持普惠性人工智能发展的建议。

作为一种具有广泛渗透性的技术，人工智能发展需要采取权政府方针，实现与产业、教育、基础设施和贸易等各领域政策的协同配合。这要求加强跨部门的协调，充分发挥各项行动计划的协同效应。人工智能政策不应局限于税收减免等激励措施，而应构建包含监管、治理和执法的整体体系，引导技术的变革方向，并为应对本世纪的重大挑战提供系统性解决方案。利益攸关方的密切合作对实现社会效益最大化至关重要。为确保人工智能的有效应用与发展，成功的战略还需重点关注基础设施、数据资源和人才技能等关键领域。

各地政府必须调整政策以支持新技术发展和知识传播

## 附件四

### 政策干预措施

本附件提供源自“全球贸易预警”的产业政策信息。<sup>10</sup>

表 1  
2010–2011年和2022–2023年政策干预数量最多的前10个经济体

实施管辖区	干预数量	2010–2011		排名变化
		实施管辖区	干预数量	
美国	1 399	美国	1 562	排名无变化
巴西	1 194	中国	1 552	↑
中国	553	巴西	843	↓
德国	433	澳大利亚	797	↑↑
英国	364	意大利	712	↑
印度	305	德国	685	↓
意大利	273	加拿大	599	↑↑
西班牙	237	印度	558	↓
阿根廷	224	俄罗斯	543	↑↑
波兰	216	法国	485	↑

来源：联合国贸发会议根据全球贸易预警数据计算。

注：双箭头表示排名上升或下降超过10个位次。

<sup>10</sup> 有关数据来源及方法论的详细信息，请参见[https://www.globaltradealert.org/data\\_extraction](https://www.globaltradealert.org/data_extraction)。

表 2  
2022–2023年按主要类别划分的新政策干预措施分布（百分比）

MAST分类体系	发达经济体	发展中经济体	最不发达经济体	所有经济体
C4 进口监测、监管及自动许可措施	0.00	0.04	0.27	0.02
资本管制措施	11.75	0.18	0.00	8.09
D1 反倾销	2.50	1.97	1.88	2.33
D2 反补贴措施	0.55	0.04	0.00	0.38
D31 一般(多边)保障措施	0.00	0.09	0.27	0.03
D32 特殊农产品保障措施	0.84	0.00	0.00	0.58
E1 非自动进口许可程序(不含卫生与植物检疫措施)	0.05	2.47	0.54	0.77
E2 配额	1.33	0.67	0.54	1.12
E3 禁令	4.56	1.21	2.69	3.53
E6 关税配额	3.09	2.94	0.54	2.99
F7 进口环节国内税费	0.40	3.52	4.30	1.40
外国直接投资措施	1.99	1.30	1.08	1.77
G 金融措施	0.05	0.40	2.96	0.21
I1 本地含量措施	2.23	5.11	0.54	3.05
措施类型不明	1.42	0.29	0.00	1.06
补贴	37.58	47.78	19.09	40.23
M1 市场准入限制	0.30	0.16	0.27	0.26
M2 国内价格优惠	0.01	0.16	0.00	0.05
M3 补偿贸易	2.03	1.01	0.27	1.69
M5 政府采购行为规范	1.37	0.09	0.00	0.96
移民措施	0.13	0.47	0.00	0.23
N 知识产权	0.02	0.00	0.00	0.01
P3 出口许可、配额、禁令及其他(不含卫生与植物检疫措施)	8.72	5.32	7.53	7.69
P4 出口价格控制措施	1.63	3.25	0.81	2.10
P6 出口支持措施	4.42	3.07	34.41	4.62
P9 其他未分类出口措施	2.28	0.99	8.87	2.03
关税措施	10.75	17.47	13.17	12.79
总计	100.00	100.00	100.00	100.00

来源：联合国贸发会议根据全球贸易警报的数据计算。

注：贸发会议于2006年成立了多机构支持小组，旨在制定非焦油污染措施的分类法；由此产生的分类法采用MAST缩写。政策干预措施的分类使用非关税措施的国际分类，并添加其他类别来对其他类型的干预措施（例如关税措施和资本管制措施）进行分类。有关分类的信息，请参阅<https://unctad.org/publication/international-classification-non-tariff-measures-2019-version>。

## 参考资料

- acatech (2024年)。数据空间概况说明书。德国国家科学与工程院。
- Agrawal A, Gans J 和 Goldfarb A (2019年)。预测、判断与复杂性：决策制定与人工智能理论。载于：Agrawal A, Gans J 和 Goldfarb A (编)。《人工智能经济学：议程》。芝加哥大学出版社：89–110。
- Bentley SV 等 (2024年)。数字鸿沟在行动：数字技术体验如何塑造与人工智能的未来关系。《人工智能与伦理》，4901–915。
- 巴西联邦政府 (2024年)。《新增长加速计划》。参见：<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac>。
- 巴西国家数据保护局 (2024年)。第20/2024/PR/ANPD号决定令。参见：<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-decisorio-n-20/2024/pr/anpd-569297245>。
- 中国科学技术部 (2017年)。《新一代人工智能发展规划》。《中国科技通讯》。中华人民共和国科学技术部国际合作司。
- Collingridge D (1982年)。《技术的社会控制》。St. Martin's Press。纽约。
- Corrado C 等 (2022年)。无形资产与现代经济。《经济展望杂志》，36(3):3–28。
- 中国国家互联网信息办公室 (2023年)。《生成式人工智能服务管理暂行办法》。参见：[https://www.cac.gov.cn/2023-07/13/c\\_1690898327029107.htm](https://www.cac.gov.cn/2023-07/13/c_1690898327029107.htm)。
- Data Observatory (2024年)。开放数据平台及资源。参见：<https://dataobservatory.net/>。
- 欧盟委员会 (2021年)。《战略依赖与能力》。欧盟委员会工作人员工作文件。布鲁塞尔。
- 欧盟委员会 (2024年)。“地平线欧洲”新资金促进欧盟人工智能和量子技术研究。参见：<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/new-horizon-europe-fundingboosts-european-research-ai-and-quantum-technologies>。
- 欧洲议会与欧盟理事会 (2024年)。《欧盟人工智能法案》。
- 欧洲议会与欧盟理事会 (2016年)。《欧洲议会和欧盟理事会2016年4月27日第(EU)2016/679号条例——关于个人数据处理中自然人保护及此类数据自由流动，并废除第95/46/EC号指令（通用数据保护条例）》。
- Evenett SJ (2019年)。全球金融危机以来的保护主义、国家歧视与国际商业。《国际商业政策杂志》，2(1):9–36。
- Filippetti A 和 Vezzani A (2022年)。公共研究的政治经济学：为何某些政府更致力于研究。《技术预测与社会变革》，176:121482。
- Foray D (2004年)。《知识经济学》。麻省理工学院出版社。
- Gereffi G (2020年)。COVID-19大流行对全球价值链的启示：以医疗物资为例。《国际商业政策杂志》，3(3):287–301。
- 加纳通信与数字化部 (2024年)。“女孩ICT计划”：通过ICT赋能女性。参见：<https://moc.gov.gh/girls-in-ict-2024/>。
- 加纳教育部 (2021年)。《计算基础课程(CCP)：初中1-3年级课程》。国家课程与评估委员会。
- Green A 和 Lamby L (2023年)。《经合组织人工智能劳动力供需与特征分析》。经合组织社会、就业与移民工作论文第287号。
- Haenlein M 和 Kaplan A (2019年)。《人工智能简史：过去、现在与未来》。《加州管理评论》61(4):5–14。
- 伊比利亚-美洲数据保护网络 (2021年)。《哥伦比亚数据保护局启动人工智能项目隐私设计默认创新监管沙盒》。参见：<https://www.redipd.org/en/news/colombia-data-protection-authority-launches-innovative-regulatorsandbox-privacy-design-and>。
- INDIAai (2023年)。《印度医学研究委员会发布生物医学研究与医疗健康领域AI伦理准则》。参见：<https://indiaai.gov.in/news/icmr-releases-ethical-guidelines-for-ai-inbiomedical-research-and-healthcare>。
- 国际电信联盟 (2022年)。《2022全球连接报告》。日内瓦。
- Jākobsone M (2021年)。《西班牙国家数字技能计划》。参见：<https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/national-initiatives/national-strategies/spain-national-plan-digital-skills>。
- Juhász R 等 (2024年)。《产业政策新经济学》。美国国家经济研究局工作论文w31538。美国剑桥。

西班牙首相府（2021年）。《西班牙加速数字化转型跻身欧洲互联前列》。参见：[https://www.1amoncloa.gob.es/lang/en/gobierno/news/paginas/2021/20211202\\_spain-digital-day.aspx](https://www.1amoncloa.gob.es/lang/en/gobierno/news/paginas/2021/20211202_spain-digital-day.aspx)。

Maslej N, Fattorini L, Perrault R, Parli V, Reuel A, Brynjolfsson E, Etchemendy J, Ligett K, Lyons T, Manyika J, Niebles JC, Shoham Y, Wald R 及 Clark J (2024 年)。《2024年AI指数报告》。斯坦福大学以人本人工智能研究所。美国。

移动数据空间（2024年）。《移动数据空间解决方案与功能》。参见：<https://mobilitydataspace.eu/>。

Morrison A, Pietrobelli C 及 Rabellotti R (2008年)。《全球价值链与技术能力：发展中经济体学习与创新研究框架》。《牛津发展研究》36(1):39–58。

Mwenda, Mwenda T, Baru J, Chege B, Kitonga K, Lemayian D, Powers W, Mburu W, Ngaruiya N, Gitau S 等 (2024年)。《非洲制造：AI设计、部署与治理的非洲视角》。Qubit Hub。

尼日利亚国家信息技术发展局（2024年）。《尼日利亚人工智能研究计划》。参见：<https://airg.nitda.gov.ng/>。

经合组织（2023年）。《2023年经合组织就业展望：人工智能与劳动力市场》。巴黎。

经合组织（2024a）。经合组织人工智能政策观察站。参见：<https://oecd.ai/en/dashboards/overview>。

经合组织（2024b）。《新兴技术预见治理框架》。OECD科学、技术与产业政策文件第165号。

O’Shaughnessy M 和 Sheehan M (2023年)。《全球两项AI治理实验的经验启示》。参见：<https://carnegieendowment.org/posts/2023/02/lessons-from-the-worlds-two-experiments-in-ai-governance?lang=en>。

Pan C (2023年)。《韩国<芯片法案>及其对国际公司与投资者的影响》。参见：<https://www.goodwinlaw.com/en/insights/publications/2023/06/alerts-privateequity-thesouth-korean-k-chips-act>。

菲律宾国家经济与发展署（2023年）。《菲律宾数字劳动力竞争力法案》。

Pietrobelli C (2021年)。《全球价值链背景下的产业创新新政策》。载于：Lee J-D 等编《新兴经济体技术与经济赶超的挑战》。牛津大学出版社。

Pisano GP 和 Shih WC (2009年)。《重振美国竞争力》。《哈佛商业评论》87(7/8):114–125。

信息科学技术研究机构（2024年）。《高性能计算基础设施概述》。参见：[https://www.hpci-office.jp/en/about\\_hpci/what\\_is\\_hpci](https://www.hpci-office.jp/en/about_hpci/what_is_hpci)。

Rodrik D (2004年)。《21世纪的产业政策》。哈佛大学。美国。

Rodrik D (2016年)。《过早去工业化》。《经济增长杂志》21(1):1–33。

新加坡知识产权局（2022年）。《2021年版权法情况说明书》。新加坡知识产权局。

新加坡法律修订委员会（2021）。《2021年版权法》。

西班牙政府（2021年）。《国家数字能力计划》(Plan Nacional de Competencias Digitales)。

西班牙经济事务与数字化转型部（2021年）。《数字化转型与IT战略工具包》。

《卫报》（2024年）。《加州推进监管大型AI模型的里程碑式立法》。

《华盛顿邮报》（2024年）。《加州AI法案通过州议会，将AI争议推向纽瑟姆》。

联合国贸发会议（2013年）。《2013年世界投资报告：全球价值链-投资与贸易促进发展》。(联合国出版物，销售编号E. 13. II. D. 5, 纽约)。

联合国贸发会议（2019年）。《2019年数字经济报告：价值创造与获取-对发展中经济体的影响》。(联合国出版物，销售编号E. 19. II. D. 17, 纽约)。

联合国贸发会议（2021年）。《2021年数字经济报告：跨境数据流动与发展-数据为谁流动》。(联合国出版物，销售编号E. 21. II. D. 18, 纽约)。

联合国贸发会议（2023年）。《2023年技术和创新报告：开启绿色窗口-低碳世界的技术机遇》。(联合国出版物，销售编号E. 22. II. D. 53, 日内瓦)。

联合国贸发会议（2024a）。《2024年贸易与发展报告：不满时代的发展反思》。(联合国出版物，销售编号E. 24. II. D. 23, 纽约)。

联合国贸发会议（2024b）。《2024年非洲经济发展报告：释放非洲贸易潜力-提振区域市场与降低风险》。(联合国出版物，销售编号E. 25. II. D. 5, 纽约)。



- 联合国贸发会议（2024年c）。《科学技术创新促进发展的全球合作》。
- 联合国贸发会议（2024年d）。《发展数据》。技术统计报告UNCTAD/DTL/TIKD/2024/2。联合国，纽约。
- 联合国（2022年）。《2022年电子政务调查：数字政府的未来》。联合国，纽约。
- 联合国人工智能咨询机构（2024年）。《以人为本的AI治理：最终报告》。高级别人工智能咨询机构。参见：<https://www.un.org/en/ai-advisory-body>。
- 美国政府（2022年）。《AI权利法案蓝图》。白宫。
- 美国参议院商务、科学与交通委员会（2022年）。《芯片与ORAN投资部门概要》。HR 4346，《2022年芯片与科学法案》。
- Välijä T（2008年）。《“没有政策是孤岛”——论产业政策与其他政策的互动》。《政策研究》29(1):101-118。
- Warwick K（2013年）。《超越产业政策：新议题与趋势》。OECD科学、技术与产业政策文件第2号。
- 世界银行（2024年）。《科特迪瓦-电子农业项目》。华盛顿特区。
- Zhang D等（2022年）。《2022年AI指数：AI工业化与日益增长的伦理关切》。斯坦福大学以人为本人工智能研究所，美国。

# 技术和创新报告 2025

## 第五章 全球合作促进包容 和公平的人工智能

当前国际人工智能治理体系呈现高度碎片化特征，且主要由发达经济体主导。人工智能技术大多掌握在少数科技巨头手中，这些企业往往将商业利益置于社会效益之上。由于人工智能技术可跨境部署，其影响力早已超越国界限制。

在此背景下，各地政府亟需采取行动，制定以公共利益为导向的国际人工智能发展准则，推动人工智能成为全球公共产品。尽管多数发展中经济体在人工智能未来发展格局中具有重大利益，但对其发展方向的影响力有限，这种失衡可能导致全球人工智能治理的失效。

为此需要建立多方协作机制，确保人工智能技术普惠可及，使其在应对全球挑战中发挥包容性创新作用。完善的全球人工智能治理框架应包含针对企业、政府和机构的问责机制。联合国贸发会议在本报告中倡导“普惠人工智能”发展路径，通过加强基础设施、数据资源和技能建设三大支柱，引导技术发展符合人类共同目标与价值取向。



# 关键政策要点

- ▶ **行业承诺框架**——公开披露人工智能系统可提升透明度与问责制。可参照环境、社会和治理框架构建人工智能领域的相应框架，可包含贯穿人工智能全生命周期的影响评估以及对人工智能系统运行方式的详细说明。待统一标准确立后，认证机制可从自愿报告转变为强制报告，并辅以配套执法措施。
- ▶ **共享的数字公共基础设施**——全球性的共享设施（例如借鉴欧洲核子研究中心的模式）可以提供平等使用人工智能基础设施的机会。政府还可以通过公私伙伴关系与私营部门合作，加快建设本土创新生态中的人工智能数字公共基础设施。定制化的数字基础设施系统能够提供关键资源与服务，以支持人工智能的采用和发展。
- ▶ **开放式创新**——开放式创新模式（如开放数据、开源软件）能够实现知识和资源的普及化，从而推动具有包容性的人工智能创新。国际社会可通过协调和整合全球范围内宝贵但分散的开源人工智能资源获益。使用相互关联、可互操作、标准统一的资源库可以增强全球知识储备，并通过确保质量和安全的可信枢纽提升可及性。
- ▶ **全球枢纽**——可参照联合国气候技术中心与网络，建立一个人工智能中心与网络，作为人工智能能力建设的全球枢纽，用于促进技术转让并协调对发展中经济体的技术援助。
- ▶ **南南合作机制**——加强科技领域的南南合作，能够增强发展中经济体应对共同的人工智能挑战的能力。可利用现有机制交流人工智能技术、数据和服务，推动人工智能框架和政策的共享与协调。如可在贸易协定中纳入人工智能技术和服务条款。区域机构可协助分享最佳做法和制定协调一致的人工智能政策。



人工智能技术可被复制并几乎不受地域限制地部署，其影响力已超越国界

## A. 全球人工智能治理的必要性

许多与人工智能有关的问题，在经济体层面上可以通过周密的政策予以应对。然而，由于人工智能涉及几乎可在任何地方复制和使用的无形商品和服务，因此也会产生跨境影响。这就需要国际合作。确保人工智能成为公共产品，需要多利益攸关方合作，使之具备可及性、公平性和全民受益性，促进包容性创新，以应对全球挑战。

人工智能必将深刻改变技术、经济和社会格局，在带来新机遇的同时也伴随新风险，这要求我们建立更强大的协作机制，重点包括以下方面：

- 重塑经济格局——人工智能推动创新与价值创造向知识密集型产业转移，重塑多极化世界中的经济机遇与权力格局。这一变革同时促使传统行业转型升级，推动各经济体服务化程度持续深化。虽然人工智能能激发经济活力并开拓新机遇，但也可能造成劳动力替代效应，削弱发展中经济体在低成本劳动力方面的比较优势。
- 头部企业主导——人工智能的研发与应用目前由少数大型跨国公司主导。私营企业以股东利益最大化为驱动力，但其决策可能产生全社会影响。大国尚可对这些企业实施监管，但小国（尤其是欠发达经济体）往往缺乏制度能力与经济实力。若不能建立国际协作机制与共同准则，这些经济体将被迫接受其他经济体制定的技术规则。

- 技术扩散迅猛——新型基础模型与人工智能应用可在短期内实现全球扩散，往往在政策制定者尚未察觉时已对各地经济与企业产生深远影响。例如，Facebook当年耗时约10个月获得100万用户，推特（现称X）约两年；而ChatGPT仅用两个月就突破1亿用户（Hu, 2023年）。如此迅速的扩散速度要求各地在监管与监测方面加强协调，以实现更广泛的社会效益（Cihon, 2019年）。

- 监管滞后困境——技术发展速度常超越现有监管框架的适应能力，在欠发达经济体尤为突出。这意味着发展中经济体数亿人口虽无法影响技术变革方向，却必须承受其潜在负面影响。包括各类算法偏见——基于偏差或歧视性数据训练的人工智能技术可能忽视特定社会、经济、环境与文化背景，加剧现有数据鸿沟（联合国贸发会议，2024年a）。各地差异化的监管机制可能导致跨国界、跨行业或跨社会群体的矛盾影响，造成利益分配不公。

- 数据与技能跨境流动——人工智能应用依托数字基础设施，依赖通过国际枢纽流动的数字技能与海量数据。数字贸易、国际商务及互联网平台服务中的跨境数据流正快速增长。这种数字经济具有显著的规模报酬递增特征，形成“数据创造价值——价值催生更多数据”的自我强化循环（联合国贸发会议，2024年a）。此外，特定劳动者正通过在线自由职业、虚

拟工作或向就业机会更优的经济体迁移，日益深入地参与全球劳动力市场

中——此类流动通常呈现从发展中经济体向发达经济体的单向趋势。

## B. 符合社会目标的人工智能

### 跨国科技巨头的垄断格局

私营部门主导技术发展并非新现象，但在人工智能领域，私营企业对该技术的掌控程度和理解深度达到了前所未有的水平。这种失衡局面严重限制了各地政府引导人工智能朝着公共利益方向发展的能力。

当前的人工智能热潮建立在机器学习、自然语言处理等数十年的学术工作基础上，但大多数最新前沿和引人注目的研究都由私营企业进行，且未发表在经过同行评审的科学期刊上。2023年，企业研究人员仅贡献了3.8%的人工智能相关学术论文。当前绝大多数知识成果产生于封闭体系内，这既限制了技术学习空间，也抑制了思想外溢效应（Owens, 2024年；国际乐施会，2024年）。

跨国科技公司在人工智能领域的主导地位十分显著，由于其市场份额，可以被视为一种寡头垄断。例如，Alphabet、亚马逊和微软通过其计算服务和存储能力控制了全球云市场的三分之二以上（Lynn等，2023年）。

在支撑大规模计算的关键硬件——图形处理器领域，英伟达在2024年第三季度占据了90%的市场份额，已形成事实上的市场垄断（Jon Peddie

Research, 2024年）

相应地，私营企业在人工智能投资中占据主导地位。2021年，全球行业支出超过3400亿美元，而美国政府机构（不包括国防部）支出15亿美元，欧盟委员会支出11亿美元（Owens, 2024年；联合国贸发会议，2021年a）。中国政府通过各种支持计划加大了对人工智能相关企业的支持力度，过去十年累计达到2100亿美元（Bergia等，2024年）。总体而言，私营企业拥有吸引和留住高技能员工的资源。2004年至2020年间，北美大学人工智能相关领域博士毕业生进入企业的比例从21%上升到70%（Ahmed等，2023年）。跨国科技公司还从国内企业吸引人才和资源，这可能会阻碍经济体内部的知识溢出（Holm等，2020年）。

少数私营企业在人工智能领域的主导地位正在制造新的安全风险。一个编程错误就可能在全球范围内迅速扩散产生影响。

2024年7月，CrowdStrike发布的安全软件故障更新导致约850万台微软操作系统崩溃，造成全球范围内的大规模中断，影响商业运营以及公共和关键基础设施（Oldager, 2024年；菲律宾星报，2024年；Weston, 2024年）。

人工智能领域的最新进展主要由跨国科技公司主导

人工智能领域的寡头垄断可能给各地带来系统性风险

若缺乏外部监管，企业基于保持竞争力和投资回报率的考量，往往难以在研发流程中优先考虑伦理因素和社会影响，也不会主动解决算法偏见或虚假信息等潜在问题。

若无外部监管，企业不太可能优先考虑伦理和社会影响

即使是旨在产生社会影响的人工智能项目，也可能感受到利润动机和资本市场的压力。例如，OpenAI最初是作为非营利组织成立的，但为了获得必要的资金，后来成立了一家营利性子公司。截至本文撰写时，为了使公司对投资者更具吸引力，OpenAI正计划将其核心业务重组为一家营利性公益公司，不再受其非营利董事会的控制（Hu和Cai，2024年）。

在巨额利润驱动的压力下，企业自律机制往往收效甚微。当前监管权力关系呈现逆向态势——企业反而对政府施压，而非受公共政策约束。诸多科技公司持续影响法规与公共政策制定（联合国贸发会议，2021年b）。此外，尽管这些企业有动力在大型市场与政府合作，却鲜少主动与小型经济体建立互利关系。

针对市场垄断抑制竞争的日益担忧，多个司法管辖区已启动反垄断调查，包括德国、印度、日本、韩国、英国、美国及欧盟等（Chu，2022年；Gil，2023年；Milmo，2024年；Kim和Kim，2024年；《读卖新闻》，2024年；White，2024年）。

行业自发的人工智能治理倡议缺乏广泛代表性，可能过度反映大公司需求

## 多方利益攸关者参与的重要性

若要使人工智能治理实现私营部门激励与社会发展目标及公共利益的协调统一，就必须采取多方利益攸关者共同参与的模式。技术层面需遵循公平原则——即可发现、可获取、可互操作和可复用（GO FAIR，2016年）；同时须贯彻审慎原则——即追求集体效益、保障管控权限、落实责任伦理，并始终以人民福祉和社会价值为依归（GIDA，2020年）。

国际合作可借助更易获取的开源技术，使其不仅成为科学的研究的基石，更能加速创新进程。开放式创新能加强科学、技术和创新（科技创新）领域的国际合作，促进知识扩散，创建共享能力池，使资源相对匮乏的经济体也能受益于人工智能发展。

目前已有若干行业组织致力于引导和自律人工智能的责任发展。例如，人工智能联盟汇聚技术开发者、研究人员和行业领袖，推动基于开放创新的安全负责任人工智能发展；人工智能治理联盟专注于跨行业负责任地整合人工智能技术，推进安全先进人工智能系统的技术标准；前沿模型论坛致力于人工智能安全研究，确立开发部署的最佳实践。

这些倡议虽重要但代表性不足，前沿模型论坛仅涉及少数科技巨头；更具包容性的机构至多涵盖数百个实体，且主要来自发达经济体。唯有大型企业拥有资源参与各类讨论，并在不同论坛中主张自身观点。

## 纳入消费者视角的必要性

全球人工智能治理应当充分吸纳公众意见、发展诉求与社会关切。

图V.1显示的多国调查结果表明，人们对个人数据保护及人工智能产品服务交互存在普遍担忧（益普索，2023年）。



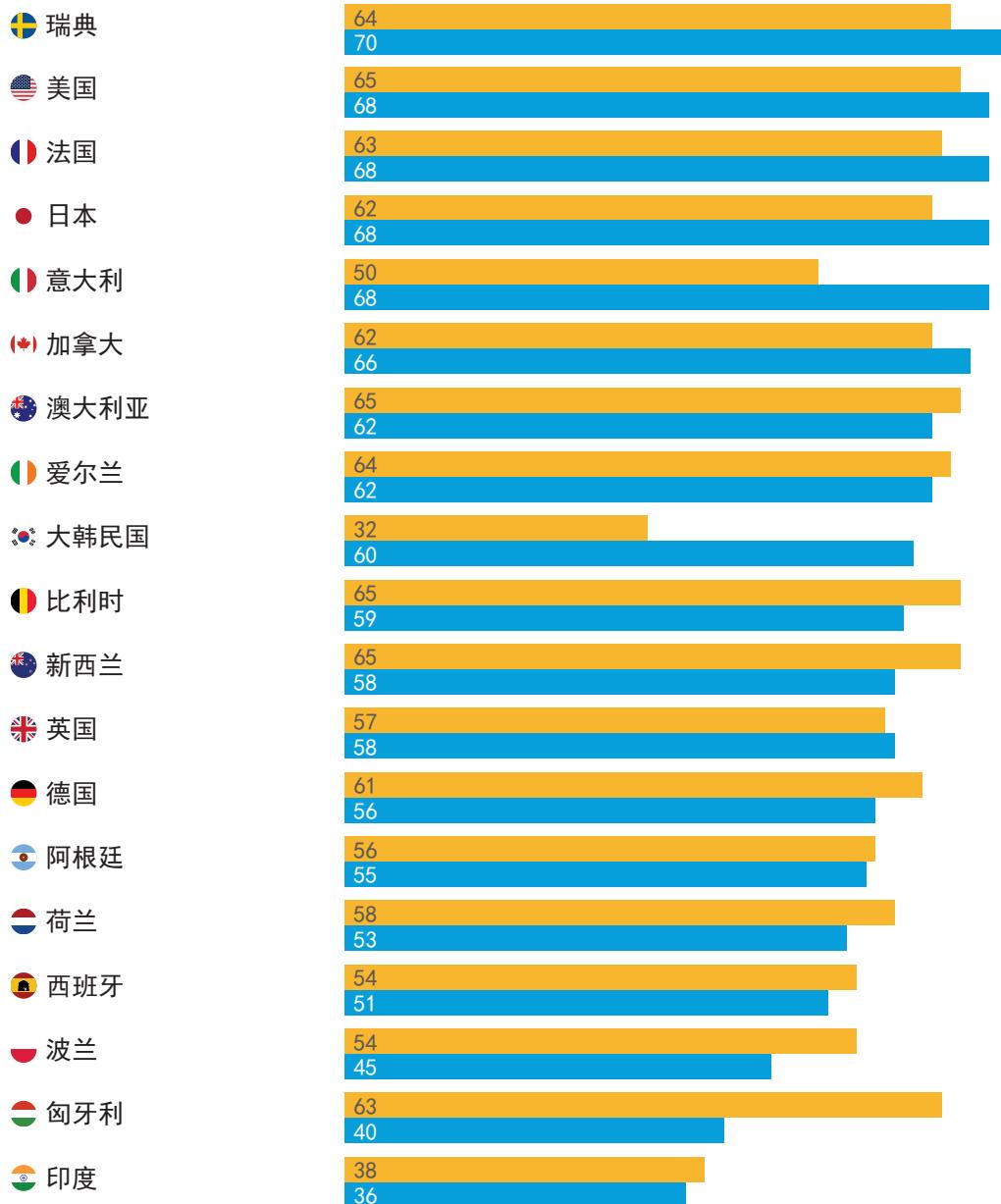
图V.1

关于人工智能与个人数据的公众意见

(回答“不”的受访者比例，百分比)

■ 您知道哪些类型的产品和服务使用人工智能吗？

■ 您是否相信使用人工智能的公司会保护个人数据？



来源：联合国贸发会议根据全球贸易预警数据计算。

注释：不包括样本可能无法反映普通公民观点的经济体。

## 消费者对 个人数据 保护缺乏 信任

调查显示，多数受访者不认为使用人工智能的企业会保护其隐私。在加拿大、法国、意大利、日本、瑞典和美国，仅30%的受访者信任企业会合规使用其数据。此外，大多数受访者并不清楚哪些产品和服务应用了AI技术，这使其面临潜在滥用风险。例如，部分企业未经授权采集社交媒体及网络照片构建人脸数据库（Cadelon等，2022年）。

在制定一套国际公认的保护消费者权利原则时，联合国《消费者保护准则》（联合国贸发会议，2016年）是重要参考框架。该准则可协助各地——尤其是制度薄弱经济体——建立符合消费者诉求的保护体系，促进市场差异化与国际协作。

消费者保护的核心关切在于生成式人工智能驱动的数字复制品，包括深度伪造内容——如音乐表演的数字化重现、政治人物及其他公众人物的仿冒形象，以及真实与人工合成图像的混合体（可能生成令人不适的图像及露骨内容）。此类技术对公众构成多重风险：传播虚假信息、损害个人声誉，甚至破坏选举公正（联合国秘书长，2023年）。美国版权局最新报告指出，数字复制品存在四大风险：隐私侵犯、不正当竞争、消费者权益侵害及潜在欺诈行为。（美国版权局，2024年）。

立法应保护所有个人，不论其知名度或商业曝光度，并将责任与制作或传

播未经授权的数字复制品相关联（美国版权局，2024年）。

## 知识产权保护

人工智能的使用也给知识产权保护带来了新的不确定性。在当前知识产权法律体系下，如何对待人工智能辅助或人工智能生成的发明应如何认定尚不明确（Cuntz等，2024年）。一般而言，人工智能算法本身不可被授予专利，除非以软件形式呈现，且仅在美国等少数司法管辖区适用。然而，由于人工智能基于概率模型的统计学特性，计算机软件专利如何适用于此类情况尚未形成定论（世界知识产权组织，2024年）。在大多数司法管辖区，专利保护仅适用于构成新发明并与自动驾驶控制系统等技术设备相关联的应用方案。

关于人工智能生成的发明，英国最高法院在2021年裁定，人工智能不能被列为专利发明人，因为机器不能持有（及转让）财产权，也未曾真正构思任何发明（英国最高法院，2021年）。美国专利商标局和欧洲专利局亦作出类似裁决。<sup>1</sup>值得关注的例外是南非，该国2021年曾批准将人工智能系统列为发明人的专利申请（知识产权观察组织，2021年）。<sup>2</sup>

知识产权政策面临的另一个挑战是如何在利用现实世界数据训练人工智能模型的同时保护现有版权。

<sup>1</sup> 为协调并提升全球专利审查流程效率，世界主要知识产权局已成立专项工作组，确认有必要针对新兴技术与人工智能相关审查实践制定专门指南。（参见：<https://www.fiveipoffices.org/node/9181>）。

<sup>2</sup> 该专利申请在欧洲专利局、英国知识产权局及美国专利商标局均未获批准。

在许多情况下，训练数据是否属于现行版权保护例外尚不明确。针对这些

问题，确保法律规定的明确性、连贯性与一致性至关重要。

## C. 国际论坛人工智能治理倡议

### 碎片化的政治进程

近期多边论坛提出了多项倡议和框架，包括：

- 经合组织（OECD）——2019年，经合组织理事会通过《人工智能原则》，确立了首个促进人工智能创新与信任的政府间标准框架。
- 二十国集团（G20）——2019年通过的《人工智能原则》要求各利益相关方确保人工智能发展兼具问责制与可持续性，切实造福人类与地球家园。
- 全球人工智能伙伴关系——2023年一份部长级宣言强调需将伦理考量融入人工智能发展。
- 七国集团（G7）——2023年所发表的《广岛人工智能进程七国集团领导人声明》，为先进人工智能系统制定了基于风险的行为准则，同时允许各司法管辖区自主选择实施路径。
- 人工智能安全峰会——2023年《布莱切利宣言》呼吁加强基于风险政策的国际合作。
- 人工智能首尔峰会——2024年《首尔宣言》警示高级人工智能的潜在风险，提议建立国际人工智能安全研究所网络。
- 欧洲委员会——2024年通过首份具有

法律约束力的国际条约《人工智能与人权、民主与法治框架公约》。<sup>3</sup>

然而，这些倡议均非全面性方案。图V.2显示，这七项主要的国际倡议大多由七国集团（G7）成员主导，而共有118个经济体——主要来自全球南方经济体——尚未参与任何一项倡议（联合国人工智能顾问机构，2024年）。现有国际倡议之间缺乏协调与统一，可能导致全球治理体系出现漏洞与矛盾，进而形成碎片化格局。

全球南方经济体从内容审核到稀土金属供应（联合国贸发会议，2024年b），为人工智能系统运行提供关键服务与资源，却在人工智能治理中代表性不足。这种缺席使治理框架难以有效应对发展中经济体的核心关切，包括：人工智能相关采矿造成的环境退化、硬件制造与生命周期中的恶劣劳动条件（参见第二章），以及脆弱地区人工智能数据工作的社会经济影响。

全球人工智能治亟需加强全球南方及边缘化脆弱群体的包容性参与。尽管其生计深受影响，这些群体至今仍被主要排除在决策进程之外（联合国，2020年）。

发展中经济体有限的代表性可能导致全球人工智能治理的失败。

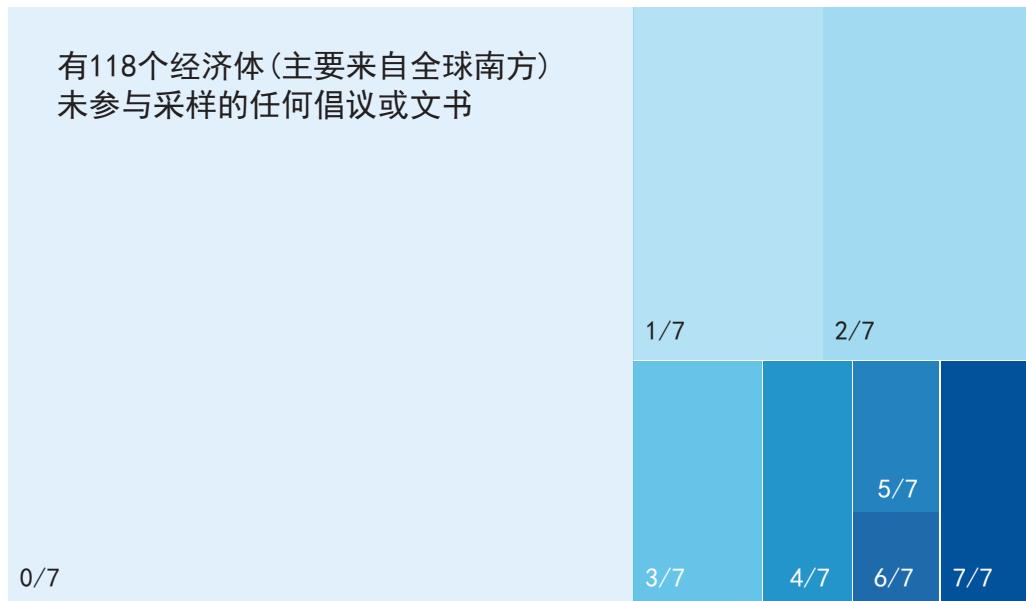
<sup>3</sup> 截至2024年9月，下列各方已签署该公约：安道尔、格鲁吉亚、冰岛、以色列、挪威、摩尔多瓦共和国、圣马力诺、英国、美国，以及代表27个成员国的欧盟。



图 V.2

人工智能治理方面的国际倡议主要由七国集团成员主导

各经济体参与情况（从0到7项倡议）（方框大小与各类别经济体数量成正比）



来源：联合国贸发会议，基于联合国人工智能高级别咨询机构(2024年)。

注：本图涉及的倡议包括：经合组织《人工智能原则》(2019年)；二十国集团《人工智能原则》(2019年)；欧洲委员会人工智能公约起草小组(2022 - 2024年)；《全球人工智能伙伴关系部长级宣言》(2022年)；《广岛人工智能进程七国集团领导人声明》(2023年)；《布莱切利宣言》(2023年)；推进人工智能安全、创新、包容的《首尔部长声明》(2024年)。

## 逐渐形成的共同原则

七大国际人工智能治理倡议的演进轨迹显示，治理范式已从“原则导向”显著转向“风险本位”。（表V.1）

这一转变伴随着对行业利益攸关方的呼吁，要求开发安全可信的人工智能系统，并在全生命周期中强化透明度

与问责机制。专栏V.1详细探讨了人工智能监管路径的转型，即从原则框架构建到风险应对的演进过程。

 表 V.1  
七大国际人工智能治理倡议概览

倡议	描述	重点	具体要求
经合组织《人工智能原则》(2019年)	为国际合作和互操作性提供基础，确保人工智能系统可问责。	最大化经济效益并最小化风险，促进经济增长和可持续性。	包容性增长、以人为本的价值观、透明度、安全性和问责制。
二十国集团《人工智能原则》(2019年)	解决贸易与数字经济的交叉问题，呼吁基于证据的政策方法。	负责任管理可信人工智能的原则，强调经济体政策与国际合作的必要性。	问责制及包容性、安全的数字化（遵循经合组织关于人工智能的建议）。
全球人工智能伙伴关系(2020年)	致力于在尊重人权的前提下推动人工智能的负责任发展。	专家合作，研究负责任人工智能、数据治理、未来工作、创新与商业化试点项目。	人权与普世价值观，促进国际合作（与经合组织合作的综合性伙伴关系）。
广岛人工智能进程之友小组(2023年)	旨在为所有行为体（包括新兴经济体、私营部门和学术界）推广安全、可靠和可信的人工智能系统。	基于风险的方法，但允许不同司法管辖区选择各自的实际形式。	考虑人工智能生命周期，以风险为基础，确保安全、可信和可靠的人工智能（G7峰会后成立）。
布莱切利人工智能安全宣言(2023年)	确立对前沿人工智能风险与机遇的共同责任。	呼吁合作识别人工智能安全风险并制定相应的风险政策。	关注跨国政策需求，发展相关能力以减轻前沿人工智能的潜在风险。
首尔宣言(2024年)	承认人工智能带来的风险，呼吁国际合作以实现包容与安全的人工智能。	基于风险的方法，确保人工智能设计、开发、部署和使用的安全、可靠与可信。	优先通过国际合作应对人工智能风险，秉持以人为本的愿景（延续布莱切利宣言）。
欧洲委员会人工智能委员会(2024年)	首个具有法律约束力的国际人工智能条约，涵盖人工智能系统全生命周期。	通过人权、民主和法治影响评估方法，制定以人为本的标准。	以风险为本的方法，在人工智能全生命周期内促进人权、透明度和民主价值，推动利益相关方参与，并倡导负责任的创新（生命周期定义参照“广岛进程”）。

来源：联合国贸发会议。



## 专栏 V.1 人工智能监管的不同路径

人工智能监管致力于在技术创新、伦理考量与安全保障之间取得平衡。这一领域正处于动态发展之中，不同经济体正根据各自独特的文化背景、法律传统和政治体制探索并实施差异化的监管方案。目前国际上主要存在三种具有代表性的监管路径。

### 原则导向

典型范例是2019年经合组织通过的《人工智能原则》。此类基于原则的监管框架具有适应技术变革的灵活性优势，其宽泛的指导方针能够随着技术进步而不断演进。然而，这种模式也存在着明显的局限性：由于其实施完全基于自愿原则，往往导致遵守程度参差不齐且缺乏有效问责机制，企业可能基于利益考量选择性遵循或完全忽视某些原则，将利润置于伦理之上，进而引发潜在危害。此外，过于笼统的原则性规定通常难以有效应对隐私侵犯、算法偏见以及自主系统责任认定等复杂的技术与法律挑战。

为了解决这些问题，监管框架需要向更具针对性的方向发展。一种可行的解决方案是建立覆盖人工智能全生命周期的综合性许可制度，从硬件获取到模型开发和部署的各个阶段，确保符合风险管理标准。相关实体需要在不同阶段取得许可，确保遵守旨在降低风险的专门标准。通过执行明确的预防性合规规则，此类许可制度将有助于管控人工智能相关风险，保障公共利益，并增强社会对人工智能技术的信任度。

### 风险应对

人工智能系统往往如同“黑箱”般运作，其内部运行机制鲜少透明可察。基于风险的治理方法可在技术部署前识别并减轻潜在危害。2019年，北京智源人工智能研究院发布《人工智能北京共识》，呼吁在系统成熟度、可靠性和可控性方面持续改进。而欧盟《人工智能法案》则将人工智能应用按风险等级划分为四类：不可接受风险、高风险、有限风险和最小风险。以生物特征识别为例的高风险应用需遵守严格监管规定，确保在进入市场前防范潜在危害。

基于风险的方法解决了人工智能系统的复杂性和不可预测性。通过预先监管，企业只能部署符合合规标准的人工智能系统。这种监管减轻了低风险人工智能的负担，同时对高风险应用实施了严格的监管。此外，从一开始就鼓励安全和道德规范，有利于减少集体伤害。然而，这种方法也有局限性。对人工智能技术进行分类可能非常主观且具有挑战性，尤

其是那些能够自我修改并随着时间推移而发展的人工智能系统。虽然这种方法旨在防止伤害，但它缺乏纠正性司法的规定，这意味着寻求赔偿的受影响个人可能需要补充责任框架。

### 责任导向

责任导向型人工智能治理模式通过确立法律救济途径，使个人能够就人工智能相关损害寻求赔偿，并借助统一规则与标准提升公平性与可预期性。该模式要求开发者和部署者对其人工智能系统负责，从而促使企业从设计源头就将安全性、可靠性与伦理性置于优先地位。如此既可培育更具可信度与稳健性的人工智能技术，使消费者与社会共同受益，但亦可能因企业过度谨慎而延缓创新步伐——例如，开发者可能因担忧人工智能模型遭非预期误用所导致的法律后果而趋于保守。

2024年美国加州参议院通过《前沿人工智能模型的安全与保障创新法案》，要求开发者在模型训练前制定独立的安全保障书面协议，以及建立即时全面停机的技术能力。然而，州长最终行使否决权，理由是该法案既未“基于人工智能系统与能力的实证发展轨迹分析”，且仅针对成本最高的大型模型。

来源：北京智源人工智能研究院，2019年；Botero Arcila，2024年；加州参议院，2024年；加州州长办公室，2024年；Carpenter和Ezell，2024年；Li，2024年；经合组织，2024年。

## D. 联合国对人工智能治理的贡献

《未来契约》强调了国际科技合作在把握科技创新效益方面的重要性

多年来，联合国在关于人工智能治理的全球讨论中作出了重要贡献。（图V.3）例如，国际电信联盟自2017年起定期举办“人工智能向善全球峰会”，这一关键平台致力于识别可推动可持续发展目标的人工智能应用，并扩大此类应用的全球影响力。联合国系统内其他促进科技认知的重要平台还包括：科学和技术促进发展委员会（科技促发委）以及科学、技术与创新促进可持续发展目标多利益攸关方论坛（科技创新论坛）。

2021年，成员国通过了首个全球人工智能伦理标准。联合国教科文组织《人工智能伦理问题建议书》构建了包含共同价值观、指导原则及行动纲领的规范性框架，为各地立法和政策制定提供基准（联合国教科文组织，2022年）。

其中一个关键政策领域是性别平等，包括保护女童和妇女权益，确保人工智能系统不侵犯其人权或基本自由；建议书还呼吁加大对女童和妇女参与科学、技术、工程和数学（STEM）及信通技术领域的投入，以提升其就业能力并促进职业发展机会均等。该建议书配套制定了两项评估工具：一是帮助各地衡量人工智能应用准备程度的评估方法，二是用于评估人工智能系统效益与风险的伦理影响评估框架（联合国教科文组织，2023年）。

2024年，联合国大会通过了两项重要决议：“抓住安全、可靠和值得信赖的人工智能系统带来的机遇，促进可持续发展”（联合国大会，2024年a）以及“加强人工智能能力建设方面的国际合作”（联合国大会，2024年b）。

图 V.3  
联合国在全球人工智能治理方面的主要工作



来源：联合国贸发会议

这些决议有助于加强国际和多利益相关方协作，支持发展中经济体有效、公平和实质性地参与。

2024年9月，联合国会员国通过《未来契约》，强调国际合作对于抓住科技创新红利的重要性，并强调须弥合经济体内部和经济体之间日益扩大的鸿沟。与之配套的《全球数字契约》制定了一系列承诺，旨在加强国际人工智能治理以造福人类（联合国大会，2024年c）。

人工智能的发展本质上与数字数据的收集、处理、存储和使用密切相关。科技促发委受命设立了一个专门工作组，就数据治理问题开展全面、包容的多利益攸关方对话，并将于2026年向大会报告进展。该工作组将审议公平和可互操作的数据治理安排，例如：制定面向发展的数据治理基本原则，提出支持经济体、区域及国际数据系统互操作性的方案，同时兼顾数据利益共享机制，并探索促进安全、可靠且可信数据流动的可行路径。

（联合国大会，2024年）。<sup>4</sup>

## E. 确保问责机制

人工智能全生命周期中的所有参与者都应明确自身职责——开发者需确保系统的公平性与安全性，使用者需保证符合伦理的部署应用。

根据高级别人工智能咨询机构的建议，在《全球数字契约》中，会员国承诺设立人工智能问题独立国际科学小组，并启动人工智能治理全球对话。这些倡议旨在通过基于实证的影响、风险和机遇评估，促进对人工智能的科学理解。通过分享最佳实践，这些举措还支持人工智能治理的互操作性和兼容性方法。

其他联合国机构和组织也在利用人工智能促进可持续发展目标，并参与塑造全球人工智能治理。例如，联合国教科文组织制定了《生成式人工智能教育与研究应用指南》，联合国儿童基金会发布了《人工智能为儿童——政策指南》，世界卫生组织则制定了《卫生健康领域人工智能伦理与治理》。

在协调跨领域治理行动时，国际法可提供统一的规范基础，既能支撑全球人工智能治理的协调一致，又可防止治理倡议与机构设置碎片化扩散。

国际法可为  
协调跨领域  
人工智能  
相关工作  
提供基础

所有主体都应承担责任，并通过框架来明确责任、促进透明度和确保负责任地使用人工智能。

<sup>4</sup> 在《全球数字契约》政府间谈判进程中，成员国开展了多项专题深度磋商以讨论优先事项与关键议题。其中，人工智能与其他新兴技术专题磋商聚焦以下两大核心：一是加强机构协调一致性，二是统筹数字化转型战略、数据治理框架与网络安全体系的协同对接。

公开披露  
对提升透明度和问责制至关重要

考虑到科技巨头日益增长的影响力，应当要求企业特别是那些部署大规模人工智能系统的公司，公开披露其相关活动。这将有助于预测和解决人工智能的潜在影响，提高系统韧性，并增强透明度和问责制。

可以参考环境、社会和治理框架，建立类似的人工智能责任框架。这可能包括对人工智能全生命周期中各利益攸关方的影响评估，衡量其对环境、就业、人权、安全性和包容性等方面的影响。（图V.4）企业可以依据国际准则和标准作为影响评估的基础。在部署前后开展这些评估，既能揭示其对就业、薪资及工作条件的实际影响，又可确保企业制定支持劳动者的风险缓释策略。<sup>5</sup>

公开披露措施还应详细说明人工智能系统的运行方式，包括算法决策过程、数据的收集使用和管理方式，以及确保公平性和问责制的相关措施。对影响评估和公开报告进行审计有助于确保符合既定准则，识别潜在风险，并确认人工智能系统是否符合公平性、透明度和安全性标准。

环境、社会和治理报告的发展历程，为引导私营部门参与构建人工智能问责机制提供了重要借鉴。通过建立认证体系，可核验企业是否符合人工智能伦理与透明度标准。待相关标准发展成熟、形成明确的报告框架与监管要求后，可逐步推行强制性披露制度，以确保全面、规范且透明的信息公示。

图 V.4  
建立人工智能公开披露机制以确保问责



来源：联合国贸发会议。

<sup>5</sup> 例如，人工智能合作伙伴关系（Partnership on AI）制定的《人工智能与共同繁荣指南》便包含以下要素：就业影响评估工具、负责任实践准则及其他配套资源（详见：<https://partnershiponai.org/paper/shared-prosperity/>）。

目前许多证券交易所要求强制性环境、社会和治理报告，或要求上市公司在无法遵守时作出解释，即“遵守或解释”原则。人工智能领域的强制性报告可以采取类似的监督措施。对于未能遵守既定标准和法规的企业，可以处以罚款或限制其特定人工智能系统的部署。

人工智能系统公开披露应当：

平衡创新与安全——政策制定者需要在促进创新与公共安全及信任之间取得平衡。过度监管可能阻碍技术进步，而监管不足则可能带来重大风险并使企业难以被追责。同时需要考虑中小企业面临的监管负担。大型企业通常拥有更多资源来应对法律风险和复杂的监管要求（Kretschmer 等，2023年），而中小企业可能缺乏合规所需的技术能力与资金支持，这不仅会挤占其创新投入，还可能削弱市场竞争力。因此，特别是在人工智能生态系统尚不完善的发展中经济体，中小企业可能需要额外支持。

保持灵活性——披露要求应当具备灵活性，能够适应快速发展的技术。

监管框架需要定期更新，以应对新出现的伦理困境，并纳入随着人工智能普及而产生的技术突破和未预见影响。

纳入多利益攸关方——政策制定与规范要求需充分吸纳多元视角、利益诉求及专业意见，因此采取多利益攸关方参与模式至关重要，尤其需要纳入私营部门、公民社会及学术界的代表。应特别关注弱势群体，他们往往较难从人工智能的发展中受益，却更容易遭受人工智能带来的伤害。例如，人工智能可能加剧现有的性别不平等和偏见。同时，鼓励劳动者参与人工智能系统的设计和实施也同样关键，确保新工具能够辅助其工作并符合其需求和利益。

为确保不同社会和司法管辖区的公平性和积极成果，可利用现有的平台如“人工智能向善全球峰会”、科技促发委（CSTD）、科技创新论坛（STI Forum）和全球人工智能治理对话等，就人工智能公开披露的共同要求和治理问责进行讨论。这些平台也有助于加强各级数据治理合作，充分释放数字和新兴技术的潜力。

## F. 促进基础设施、数据与技能的国际合作

要普惠地发挥人工智能的效益，需要在基础设施、数据和技能这三个关键着力点采取国际行动。国际合作能使各地既能制定协调一致的政策框架与行动方案，并整合资源与专业知识，

引领人工智能发展造福全人类。这种合作对于避免碎片化、重复劳动以及人工智能使用加剧跨国不平等风险至关重要。

模块化方法  
可使数字公  
共基础设施  
根据特定人  
工智能需求  
进行定制

为实现基础设施、数据和技能领域的有效全球协作，以下部分概述了三项建议：数字公共基础设施、开放创新以及能力建设与研究合作。

## 发展人工智能数字公共基础设施

为应对日益增长的连接和计算能力需求，数字公共基础设施模式能够为人工智能生态系统的各利益攸关方提供公平获取必要资源和服务的方式。

数字公共基础设施是一套共享、安全且可互操作的数字化系统和应用程序，可灵活运用于不同活动和领域。它基于开放标准构建，为社会提供公平获取公共和私营服务的途径（二十国集团，2023年）。通过安全可靠的在线系统，数字公共基础设施连接个人、企业和政府，常被称为数字时代的基础设施。

在实物基础设施（如网络、数据中心和存储系统）基础上，数字公共基础设施提供了实现多种目标的共享手段，包括电子政务服务、数字身份系统和数字支付系统等。各国已有诸多成功实践：爱沙尼亚通过数字公共基础设施平台实现了消费者、能源分销商和生产商之间的安全数据交换，优化了能源领域决策；印度采用数字公共基础设施方法为超过10亿人提供了身份认证服务；多哥在疫情期间通过数字公共基础设施平台在一周内向约45万人发放了社会救助（联合国开发计划署，2023年a）。

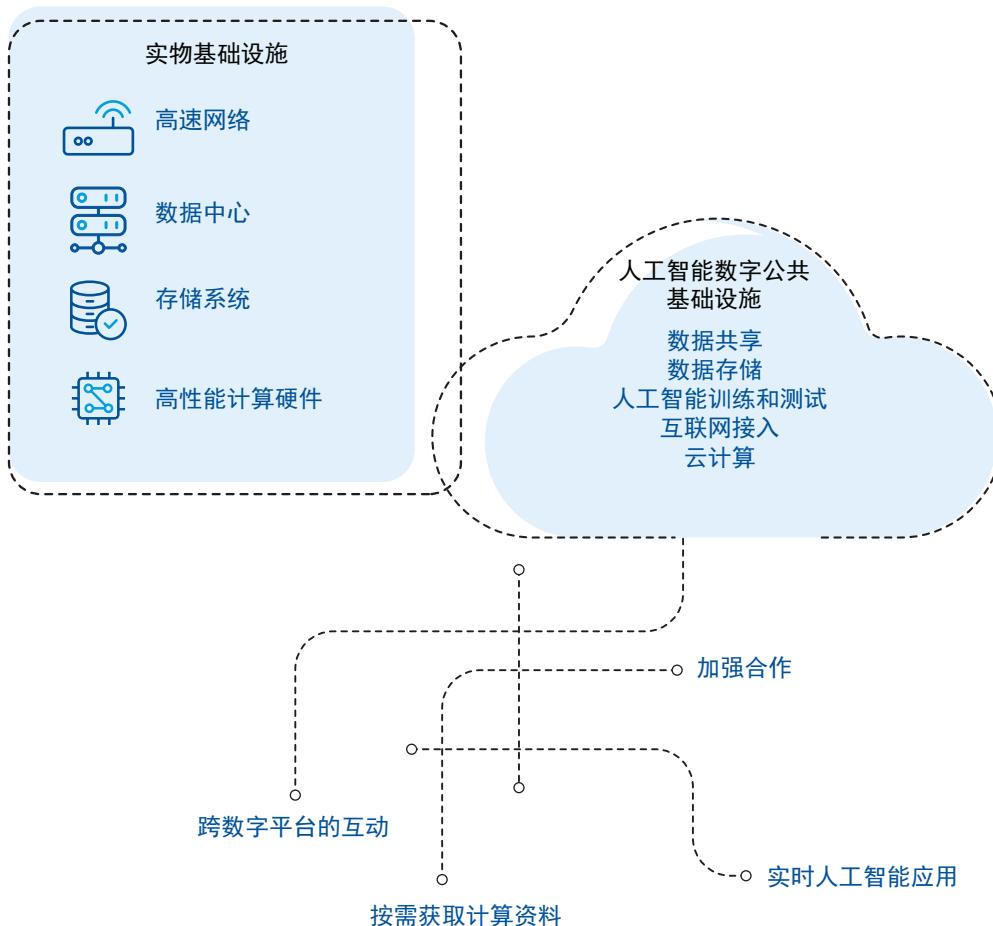
据估算，中低收入经济体通过在金融领域部署数字公共基础设施，可实现相当于两至三年的经济增长。在气候领域，数字公共基础设施预计将为碳抵消和碳交易带来效益，有望将排放控制进程提速5至10年（联合国开发计划署，2023年a）。联合国秘书长已将数字公共基础设施列为加速实现可持续发展目标的高影响力倡议之一。

发展中经济体可通过构建灵活的数字公共基础设施（DPI）体系，为人工智能技术的应用与发展提供基础支撑。具体而言，政府可单独或联合私营部门建立高速网络，确保稳定、快速的互联网接入，从而实现高效数据传输并支持实时人工智能应用。数据中心能够保障信息的安全高效存储与便捷获取，并通过云服务平台及政府数据库等载体实现无缝数据交换。互操作框架可释放数据交换潜力，通过开放数据平台提升跨部门人工智能模型应用；结合高速网络和数据中心的高性能计算，为人工智能训练、应用和数据管理提供可扩展的计算能力。这些模块化组件能针对性解决发展中经济体的特定挑战和需求，提供支持大规模协作、创新和负责任人工智能部署的资源。（图V.5）

尽管数字公共基础设施对人工智能发展潜力巨大，但发展中经济体在其设计和实施中仍面临重大挑战。国际社会可通过提供指导原则<sup>6</sup>、资金支持和技术支援的组合方式协助发展中经济体。例如，2023年二十国集团数字经济部长会议就如何利用数字公共基础设施促进数字包容与创新达成共

<sup>6</sup> 例如，涵盖监管框架和数据治理的数字公共基础设施治理体系，对于确保安全包容的实施方式、维护数据主权、保护数据安全至关重要。

图 V.5  
构建人工智能数字公共基础设施



来源：联合国贸发会议。

识，相关框架包含组件清单与基本原则（二十国集团，2023年a）以及实践指南和设计检查手册（联合国开发计划署，2023年b）。

此外，为弥补全民覆盖型数字公共基础设施在设计、建设和部署方面的知识空白，二十国集团还创建了全球数字公共基础设施知识库（二十国集团，2023年b）。

其他正在兴起的国际计划和倡议包

括：

- 联合国数字公共基础设施的高影响力倡议：旨在到2030年前为100个经济体提供针对性的数字公共基础设施支持（国际电信联盟，2023年）
- 身份认证促发展项目与政府对个人（G2P）支付的数字化发展：世界银行的这两项倡议计划帮助60多个经济体为5.5亿人发放数字身份认证（世界银行，2023年）
- 全球数字公共基础设施保障框架倡

议：由秘书长技术事务特使办公室和联合国开发计划署于2023年发起，旨在共同制定务实框架以降低风险、推进可持续发展目标并促进信任与公平（全球数字公共基础设施保障框架，2023年）

- “50-in-5”计划：计划在五年内帮助50个经济体设计、启动和扩展开放、安全、有韧性的数字公共基础设施组件（50-in-5，2024年）
- 《全球数字契约》：这一最新里程碑文件推动各国承诺增加数字公共基础设施投资，以推进可持续发展目标解决方案（联合国大会，2024年c）

国际社会的努力有助于扩大和定制适用于人工智能的数字公共基础设施，为发展中经济体提供数字包容与技术创新所需的基础系统。国际社会可向发展中经济体提供资金援助或开放现有数字公共基础设施的接入权限（Gottschalk，2019年）。

人工智能“CERN”  
模式可提供  
公平的基础  
设施接入

人工智能数字公共基础设施可采用两种服务模式，相比传统基础设施具有更高灵活性、可扩展性和全球可及性。第一种是基础设施即服务（IaaS），通过云端按需提供虚拟化的计算资源，包括服务器、存储和网络；第二种是数据即服务（DaaS），借助应用程序接口或云平台按需提供数据，使用户无需拥有底层基础设施即可访问、管理和分析数据集。通过整合IaaS和DaaS提供的云与数据资

源，能够开发出模块化、可云部署且具备互操作性的人工智能服务。

基础设施即服务（IaaS）和数据即服务（DaaS）主要由私营企业以商业化模式运营。然而，政府可与这些企业合作，在当地人工智能生态系统中提供相关服务。

公私合作伙伴关系能够加速人工智能数字公共基础设施的发展进程。发展中经济体可通过建立区域或多国合作伙伴关系来整合资源，从而增强集体议价能力并争取更公平的合作条款。此外，多方利益攸关方协作有助于促进数字生态系统创新，推动最佳实践的交流共享（联合国开发计划署，2023年b）。这类合作还能协助制定国际标准、治理原则和监管框架，为构建包容且可持续的人工智能发展和应用框架奠定基础。

人工智能服务所需的数字公共基础设施包括高性能计算硬件、数据中心等复杂且昂贵的实物基础设施，单一机构或经济体往往难以负担。欧洲核子研究中心（CERN）的运作模式提供了可借鉴的范例。这个政府间组织运营着包括大型强子对撞机在内的全球最大粒子物理实验室，其共享资源供全球研究人员使用。人工智能领域同样可参照CERN模式，构建基于国际合作、开放科学与资源共享的基础设施。<sup>7</sup>

<sup>7</sup> 欧洲核子研究中心（CERN）不仅为科研人员提供全球独有的粒子加速器设施集群，更致力于培养新一代物理学家、工程师和技术人员，同时推动公众参与科学研究并传播科学价值观。其基础物理研究既揭示宇宙构成与运行规律，又为多领域工作提供创新解决方案。例如，CERN与多家机构合作开发医疗人工智能研究网络平台——该机构用于诊断加速器异常的人工智能算法，经转化后已具备识别脑卒中（中风）等脑部病变的潜力（详见：<https://home.cern/news/news/knowledge-sharing/accelerating-stroke-prevention>）。

这种共享式人工智能研发设施将使各地和组织能够开展前沿研究，既有助于制衡科技巨头的垄断力量，又能促进人工智能资源的公平获取。<sup>8</sup> 与大型强子对撞机相比，人工智能计算资源在空间分布上更具灵活性。

共享人工智能基础设施可作为分布式公共基础设施进行开发，通过高速网络连接多个经济体和机构的中心节点，并确保系统互操作性和安全协议。<sup>9</sup> 成功的关键在于政府、企业、学术界和民间社会等各利益攸关方的积极参与和开放态度，将共享设施作为互动交流、实验验证和协同创新的虚拟空间。

## 推动人工智能的开放式创新发展

开放式创新为管理创新流程提供了一种新模式，能够促进独立创新者、企业、机构与经济体间的协作与知识共享。相较于依赖内部资源的传统创新模式，开放式创新鼓励企业、公共组织等主体充分利用外部创新资源——包括客户与公众的智慧。这种模式可加速研发进程、降低成本并提升创新成果<sup>10</sup> 的质量与适用性，对于资源与技能受限的发展中经济体和中小企业尤为有益。

近年来，开放式创新模式发展迅速，已成为推动技术进步的重要力量。这种创新模式不仅能实现风险共担和成本分摊，还能提升透明度，同时让各方都能公平获取多样化的尖端技术资源。例如，通过《全球数字契约》，联合国会员国承诺开发安全可靠的开源软件、开放数据、开放人工智能模型和开放标准（统称为“数字公共产品”）（联合国大会，2024年c）。另一项重要成果是二十国集团（G20）研究与创新工作组在巴西担任轮值主席国期间推出的《马瑙斯宣言》一揽子计划，该计划包含促进科技创新国际合作的开放创新战略，并提出了包容、公平的开放创新倡议的原则、方法和工具（二十国集团，2024年）。

当前，开放式创新的理念与实践仍在不断发展，其核心在于推动数据开放共享，即免费提供数据资源。这种做法能够有效促进人工智能模型的训练和测试，通过开放数据实验促进技术创新，助力研发人员开发新型人工智能解决方案。开放数据还能提升技术透明度，便于对新开发的人工智能模型和应用进行评估。

在开放数据实践方面，具有代表性的案例包括人类基因组计划、新冠病毒开放研究数据集和人类连接组计划等科学项目。当前大多数新兴的人工智能开放数据平台都由私营部门主导，

<sup>8</sup> 例如，国际计算与人工智能网络（ICAIN）致力于整合专家知识，并扩大全球顶级超级计算机资源的可及性，以开发造福全社会的人工智能模型。该网络计划于2025年初全面投入运营（详见官网：<https://www.icain.org/>）。

<sup>9</sup> 例如，欧盟内部正在讨论的现行方案，便是由欧盟首席科学顾问小组提议建立的“欧洲分布式人工智能科学研究院”。

<sup>10</sup> 例如，欧盟委员会将开放式创新定义为：整合不同主体的创意与知识力量，共同开发新产品并解决社会需求，同时创造共享的经济社会价值——这一过程特别强调以公民和用户为中心（欧盟委员会，2016年）。

开放数据与开源系统的应用将有力促进人工智能创新，赋能能源的全普及。

例如Kaggle数据集、OpenAI数据集、微软Azure开放数据集以及亚马逊网络服务的开放数据注册库等。这些平台在运营模式、数据管理方法和开放数据标准方面各具特色。建立国际统一的开放数据定义和标准至关重要，这不仅能确保公共和私营部门获取优质多元的数据资源，更能推动这些数据成为真正的数字公共产品。此外，还需重点关注数据隐私保护、安全保障以及防范数据滥用和误读等关键环节。

另一重要工具是开源模式，这一模式已在软件开发领域得到广泛应用。

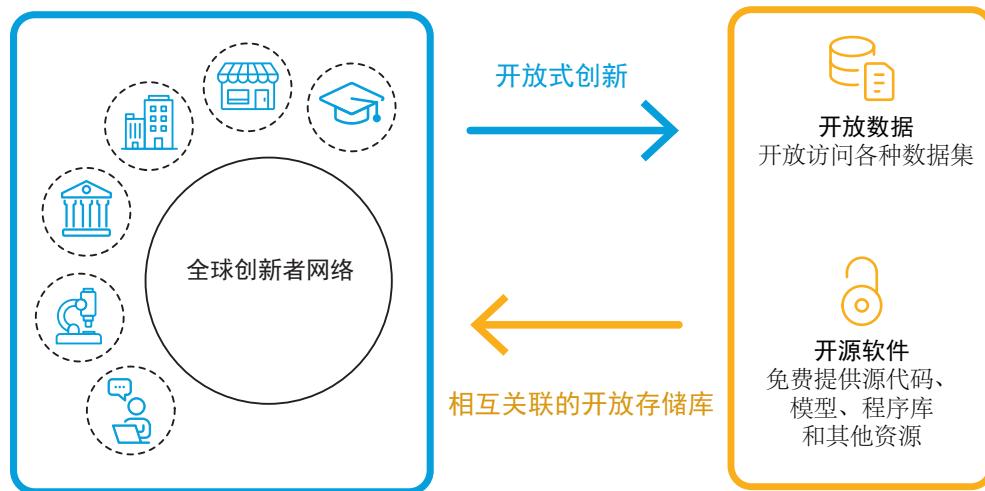
这种模式通过公共平台免费公开软件包或项目的源代码、设计方案或技术蓝图。安卓和Linux等知名开源操作系统为关键基础设施和数字设备提供了强大支持。通过提供免费提供开放的工具、程序库和开发框架，开源模

式推动知识与资源的共享，促进了全球协作与创新，同时增强了透明度和可信度。

随着生成式人工智能（GenAI）的兴起，开源人工智能和生成式人工智能项目呈现爆发式增长。这些项目既包括商业机构开发的大语言模型，也涵盖学术机构和个人开发者构建的各类应用（Daigle及GitHub团队，2023年）。相关代码通过GitHub等开源平台进行社区化维护，不仅提供多样化的应用案例和即用型人工智能模型，还构建了供开发者交流互助的社区。

国际社会可通过协调和整合全球范围内宝贵但分散的开源人工智能资源获益。成功的人工智能开放式创新依赖于建立相互关联、可互操作的全球知识库，在标准化协议框架下，运用开放数据和开源技术。这样的知识库能

图 V.6  
人工智能领域的开放式创新



来源：联合国贸发会议。

够强化全球知识基础，促进包容性发展，通过确保质量和安全的可信枢纽改善资源可及性，有效降低潜在风险，并加速人工智能驱动的创新进程。（图V.6）

## 加强能力建设与研究合作

数字公共基础设施和开放创新为企业、学术界和公众参与人工智能应用与开发提供了可获取的资源。

然而，有效利用这些资源需要具备多方面的技术知识与技能，包括统计学知识、编程能力、对开源平台与协议的熟悉程度、机器学习算法的理解，以及特定应用领域的专业知识。

这些能力高度集中在科技公司和发达经济体。国际社会需要通过向发展中经济体转移知识技术，并提供能力建设方面的协助，来应对这种不平衡的发展现状。

科技促发委正在通过知识经验共享和能力建设，积极推动国际科技创新合作。该委员会可以通过分享最佳实践、促进各方协调配合、增强信任、透明度和包容性等方式，进一步加强人工智能领域的国际合作。

通过国际对话或全球交流网络等多利益攸关方参与机制，例如依托科技促发委、科技创新论坛、互联网治理论坛及人工智能向善全球峰会等现有平台，可有效推动人工智能领域的知识共享与技术协作。同时，基于发展中经济体本地需求及其有限的技术消化能力，提供针对性技术援助与定制化

解决方案也至关重要。此举既能促进技术知识的有效转移，又可降低因资源或专业能力不足导致的误用风险。

知识技术转移通常聚焦于特定的信息、技能或活动。在快速演进的前沿技术领域，能力建设对技术采用和发展至关重要，它包含了一系列能够使个人或经济体持续创新所需的综合能力。具体的实施路径包括为政策制定者举办科技创新政策培训研讨会，开展人工智能与数据素养方面的定制教育项目。

能力建设还可以通过建立人工智能孵化器、研究中心和研发伙伴关系等。需要特别关注的是人机互补人工智能技术的开发与采用。在这方面，应当设立专项资金支持那些旨在增强而非替代人类劳动者的人工智能解决方案，同时构建以“以人为本的人工智能”为核心的国际研究网络与合作关系。

这些举措与联合国大会通过的关于加强人工智能能力建设国际合作的决议精神相契合，特别是其中针对发展中经济体的相关内容，同时也符合《全球数字契约》鼓励建立人工智能能力建设国际伙伴关系的倡议。

在创建全球人工智能能力建设中心或人工智能专业网络平台时，联合国气候技术中心和网络的模式具有重要参考价值。作为《联合国气候变化框架公约》技术机制的执行机构，该中心通过技术援助、开放技术信息与知识获取渠道（包括能力建设和政策咨询）以支持发展中经济体，并借助其区域与行业专家网络促进利益攸关方

国际人工智能中心能够提供技术援助、加强能力建设并促进多方协作。

加强南南经济体在人工智能领域的合作将有助于应对共同挑战。

协作。值得注意的是，虽然欧洲核子研究中心（CERN）模式侧重于共享物理基础设施，但联合国气候技术中心和网络的路径更专注于向发展中经济体提供技术援助，通过知识与技术转移来构建能力体系。

以人工智能为重点的中心和网络可以帮助发展中经济体采用、调整和发展人工智能。现有基础包括联合国教科文组织下属的国际人工智能研究中心，该中心致力于推动符合可持续发展目标的人工智伦能伦理解决方案；还有全球人工智能伙伴关系，其主要目标是促进以人为本、安全可靠且值得信赖的人工智能解决方案的实施。

通过人工智能研究与创新合作，可以扩大南南经济体在科学技术领域的协作规模，共同应对发展难题（联合国大会，2019年）。为此，技术较为先进的发展中经济体可以与其他经济体开展合作，例如通过建立区域伙伴关系，在人工智能领域形成规模效应，促进知识与技术转移，帮助资源相对

匮乏的经济体克服制约因素，建立繁荣的人工智能生态系统。

近年来，南南经济体在人工智能领域的合作不断涌现。例如，金砖国家成员国成立了人工智能研究小组以促进创新；根据《中非合作论坛—北京行动计划》，中国与非洲在人工智能等多个领域拓展了合作（中国外交部，2024年）；2024年，东盟科技与创新委员会启动人工智能专项，旨在扩大区域内人工智能能力建设（东盟，2024年）。

这些倡议为南南合作奠定了良好基础。全球南方还可利用其他机制交流人工智能技术、数据和服务，如在贸易协定中加入人工智能技术与服务条款，通过非洲联盟、东盟等区域机构分享最佳实践并制定协调一致的人工智能政策。

发展中经济体还可建立区域创新中心和专家网络应对人工智能挑战。例如在非洲，“人工智能赋能发展”计划



图 V.7  
人工智能能力建设合作伙伴关系



来源：联合国贸发会议。

通过创建四个泛非创新研究网络推广人工智能创新，并通过资助东非两所研究智库和西非政策研究网络，为政策研究提供支持。同时依托两所综合性大学实验室，培养本土人才。其他南南合作包括人才交流计划、人力资源开发倡议以及人工智能等前沿技术领域的联合研究项目。

各地可围绕人工智能带来可持续变革

的特定主题或行业开展合作。农业便是最关键的领域之一，国际农业研究磋商组织（CGIAR）作为全球最大的农业研发国际合作平台，可将人工智能作为工具，开发并推广气候智能型、创新包容的农业解决方案，应对作物病虫害检测、产量预测和精准灌溉等挑战。采用主题导向的人工智能合作有助于协调资源，并精准支持全球南方最迫切的社会经济发展需求领域。

人类应当成为人工智能发展的核心

## G. 引导人工智能促进共同繁荣

技术本身并不具备内在的道德或伦理属性。其影响是积极还是消极，完全取决于人类的开发和使用方式。乍看之下，人工智能技术也不例外——既能提升人类生活的诸多方面，也可能加剧社会不平等并进一步集中经济权力（Korinek和Stiglitz，2021年）。然而，人工智能正在开始挑战“技术中立”这一传统认知。这是历史上首个能够通过重组现有知识来做出决策和产生创意的技术，并可能演变为具有自主能力的行动主体。随着人工智能向更快速、更强大的方向发展，人类决策的响应时间窗口将不断压缩，容错空间也可能持续收窄（人工智能行动峰会，2025年）。

技术进步虽推动经济增长，但不会自动保障收入公平分配或促进包容性人类发展。新兴技术驱动下的市场机制或许能在短期内实现高效经济决策，但既不会主动承担分配结果的责任，也不会自动实现社会价值的最大化。

技术进步往往助推科技巨头的崛起，使资本所有者获益而令劳动者受

损，导致财富更加集中（Acemoglu 和 Restrepo，2019年；Korinek 等，2021年）。这种趋势迫切需要我们引导人工智能的发展方向。

要实现人工智能的负责任设计、审慎应用和伦理监管，取决于有效的全球治理体系，以及通过数字公共基础设施（DPI）、开放式创新和能力建设对发展中经济体提供的国际支持。同样重要的是构建共同愿景，引导人工智能发展促进全人类共享繁荣，共创包容性经济未来。

包容与公平应作为“普惠人工智能”的首要原则

本报告中，联合国贸发会议呼吁将关注焦点从技术转向人，将人置于人工智能发展的核心。人工智能技术应当增强而非取代人类劳动者，生产流程的转型应使经济体、企业和劳动者公平分享收益。包容与公平是“普惠人工智能”理念的核心，这需要依托推动国际多方协作的全球议程，通过政策引导、激励措施和监管框架予以保障。

## 参考资料

- 50 in 50 (2024年)。《安全包容的数字公共基础设施建设实践》。参见: <https://50in5.net/>。
- Acemoglu D 和 Restrepo P (2019年)。《自动化与新任务: 技术如何替代和恢复劳动力》。《经济展望杂志》33(2):3-30。
- Ahmed N 等 (2023年)。《产业界在AI研究中的影响力增长》。《科学》379(6635):884-886。
- AI Action Summit (2025年)。《国际AI安全报告: 先进人工智能安全性的国际科学评估》。英国。
- 东盟 (2024年)。《人工智能声明》。东盟科学技术与创新部长会议。
- 北京智源人工智能研究院 (2019)。《北京AI原则》。Springer。
- Beraja M 等 (2024年)。《作为风险投资人的政府: AI领域实践》。美国国家经济研究局。
- Botero Arcila B (2024年)。《欧洲AI责任制度: 如何补充风险监管及解决人类监督问题》。《计算机法律与安全评论》(54):106012。
- 加州州长办公室 (2024年)。《关于未签署第1047号参议院法案的声明》。参见: <https://www.gov.ca.gov/wp-content/uploads/2024/09/SB-1047-Veto-Message.pdf>。
- 加州参议院 (2024年)。《前沿人工智能模型安全创新法案》。第1047号法案。
- Cadelon F 等 (2022年)。《规模化AI的关键: “获取社会许可”》。《AI驱动企业的崛起》89-94。
- Carpenter D 和 Ezell C (2024年)。《AI领域的FDA? 前沿人工智能审批监管的困境与可行性》。参见: <http://arxiv.org/abs/2408.00821>。
- 中国外交部 (2024年)。《中非合作论坛北京行动计划(2025-2027)》。参见: [https://www.mfa.gov.cn/eng/xw/zxw/202409/t20240905\\_11485719.html](https://www.mfa.gov.cn/eng/xw/zxw/202409/t20240905_11485719.html)。
- Chu MM (2022年)。《马来西亚棕榈种植业尝试用机器人与无人机应对劳动力短缺》。参见: <https://www.reuters.com/technology/malaysia-palm-planters-eye-robots-drones-combat-labour-crunch-2022-10-07/>。
- Cihon P (2019)。《AI治理标准: 促进AI研发全球协调的国际标准》。牛津大学未来人类研究所。40(3):340-342。
- Cuntz A 等 (2024年)。《人工智能与知识产权: 经济学视角》。经济研究工作论文第77/2024号。
- Daigle K 和 GitHub团队 (2023年)。《Octoverse: 2023年开源现状与AI的崛起》。参见: <https://github.blog/news-insights/research/the-state-of-open-source-and-ai/>。
- 欧盟委员会 (2016)。《开放创新、开放科学、面向世界的欧洲愿景》。研究与创新总司。
- 欧洲议会与欧盟理事会 (2024年)。《欧盟人工智能法案》。第(EU)2024/1689号条例。
- 二十国集团 (2023a)。《数字经济部长会议成果文件与主席摘要》。印度轮值主席国。班加罗尔。
- 二十国集团 (2023b)。《全球数字公共基础设施库(GDPIR)》。参见: <https://www.dpi.global/>。
- 二十国集团 (2024年)。《促进开放创新合作的G20战略》。马瑙斯。
- 全球土著数据联盟 (2020年)。《土著数据治理CARE原则》。参见: <https://www.gida-global.org/>。
- Gilt (2023年)。《德国反垄断局长Mundt警告: 警惕实质为并购的AI合作协议》。参见: <https://mlexmarketinsight.com/news/insight/watch-out-for-ai-cooperation-agreements-that-are-really-mergers-germany-s-mundt-warns>。
- GO FAIR (2016)。《FAIR数据原则》。参见: <https://www.go-fair.org/fair-principles/>。
- Gottschalk R (2019)。《南方地区数字基础设施融资: 开发银行、基金与其他政策选项》。联合国贸发会议研究论文第38号。
- Holm JR等 (2020年)。《研发密集型跨国企业的人才流动: 对知识技术转移的影响》。《技术转移杂志》45(5):1562-1584。
- Hu K (2023年)。《分析师报告: ChatGPT创用户增速最快记录》。参见: <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>。
- Hu K 和 Cai K (2024年)。《独家: OpenAI将取消非营利控制权并授予Sam Altman股权》。参见: <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/openai-remove-non-profit-control-give-sam-altman-equity-sources-say-2024-09-25/>。
- 益普索 (2023年)。《2023年全球AI观点调查》。巴黎。

IPWatchdog (2021年)。《DABUS在南非通过形式审查获得首项专利》。参见：<https://ipwatchdog.com/2021/07/29/dabus-gets-first-patent-south-africa-formalities-examination/id=136116/>。

国际电信联盟 (2023年)。《联合国高影响力倡议：数字公共基础设施》。参见：<https://www.itu.int/initiatives/sdgdigital/digital-public-infrastructure/>。

Jon Peddie Research (2024年)。《2024年第三季度PC独立显卡出货量环比下降14.5%》。参见：<https://www.jonpeddie.com/news/q324-pc-graphics-add-in-board-shipments-decreased-14-5-from-last-quarter/>。

Kaminski ME (2023年)。《人工智能风险监管》。《波士顿大学法律评论》(103) :1347-1411。

Kim MJ 和 Kim MG (2024年)。《韩国政府将调查外资AI企业垄断行为》。参见：<https://www.chosun.com/english/nationalen/2024/04/08/L5EPM0INVZBFZOKWGIRC6EFNUQ>。

Korinek A 等 (2021年)。《技术进步、人工智能与包容性增长》。国际货币基金组织工作论文WP/21/166号。华盛顿特区。

Korinek A 和 Stiglitz J (2021年)。《人工智能、全球化与经济发展战略》。INET工作论文系列第146号。1-53。

Kretschmer M 等 (2023年)。《基于风险的AI监管之风险：认真对待责任问题》。CEPR讨论论文第18517号。

李飞飞 (2024年)。《“AI教母”称加州AI法案虽初衷良好但将损害美国生态》。参见：<https://fortune.com/2024/08/06/godmother-of-ai-says-californias-ai-bill-will-harm-us-ecosystem-tech-politics/>。

Lynn B 等 (2023年)。《公共利益中的AI：直面垄断威胁》。开放市场研究所。

Milmo D (2024年)。《微软、OpenAI和英伟达因垄断法接受调查》。参见：<https://www.theguardian.com/business/article/2024/jun/06/microsoft-openai-and-nvidia-investigated-over-possible-breach-of-antitrust-laws>。

经合组织 (2024年)。《AI原则》。参见：<https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html>。

Oldager M (2024年)。《IT故障导致哥本哈根自动火灾报警系统瘫痪》。参见：<https://www.dr.dk/nyheder/seneste/it-nedbrud-blokerer-automatiske-brandalarmer-i-københavn>。

Owens B (2024年)。《逐利驱动下的机器学习争议》。《自然》633 (8030) :S6-S9。

乐施会 (2024年)。《不平等公司化：企业权力如何分裂世界与公共行动新时代的来临》。

Philstar (2024年)。《全球IT故障期间菲律宾众议院网站宕机》。参见：<https://www.philstar.com/headlines/2024/07/19/2371414/house-representatives-website-down-during-global-it-outage>。

《读卖新闻》 (2024年)。《日本公平贸易委员会将调查AI市场以确保良性竞争，调查对象包括微软、谷歌等科技巨头》。参见：<https://japannews.yomiuri.co.jp/society/general-news/20240718-199163/>。

联合国贸发会议 (2016年)。《消费者保护指南》。纽约与日内瓦。

联合国贸发会议 (2021年a)。《2021年技术和创新报告：把握技术浪潮，公平创新》(联合国出版物，销售编号E. 21. II. D. 8, 纽约)。

联合国贸发会议 (2021b)。《2021年数字经济报告：跨境数据流动与发展—数据为谁流》(联合国出版物，销售编号E. 21. II. D. 18, 纽约)。

联合国贸发会议 (2024a)。《发展数据》。技术与统计报告 (联合国出版物，销售编号E. 24. II. D. 17, 纽约)。

联合国贸发会议 (2024b)。《2024年数字经济报告：塑造环境可持续和包容的数字未来》 (联合国出版物，销售编号E. 24. II. D. 12, 纽约)。

联合国开发计划署 (2023a)。《通过数字公共基础设施加速可持续发展目标》。

联合国开发计划署 (2023b)。《数字公共基础设施方法：实践指南》。

联合国教科文组织 (2022年)。《人工智能伦理问题建议书》。

联合国教科文组织 (2023年)。《伦理影响评估：人工智能伦理建议书的工具》。

英国最高法院 (2021年)。《Thaler (上诉人) 诉专利、设计与商标局局长 (被上诉人)》。案件编号UKSC/2021/0201。参见：<https://www.supremecourt.uk/cases/uksc-2021-0201>。

联合国 (2020年)。《秘书长报告：数字合作路线图——落实数字合作高级别小组建议》。

联合国大会 (2019年)。《第二次联合国南南合作高级别会议布宜诺斯艾利斯成果文件》。决议号A/RES/73/291。纽约，4月15日。

联合国大会 (2024年a)。《抓住安全、可靠和可信赖的人工智能系统促进可持续发展的机遇》。决议号A/RES/78/265。纽约，3月11日。



联合国大会（2024年b）。《加强人工智能能力建设的国际合作》。决议号A/RES/78/311。纽约，7月1日。

联合国大会（2024年c）。《未来契约》。决议号A/RES/79/1。纽约，9月22日。

联合国人工智能咨询机构（2024年）。《以人为本的AI治理：最终报告》。高级别人工智能咨询机构。参见：<https://www.un.org/en/ai-advisory-body>。

联合国秘书长（2023年）。《秘书长呼吁安理会在首次人工智能辩论中确保透明度、问责与监督》。参见：<https://press.un.org/en/2023/sgsm21880.doc.htm>。

美国版权局（2024年）。《版权与人工智能（第一部分）：数字复制品》。版权局长报告。

《通用数字公共基础设施保障框架》（2023年）。关于通用数字公共基础设施保障倡议的说明。<https://safedpi.gitbook.io/safeguards>。

Weston D（2024年）。帮助客户应对CrowdStrike服务中断事件。详情：<https://blogs.microsoft.com/blog/2024/07/20/helping-our-customers-through-the-crowdstrike-outage/>。

White A（2024年）。欧盟反垄断机构对微软与谷歌AI合作展开审查——维斯塔格声明。详情：<https://www.politico.eu/article/microsoft-google-tech-deal-antitrust-security-open-ai-eu-margrethe-vestager/>。

世界知识产权组织（2024年）。《构建适应人工智能的创新生态系统：知识产权政策工具包》。

世界银行（2023年）。《建设赋能、包容、韧性的数字公共基础设施》。详情：<https://www.worldbank.org/en/results/2023/10/12/creating-digital-public-infrastructure-for-empowerment-inclusion-and-resilience>。



联合国贸易和发展会议(贸发会议)是联合国处理贸易和发展问题的主要机构。

贸发会议通过就贸易和发展问题开展研究和分析，提供技术援助，促进政府间建立共识，努力确保发展中国家更公平地从全球化的经济中受益。

贸发会议现有195个成员国，是联合国系统中成员国最多的组织之一。

