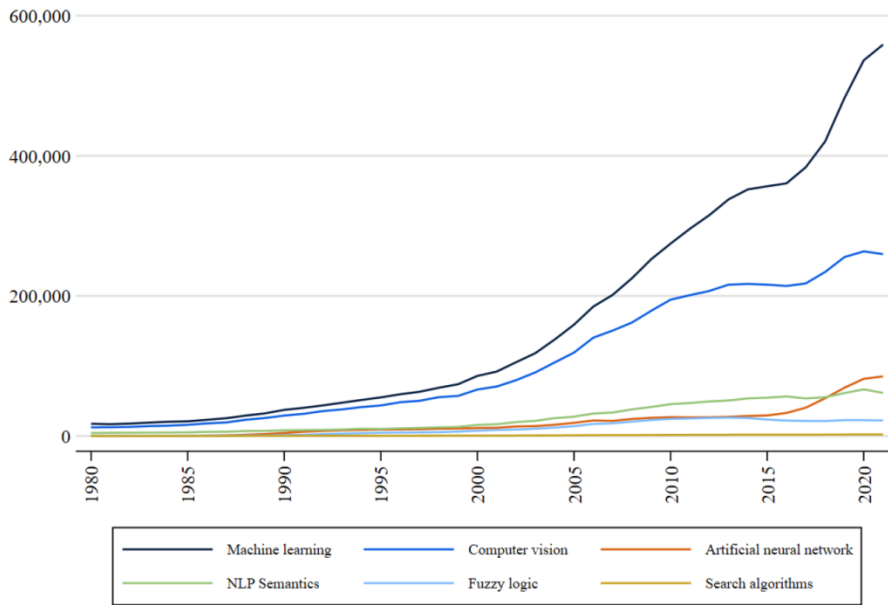




## 人工智能对欧盟及美国劳动力市场的影响

### 1980-2021 年按主题划分的人工智能研究出版物数量



数据来源：OECD，国泰君安国际

- 人工智能（AI）是眼下最为热门的话题，没有之一。我们也选取了一篇刊载于美国白宫网站的关于人工智能对劳动力市场影响的研究报告<sup>1</sup>，并对此进行翻译，试图找到欧美国家中对于人工智能的最新思考。
- 这篇报告详实地介绍了 AI，并指出人工智能对工作的影响：一方面，人工智能可能提高生产力，创造新的就业机会并提高生活水平；另一方面，由于人工智能已经开始执行以前被认为严格属于人类才可以执行的任务，人工智能可能会扰乱现有的劳动力市场，并损害现有工人的工作机会。
- 对于不同行业而言，人工智能的影响虽然不同，但影响却会是巨大且长期的。比如说人工智能已经并会继续影响招聘和仓储行业。其带来了效率的极大提升，改变了产业的格局，也要求从业者更加理解人工智能。
- 人工智能的推广的确为经济发展提供了许多机会，但是人工智能也带来了一些挑战。综合考虑，政府必须要制定监管措施以引导人工智能向积极方向发展。
- 人工智能对于劳动力市场的影响才刚刚开始。但本文中最让我们触动的一个案例是，1970 年左右引进的第一台自动取款机被预测为将结束传统银行柜员的工作，但今天美国反而有更多的银行柜员。

<sup>1</sup> <https://www.whitehouse.gov/cea/written-materials/2022/12/05/the-impact-of-artificial-intelligence/>

## 报告背景

美国和欧盟委员会（EC）在 2019 年美国-欧盟贸易和技术委员会期间都对开展一项联合研究以评估人工智能对劳动力的潜在影响表示了强烈兴趣。匹兹堡声明承诺会进行一项联合研究，内容主要涉及经济领域，通过关注就业、工资和劳动力市场审查人工智能对劳动力市场未来的影响。通过该合作，本报告试图为符合包容性经济政策的人工智能方法提供信息，以确保技术成果能够应用于所有工资水平的工人当中。

## 报告范围

鉴于该项目涉及范围较广，本报告并不会作全面覆盖；相反，它以更均衡的方式展示人工智能经济学的一些重要话题。由于欧盟委员会和美国经济顾问委员会（CEA）在这项工作上的独特合作，我们的目标是综合运用美国和欧盟的数据以及两国的学术成果为政策制定提供服务。我们这份联合报告的目标是加强分析和政策方面的合作，以扩大人工智能带来的利益。该报告旨在强调人工智能驱动的技术变革背后的经济学原理，特别侧重于 AI 未来对劳动力体系和政策制定的影响。

## 摘要

人工智能是一项发展快速并且具有巨大潜力的技术，它可以提高工人生产力、公司运转效率并推动产品和服务创新。同时人工智能也可以推进现有工作的自动化，但是这可能会导致对工人的歧视并加剧社会的不平等。虽然以前的自动化技术进步倾向于影响“常规”任务，但人工智能有可能使“非常规”任务自动化，这将导致大量的工人失业。因此政策制定者面临的挑战是在促进人工智能的进步和创新的同时，保护工人和消费者免受可能出现的潜在伤害。本报告第一和第二部分介绍了人工智能及其在欧盟和美国使用情况；第三部分重点介绍了人工智能对劳动力的影响；第四部分包含了招聘和物流领域的案例研究；第五部分是结论。

## 第一部分：人工智能概述

### 什么是人工智能

经合组织对人工智能系统是这样定义的：“人工智能系统是一个基于机器的系统，它能够通过为一组特定的目标产生输出（预测、建议或决定）来影响环境。它使用机器或基于人的数据和输入来：（1）感知真实或虚拟环境；（2）通过自动方式（例如，用机器学习）的分析，将这些感知抽象成模型；（3）使用模型来推理可能的结果。人工智能系统可以按照不同程度的自主性进行运作。”

作为人工智能实际应用的一个例子，可以考虑让人工智能给出它自己的人工智能的定义。我们对一个现代的、经过训练的人工智能引擎“GPT-3”给出如下指令：写一段话，描述什么是人工智能以及它能做什么。GPT-3 的答案是：AI 是人工智能的缩写。人工智能是应用认知科学技术的结

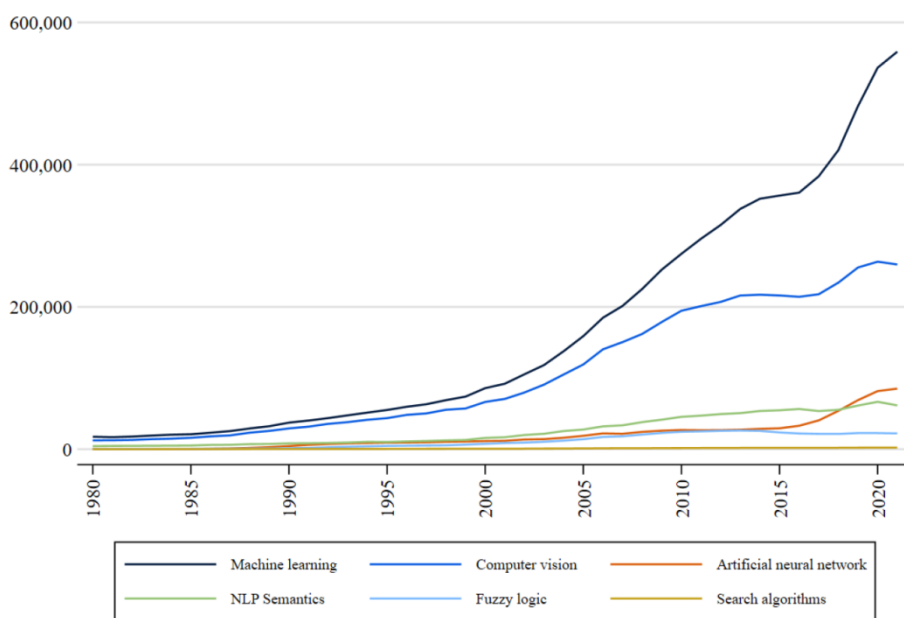
果，以人工方式创造出一些东西来完成只有人类才能完成的任务，如推理、自然交流和解决问题。人工智能很重要，因为它有可能帮助人类更好地完成认知任务，并将目前人类难以完成或无法完成的任务自动化。

这个例子能突出人工智能技术的变革力量。虽然以前的许多技术进步导致了常规任务的自动化，但人工智能有能力自动化原本被认为只能由人类来完成的任务。在本报告的第三部分，我们将进一步描述 GPT-3 关于人工智能对劳动力影响的看法。

## 近期关于 AI 的进展

人工智能的潜力来自于它对机器学习的使用，机器学习是计算统计学的一个分支，它专注于设计能够从新数据中自动和迭代地建立分析模型的算法，而无需明确地对解决方案进行编程。它是统计学意义上的预测工具，利用你拥有的信息，用它来预测你没有的信息。如图 1 所示，自 20 世纪 80 年代以来，机器学习一直是人工智能研究的重点。在过去 10 年左右的时间里，机器学习作为预测技术的用途已经大大增加。机器学习的重点领域是计算机视觉以及使用计算机从图像和视频中获取信息。这在一系列应用中具有十分重要的意义，如确定在线图像的内容以进行标记或审核、实现汽车自动驾驶以及从数据库中检索特定的图像或视频。

图 1：1980-2021 年按主题划分的人工智能研究出版物数量



数据来源：OECD, 国泰君安国际

在过去五年中，人们更多地关注机器学习算法的一个特定领域——神经网络。这些算法使用权重和激活函数的组合，将一组数据输入转化为对输出的预测，并衡量这些预测与现实的“接近程度”，然后调整其使用的权重，以缩小预测和现实之间的距离。输入和输出之间有两层以上转换的网络被称为“深度”。这些体系结构可以学习分层抽象，这有助于它们有效地表述复杂的关系。

Dean (2019) 总结了机器学习的演变历程。机器学习的关键思想和算法从 20 世纪 60 年代就已经存在。在 20 世纪 80 年代末和 90 年代初，随着人们意识到机器学习可以用独特的方式解决一些问题，人工智能界掀起了一股热潮，人工智能的优势源于其接受原始形式输入数据的能力，以及训练算法来执行预测任务。然而在那个时候，计算机还没有强大到足以处理大量的数据。在摩尔定律的推动下，经过几十年的发展，计算机开始变得足够强大，为人工智能的发展奠定了基础。此外，公共单位和个人现在都可以获得大量复杂的数据，这也为开发和训练人工智能模型提供了条件。Beraja、Yang 和 Yuchtman (2022) 对此进行了研究，结果显示，能够获得政府海量数据的公司开发出商业人工智能软件的数量大幅增长。

以下展示一些机器学习进展的例子。

(1) 斯坦福大学在 2010 年举办了首届 ImageNet 挑战赛。该挑战是给定一个 120 万张彩色图像（被分为 1,000 个类别）组成的“训练集”，通过训练机器模型，将新的彩色图像进行分类。2010 年和 2011 年的获胜团队使用了传统的编码方法，但是错误率仍高于 25%。2012 年，一位参赛者首次使用深度神经网络，并以 16.4% 的错误率获胜。随后几年，深度学习在该类问题中广泛使用，2017 年获胜的错误率只有 2.3%，这远低于人类的错误水平。(Russakovsky et al. 2015)

(2) AlphaGo，这是一款旨在与人类棋手对弈的围棋软件。它使用了神经网络，除了了解围棋的规则外，该模型既通过与自己对弈来训练，也通过数以千计的真实比赛来学习策略。2016 年 3 月，AlphaGo 以 4 比 1 的成绩击败了世界排名第一的选手。研究人员随后考虑通过让神经网络只与自己下棋来训练它--结果是 AlphaGo 零胜。该神经网络开始时只有随机策略，但在三天内与自己下了 490 万盘棋，随后新的人工智能以 100 比 0 的成绩击败了上一版本的 AlphaGo。

(3) DALL-E，它与 GPT-3 具有相同的技术。DALL-E 是在一组 2.5 亿个文本——图像组合基础上进行训练的模型，可以根据用户提供的文字描述生成图像。经过学习，它可以创造出它从未“见过”但符合要求的图像。

以上这些例子表明了以前被认为是不可能的任务，现在可以由人工智能执行，甚至呈现优于人类执行的结果。

## 总体进展和未来方向

自 20 世纪 50 年代以来，人工智能发展的特点是周期性的突破和巨额投资（“人工智能的春天”）以及失望和少量资金（“人工智能的冬天”）。技术突破引发了对未来预期的上修，这推动了投资的增长。当研究停滞不前时，投资也会随之下行 (Mitchell 2021)。2010 年左右显然是一个“春天”，人工智能在图像处理和自然语言处理方面取得了较大的进展。一部分人认为，人工智能现在正处于一个“黄金时代”。然而，鉴于一些目标仍然遥不可及，例如完全自动化的汽车 (Mitchell 2021)，人们担心“冬天”即将到来。具有前瞻视角的科学家开始考虑人工通用智能 (AGI) 的可行



性，它等同于或超过了当下的人类智能。AGI 概念在二战后就已经出现了，第一次人工智能会议于 1956 年在达特茅斯学院举行。1965 年，诺贝尔奖获得者赫伯特-西蒙（Herbert Simon）预言，“机器将在 20 年内有能力做任何人类能做的工作”。近年来，由于机器学习的发展和进步，AGI 出现了回潮。虽然 AGI 不是本研究的重点，但超越人类智能的机器学习对经济和社会具有深远的影响。

虽然人工智能的崛起有望改善现有的商品和服务，并大大提高生产效率，但 Cockburn、Henderson 和 Scott（2019）认为，机器学习作为一种新的通用技术（GPT），是一种“发明方法的发明”（IMI），可能对经济产生更大的影响。GPT 与 IMI 的不同之处在于，IMI 可以研究与开发本身的组织结构。例如，Jumper 等人（2021）展示了他们基于机器学习的工具 Alpha Fold 在预测蛋白质的物理结构方面的成功应用，并随后向科学界提供了一个超过 2 亿个预测蛋白质形状的数据库供研究人员使用。这意味着深度学习可以使我们能更好地理解基因组，从而推动分子生物学和遗传学领域的进步。

## 人工智能带来的经济机遇和挑战

随着人工智能技术的不断完善，它可能会在生产效率、增速、创新和就业等方面对经济产生实质性影响。政策制定者可以利用人工智能来制定更有效和公平的决策。另一方面，由于人工智能未来发展的不确定性以及目前人工智能的使用范围（如搜索引擎、数字助理或社交媒体）并没有体现直接的经济利益，因此很难量化人工智能可以带来的好处。

为此，Brynjolfsson 等人（2019）提出了一个名为 GDP-B 的新指标，该指标量化了人工智能带来的收益而非成本。通过一系列的实验，他们评估了消费者对免费数字商品和服务的支付意愿。例如，Facebook 带来的相关收益将使美国每年的 GDP-B 增加 0.05 至 0.11 个百分点。考虑到 Facebook 仅仅是数字经济中的一个产品，因此人工智能带来的收益一定是巨大的。

然而，正如 Acemoglu（2021）所说的那样，人工智能会让社会付出巨大的代价，由于“人工智能的前景和巨大的潜力”，理解和面对这些代价就显得更加重要。直接源于人工智能对信息过度使用的例子包括侵犯隐私，创造反竞争环境，以及通过机器学习技术进行行为操纵，使公司能够识别和利用消费者不能自我认知的漏洞。此外还存在因过度自动化导致工人被直接取代的风险。最后，人工智能或可以通过多种方式加剧社会问题，有大量证据表明人工智能已经引入并延续了种族或其他形式的歧视。人工智能还可能在社会关于民主国家运作等至关重要的问题上产生负面影响，例如社交媒体中传播虚假信息和分化社会。虽然这些代价是巨大的，但它们往往不是人工智能所固有的，而是开发和研究该技术时所作选择的产物，这意味着政府在研究和监管人工智能方面发挥着核心作用，美国的《人工智能权利法案》和《人工智能法》就是证明。

本报告的重点是人工智能对劳动力市场的影响。虽然在二战后的四十年里，技术进步看似为所有工人带来了繁荣的劳动力市场，但在 20 世纪

80年代开始出现了一条不同的技术发展道路，这个方向对低薪工人的包容性较差，这给政策制定者带来了挑战。Acemoglu 和 Autor (2011) 发表的 Skill Biased Technological Change (SBTC) 阐释了美国内部和不同经济体的收入分配趋势。然而，典型的 SBTC 模型表明技术对高技能工人会比低技能工人产生更大的好处，而人工智能既可以是相对较高技能工人的替代品，也可以是补充品。例如，为推进自动化，而不是提高工人的工作强度，企业希望开发和采用人工智能；另外，人工智能可以增加对工人的实时检测，但是一旦这种检测会导致工人工资降低，那么这种人工智能的作用就是负面的。总而言之，不受约束的人工智能可能导致更不民主的劳动力市场、更糟糕的工作条件以及对工人有利的劳动力市场制度的侵蚀。

如果没有对人工智能负面作用的正确理解和管理，其巨大潜力就无法实现。工业革命开始后经济的持续增长并不完全是由具体发明所推动的，人类对这些发明的理解和管理也起了相对重要的作用。虽然 1750 年之前的世界也有来自火药、眼镜和机械钟等发明所推动的经济增长，但由于缺乏对这些技术的理解和管理，这种增长并不持续。因此我们应如何管理人工智能所可能带来的负面影响？我们如何才能最好地利用其巨大的潜力实现持续的经济增长？这篇报告将会回答这两个问题。

## 第二部分：人工智能应用的现状

### 美国对人工智能的采用情况

在美国，关于不同技术（包括人工智能）采用情况的最新公开数据来自人口普查局的年度商业调查（ABS）。最近来自于 Acemoglu 等人（2022）和 McElheran 等人（2022）的两篇论文分别使用 2019 年和 2018 年的 ABS 模块来描述美国企业对 AI 技术的采用情况。两篇论文都发现，人工智能的总体采用率很低，但在某些大型的、年轻的公司中采用率较高。McElheran 等人的论文（2022）专注于研究所有者和管理层的特征与人工智能采用的关联情况，结果显示拥有更年轻、更高教育水平管理者或所有者的公司更有可能采用人工智能技术。Acemoglu 等人的论文（2022）则专注于研究扩大采用人工智能的问题，如企业采用人工智能背后的原因，进一步采用的障碍，以及人工智能采用和生产力之间的联系。

这两篇论文都发现，总体上很少有公司采用人工智能，但公司层面采用的统计数据掩盖了美国工人接触人工智能的真实状况。McElheran 等人（2022）报告说，在 2017 年，2.9% 的公司使用机器学习，1.8% 使用机器视觉，1.3% 使用自然语言处理。同样，Acemoglu 等人（2022）发现，在 2016 年至 2018 年间，只有 3.2% 的美国公司将人工智能作为其流程和方法的一部分。然而在 2017 年，11.7% 的工人在使用机器学习的公司工作（6.8% 和 8.8% 的工人在使用机器视觉和自然语言处理的公司），在 2016 年至 2018 年期间，12.6% 的工人受雇于利用人工智能的公司。企业和工人层面的这种差异源于两篇论文的一个关键发现：大型企业更有可能采用人工智能技术。

除公司规模外，其他因素也会影响公司对人工智能的采用。首先，信息、专业服务、管理和金融等行业的公司最有可能采用人工智能技术；零售业、运输业和公用事业等行业也更有可能会采用人工智能技术。其次，无论公司规模如何，年轻的公司更有可能会采用人工智能。例如，在特定规模的所有大公司中，年轻公司（前四分之一）大约有 7% 采用了人工智能，在最老公司（后四分之一）中，只有大约 3% 至 4% 的公司采用人工智能。人工智能的采用主要集中在较大和较年轻的公司，这反映出采用这种技术很可能需要解决大量的成本和架构问题。此外，拥有风险投资资金的企业和其他被 McElheran 归类为“以高增长创业原则为创业基础”的企业与人工智能的使用更相关。

2019 年 ABS 还询问了企业为什么采用人工智能，以及在实施这项技术时面临哪些障碍。采用和不采用人工智能的公司均反馈，人工智能对公司业务的不适用性以及成本太高是不采用人工智能的主要原因。在所有人工智能的采用者中，大约 80%（按雇员人数加权）反馈这样做是为了提高其产品或服务的质量，65% 是为了升级现有流程，54% 是为了使现有流程自动化。虽然人工智能采用公司表示自动化并不是采用人工智能的最主要因素，但 Acemoglu 发现人工智能采用公司的劳动生产率较高且劳动份额低于同类公司，这与自动化作为人工智能的主要应用相一致。但是使用人工智能来实现现有流程的自动化可能会对工人产生重要的不利影响。与其他先进技术相比，人工智能与工人的竞争更加激烈，可能会对个别工人的就业产生重要的不利影响。

上面讨论的调查数据并不是对公司层面采用人工智能技术的完全全面考察。在这些调查中，许多人工智能的使用可能被忽略，例如 Siri、Cortana 或 Alexa 这样的语音助手。根据皮尤研究中心（Pew Research Center）的数据，2017 年，46% 的美国人使用数字语音助手，绝大多数人通过智能手机使用该服务。根据微软的一项调查，2019 年，报告使用数字语音助理的美国人的比例已经增长到 72%。这说明了人工智能已经在生活中的许多领域出现，而不仅仅是企业。

除私营部门外，美国联邦政府也已经开始采用人工智能，包括改善纳税人与国内税收署（IRS）联系时的等待时间，利用医疗保险数据预测病人的健康状况等。国税局为了解决来电者等待时间过长的的问题，已经实施了一个基于人工智能的语音机器人系统，目前该系统允许纳税人设置付款并取得已设定问题的答复。在明年，这项服务范围将被进一步扩大，允许机器人检索更多关于个别纳税人的信息，进一步减少等待时间。2019 年，医疗保险和医疗补助服务中心（CMS）创建了 CMS 人工智能健康结果挑战赛，这项比赛旨在加速“开发人工智能解决方案，预测医疗保险受益人的病人健康结果”。2021 年比赛结束，获胜者使用医疗保险病例记录，准确预测可能出现不良事件的患者，并向临床医生解释这些预测结果。

## 欧盟对人工智能的采用情况

在欧盟，企业方面人工智能采用的总体趋势似乎与美国类似（数据来自欧盟统计局关于企业 ICT 使用和电子商务的社区调查，范围涵盖一系列人工智能技术的使用情况，包括深度学习、图像和书面/口头语言的分析以及工作自动化）。**2021 年，所有雇员超过 10 人的企业中，有 8% 采用了人工智能技术。规模较大的公司更有可能使用人工智能技术，在雇员超过 250 人的公司中，有 28% 的公司使用人工智能。**调查还显示，企业使用人工智能最多的场景是采用机器学习或分析书面语言使工作流程自动化。整体情况与前一年的结果相差不大：2020 年，欧盟有 7% 的企业使用人工智能。常见用途是通过机器学习分析大型数据集和部署聊天机器人。通过这些数据，我们也可以看到人工智能在欧盟成员国的使用分布。2021 年，丹麦的企业使用人工智能比例最高（24%），其次为葡萄牙（17%）、芬兰（16%）、卢森堡和荷兰（均为 13%）。

Hoffman 和 Nurski（2021）更详细地探究了欧盟统计局关于企业 ICT 使用、电子商务的社区调查以及其他调查（包括欧盟委员会的小型调查）。与美国一样，欧盟的机器人使用集中在制造业，其他类型的先进技术在金融、教育、卫生和社会工作等服务领域的采用率更高。在这些部门中，大型企业采用人工智能的比例更高，这表明采用人工智能涉及大量成本和架构问题。技能和资金限制是报告的主要障碍，大约 80% 的企业提到内部劳动力和外部劳动力市场缺乏相关技能，同时购买 AI 和调整运营流程成本过高。

## 第三部分：人工智能对工作的影响

我们在前文探讨过，随着人工智能的发展和在各种应用中的尝试，它对社会的潜在收益是巨大的。人工智能的优势可以跨越行业，为工人提供时间来完成新工作，并通过自动化提高公司的运营效率。该报告还显示了在使用人工智能技术时，它又给政策制定带来了怎样的挑战。

**报告这一部分将重点讨论人工智能给劳动力市场带来的机遇和挑战。**一方面，人工智能有可能提高生产力，创造新的就业机会并提高生活水平；另一方面，由于人工智能已经开始执行以前被认为严格属于人类才可以执行的任务，人工智能可能会扰乱现有的劳动力市场，并损害现有工人的工作机会。

人工智能开发和采用的目的是为了工作自动化，而不是扩大工作机会。推进人工智能技术的公司通常会朝着利润最大化的方向发展，而这可能与利于社会发展的方向不同。（比如，人工智能增加了雇主监控工人的能力）总而言之，虽然人工智能对劳动力市场的潜在好处很多，但不受约束的人工智能也可能导致劳动力市场更加不民主和不平等。

人工智能的发展带来了众多挑战，因此政策制定必须要正确理解技术进步是如何影响劳动力市场的，以及未来人工智能将如何改变工作。Autor（2022）概述了关于“数字技术对劳动力市场影响”的思考。他的出发点是基于工作的劳动力市场观点，该观点在过去十年中已经成为文献中的



标准框架。这一观点产生的假设是，数字技术可以使“常规工作”自动化。常规工作的特点是，它遵循一套明确的规则和程序。符合这种描述的工作可以被编入计算机软件并由机器执行（例如，机器人组装汽车，用电子邮件传递信息）。相反，“非程序性工作”是很难编程的，因为完成这些工作通常没有明确的步骤。有趣的是，尽管我们无法用算法表达非常规工作，但许多这些工作对人类来说却很容易完成。这就是所谓的波兰尼悖论“人类知道的比他们能说的多”，这是以 20 世纪的哲学家迈克尔-波兰尼和他的论点命名的，即我们所有的知识都植根于隐性知识中。

Goos、Manning 和 Salomons（2014）表明，常规工作集中在中等收入的职业（如电脑操作员、办公室文员），而非程序性工作（如在餐厅中等待餐桌、清洁房间、诊断疾病或团队管理）集中在低薪职业（如餐厅服务员、清洁工）和高薪职业（如卫生专业人员、经理）。因此，自动化技术减少了中等收入人群的工作，进而导致了工作两极分化的过程。研究发现，这种情况发生在他们所研究的 1993 年至 2010 年的 16 个西欧国家，美国也有类似的情况（Acemoglu 和 Autor 2011）。

人工智能有可能从根本上改变自动化技术、劳动力需求和不平等之间的关系。虽然迄今为止的研究已经考察了计算机和工业机器人等数字技术，但人工智能颠覆了技术只能完成常规任务的假设。由于人工智能通过对实例的训练来学习归纳执行这些任务，而不是遵循可编程的明确规则，因此人工智能可以用来推断底层软件无法完全指定的默契关系。

因此，未来人工智能可以完成在低薪和高薪职业中许多不能由计算机完成的非程序性工作，这将对劳动力需求、就业两极化和不平等有深远的影响。例如，我们可能不再看到就业两极分化的过程，而是高薪职业就业增长更强（如果人工智能使低薪职业的非程序性工作自动化）或低薪职业就业增长更强（如果人工智能使高薪职业的非程序性工作自动化）。

综上所述，人工智能对劳动力市场的影响方面依旧存在很多不确定性。接下来将重点讨论这四个问题：

- a) 哪些工作和任务会受到人工智能的威胁？
- b) 人工智能将出现哪些新的工作和任务？
- c) 人工智能对工人的影响将是什么？
- d) 人工智能对工作场所的影响将是什么？

**a) 哪些工作和任务会受到人工智能的威胁？**

虽然早期的数字技术将涉及常规工作的职业（如机器操作人员、办公室文员）自动化，但人工智能作为一种预测技术，也有可能将各种非常规工作自动化，这涉及更广泛的职业范围。学术界已经开始加速研究这个问题，Acemoglu 等人（2022）；Brynjolfsson、Mitchell、Rock（2018）；Felten、Raj、Seamans（2020）；Webb（2020）已经应用适当方法来分析人工智能的采用对不同职业的影响。这些研究假设人工智能并不是只能做某种特性类型的工作，而是可以依靠各种创新的方式来确定人工智能可以或不可以完成哪些工作。

Webb（2020）提供了一个例子。他使用自然语言处理（NLP）算法，

利用工作任务描述的文本和专利文本之间的重叠程度，开发出一种新的方法来识别哪些任务可以被自动化，这样他构建了一个衡量职业对该技术的“暴露”程度的工具。例如，假设一名医生的工作描述包括“诊断病人的状况”这一任务。NLP 算法将从这项任务中提取动词——名词组合，即“诊断病情”；然后，该算法在不同的专利样本中对相同的动词——名词进行量化，以确定是否有技术可以使医生的任务自动化。

利用这种方法，Webb（2020）首先研究了以前两种类型技术的影响：软件和机器人。对于软件来说，工人整体接触程度与受教育程度呈负相关，中薪职业的个体接触程度最高。就机器人而言，受教育程度低于高中的人群和 30 岁以下的男性受影响最大。总的来说，这些结果与关于工作两极分化的文献一致，即在 1980 年至 2010 年期间，计算机和机器人减少了对常规的、中等工资工作的需求，但是增加了对非常规的、低工资和高工资工作的需求。

韦伯（2020）的研究随后转向了人工智能对职业需求的影响。与软件和机器人相比，人工智能执行的任务涉及检测模式、做出判断和优化。其影响最大的职业包括临床实验室技术人员、化学工程师、验光师和发电厂操作员。更广泛地说，高技能的职业最容易受到人工智能的影响。此外，正如可以预期的那样，受人工智能影响的工作主要是涉及高教育水平和经验积累的工作，因此年龄较大的工人最容易受到人工智能的影响。与此同时，也有一些低技能的工作受人工智能影响较大。例如，涉及检查和质量控制的生产工作会受到影响，但是这些工作只占低技能工作的一小部分。

最后，一个新成立研究机构的调查表明，未来会有越来越多的需要高学历水平的负责工作将被人工智能所代替。与早期的数字创新相比，这表明我们对人工智能使工人工作自动化潜力的思考发生了本质转变。例如，人工智能对工人工作的自动化推动可能会加速职业去技术化过程，而不是工作的两极化。

但是这种转变不会是轻松就可以完成的。一方面，由于人工智能并不能完全了解现实世界的复杂性，因此它不能完成人类在工作中需要承担的复杂的决策工作；另一方面，目前为止人工智能还没有对劳动力市场产生明显的影响。

### **b) 人工智能将出现哪些新的工作和任务？**

在探讨人工智能的优势时，决策者的一个重要考量是人工智能不仅能实现自动化，还能增加工作机会。历史上有很多例子表明，一些工作虽然最初被预测会消失，但它们反而获得了蓬勃的发展。**1970 年左右引进的第一台自动取款机被预测为将结束传统银行柜员的工作，但今天美国反而有更多的银行柜员。**如果工作内容是固定的，那么不断推进的自动化将把工人限制到越来越窄的细分工作领域，如果人工智能发展到 AGI 的状态，也许最终会使人类劳动完全被淘汰，但是 AGI 也有可能为工人创造许多新的工作。

目前我们对人工智能为工人创造新工作的潜力了解的非常少，不过我们可以从更广泛的角度探讨技术进步到底创造了多少新工作。为了回答这

个问题，Autor 等人（2022）利用了美国人口普查局的职业描述中出现的新工作头衔进行统计，分析表明，无论新工作是由于技术进步还是其他原因而产生的，新工作的数量都很庞大。他们估计 2018 年美国有超过 60% 的就业是在 1940 年不存在的工作种类中发现的。如 2000 年增加的“手指甲技术员”和 2018 年增加的“太阳能光伏电工”，“人工智能专家”也在 2000 年首次出现。

对于新工作的性质，Autor 等人发现，在 1940 年至 1980 年间，大多数雇用非大学工人的新工作都来源于中等技能的工作；1980 年后，非大学工人创造新工作的地点从这些中等技能工作转移到了传统的低薪个人服务。相反，雇佣受过大学教育工人的新工作创造越来越集中于专业、技术和管理职业。综合来看，1980 年后新工作的创造出现了两极分化，这也代表总体工作出现了两极分化。

为了进一步解释新工作种类的产生，以及这其中技术进步的作用，Autor 等人（2022）采用了与 Webb（2020）类似的程序，用 NLP 检查专利数据。例如 1999 年，美国专利和商标局授予一项“加强和修复指甲方法”的专利。Autor 的算法将这项专利与人口普查局在 2000 年增加的“指甲技术员”的职业名称关联起来。同样地，他们的算法将 2014 年专利“用于高效太阳能转换的系统”关联到“太阳能光伏电工”职业，该职业名称是在 2018 年增加的。总而言之，Autor 等人（2022）的研究表明，新技术是创造新工作的重要驱动力。

Autor 等人（2022）还发现，一些职业（如放射科技术员和机械师），相对于工作机会增加而言，自动化率更高，因此这些职业的劳动力需求和就业将趋于下降；而在其他职业中（如工业工程师和分析员），增员比自动化更重要，这导致该类职业的就业增加。有趣的是，许多职业要么同时接触到增员和自动化，要么根本没有接触到任何技术。到目前为止，与技术进步相关性较小的职业包括需要人际交往技能的工作，如儿童保育员、酒店职员和神职人员。

总而言之，尽管技术进步使工作自动化的潜力得到了广泛的关注，但它也增加了工作机会，是创造新工作的一个重要驱动力。Autor 等人（2022）将创新对工作的这种双面影响称为“自动化和增员之间的竞赛”。在就业份额下降（增加）的职业中，这场竞赛是自动化（增员）获胜。更好理解这场竞赛可以给政策制定者提供重要的政策制定思路。

Autor 等人（2022）并没有特别关注人工智能。但许多由人工智能增加的新工作种类可能很快就会产生新的职业名称——数字助理工程师、仓库机器人工程师以及社交媒体内容策划者。从政策角度来看，需要进一步考虑这些新工作是否是社会希望人工智能创造的工作，以及随着未来人工智能的发展，高薪职业会不会被人工智能所取代。

### c) 人工智能对工人的影响将是什么？

包括人工智能在内的技术进步对工作影响的优点集中在可自动化的工作以及增加就业机会上，尤其（主要）是在更细分的职业领域。因此，研究人员重点不仅应该是人工智能的自动化或增员潜力，还应该是工作的重新设计。例如，Brynjolfsson、Mitchell 和 Rock（2018）推测，机

器学习将推动对礼宾员、信贷授权人和经纪公司职员的工作进行实质性的重新设计，工作重新设计也是对工人适应能力的挑战。

Acemoglu 等人 (2022) 利用美国人口普查局 2019 年 ABS 中引入的一个新模块，在评估企业对人工智能的采用情况的同时，还探讨了企业对人工智能对其劳动力和技能需求影响的自我评估。在人工智能采用者中，15%的人报告说人工智能提高了总体就业水平，6%的人表示人工智能降低了就业水平，这表明人工智能对就业水平的影响尚不明朗。与此同时，41%的人工智能采用者增加了雇员的技能需求，几乎没有公司（不到 2%）报告他们对雇员技能的需求降低。

Genz 等人 (2022) 对德国的研究得出了类似的结果。他们研究了德国工人如何适应企业对新数字技术的投资，包括人工智能、增强现实或 3D 打印。他们收集新的数据，将企业技术采用的调查信息与德国的社会安全行政数据联系起来。然后将技术采用者与非采用者进行比较。虽然他们发现几乎没有证据表明人工智能影响了工作的数量，但缺乏整体的就业对比掩盖了工人之间的巨大差异。他们发现受过职业培训的工人比有大学学位的工人受益更多。一种解释可能是，人工智能对职业工人工作机会的增加大于对大学工人工作的增加；另一个解释是，德国传统的职业培训体系（样本中 76%的工人完成了职业教育）提供了大量的专业技能，这些职业技能引导了人工智能的发展和采用。

**劳动者在不同工作中的流动性。**人工智能推动的自动化发展将会导致部分工人的工作被取代，或者原有工人不再满足新工作对技能的需求。对于被裁员的人来说，换工作的成本很高，这可能对整个劳动力市场造成破坏。这些调整代价和之前技术进步的代价很相似，电话接线员角色的自动化就是很好的例子。随着人工智能迅速发展，这些代价正在逐步扩大，但关于因人工智能被淘汰的工人向新工转移的研究非常有限。

Bessen 等人 (2022) 对此做过一个调查。他们使用荷兰的行政数据，研究了当公司投资于人工智能以实现公司生产过程的自动化时，那些被裁员的工人会发生什么。结果显示，人工智能自动化的负面影响在小公司以及中老年工人中更为严重。同时失业工人的调整成本很高，这些成本失业保险只能部分抵消。

#### **d) 人工智能对工作场所的影响将是什么？**

人工智能将极大地改变工作场所和公司的商业模式，同时这些变化也将进一步影响工作环境。

Wood (2021) 讨论了工作场所算法管理的普遍性。算法管理通过对工人数据的收集和监控，以自动化的方式管理劳动力。在线劳务平台是一个常见的例子。这些平台使工人能够选择他们的客户和工作，可以选择如何进行这些工作，并决定如何对这些工作收费。但是工人的选择权受到平台规则和设计结构的限制。算法管理也被用于其他场合，如仓库、零售、制造、营销、咨询、银行、酒店、呼叫中心，以及记者、律师和警察中。Wood (2021) 总结了这些部门的几个详细的案例研究。

出租车服务或送货上门的数字平台。在这些平台上，算法通过司机的智能手机（或其他手持设备）将任务分配给他们。例如一个出租车平台可



以通知司机一个出行请求，司机必须在 15 秒的时间内接受这个请求。只有在接受请求后，该算法才会向司机提供乘客的位置、车费和目的地。该算法在通知司机出行请求的同时隐瞒了关键信息，是为了尽量减少司机拒绝出行请求的机会。此外，如果司机拒绝了太多的请求，该算法可以将他们暂时从应用程序中记录下来，作为惩罚。一旦司机接受了出行请求，该算法就会推荐一条到达下车地点的路线。如果司机偏离了建议的路线，该算法可以随即发送通知。如果应用程序还负责支付司机相关费用，那么应用程序可以通过拒绝发放司机的款项，进一步惩罚故意拖延时间的司机。总之，尽管平台给工人和客户带来了许多好处，但他们的算法管理可以大大降低工人的选择空间。

Weil (2017) 探讨了算法管理对商业模式和劳动关系的更深远影响。通过对美国众议院证词的分析，他认为企业可以利用信息和通信技术来削弱对传统雇佣关系的需求。自 20 世纪 80 年代以来，许多大公司已经放弃了直接雇佣的行为，而将工作外包给较小的分包商或特许经营商。这些分包商或特许经营商之间的竞争意味着工人工资、福利都会降低。Weil 所说的这种变化主要影响到低工资的工作，它加剧了工资的不平等，降低了职业安全，并增加了工人的健康风险。另一方面，人工智能可以成为催化剂，促进主导公司及其股东通过对外包工人的智能监测，更好地管理其劳动力供应链，从而提高公司整体的运营效率。

## 第四部分：“案例研究”

### 案例一：人工智能在人力资源和招聘中的应用

在 20 世纪后半叶，传统的招聘方法是清晰且简单的：申请人提交他们的简历和求职信，以及对具体工作问题的回答。招聘人在一叠申请者的文件中进行筛选，以确定合适人选。经过若干轮的面试后，招聘人会发出工作邀请。最终，候选人会接受聘用并开始工作。

在过去十年，随着人工智能的发展，招聘过程发生了巨大的变化。虽然这个过程的主要步骤大致相似，但在每个阶段，企业都采用了基于人工智能的工具来提高速度和规模。人工智能可以大规模地将简历与职位列表相匹配，为申请人和招聘人节省大量时间。人工智能可以对简历进行筛选，摒弃那些可能不合适的申请人；然后对候选人做再次评估，进一步缩小范围。对许多公司来说，只有在流程的后期阶段，招聘人才会介入：最后的面试、谈判和说服候选人接受聘用，这仍然是人力资源专业人士的重要工作。虽然招聘的核心目标不变，但人工智能的发展已经改变了招聘人的招聘方法。

为了探索人工智能在招聘领域的最新发展，经济顾问委员会的工作人员对该领域的利益相关者进行了一系列采访。在 2022 年夏天，他们与四家公司、一个行业团体的代表和一位人工智能领域的学者进行了六次访谈，每个人都被问到了一系列关于目前人工智能在招聘中应用的问题。访谈内容由 CEA 工作人员整理，并结合独立研究和与欧盟委员会合作伙伴的磋商，形成本案例研究。

## 人工智能在招聘中的实践

假设一家公司正在进行招聘，他们想尽快为每个职位找到合适的候选人，这项任务既需要最大限度地提高匹配质量，也需要追求速度。此外由于该公司现在正面临着现代劳动力市场上许多公司所面临的高工作流动率，这意味着公司有相当大的招聘压力。这种情况对公司来说是陌生的，因为历史上没有发布过如此多工作，也没有过招聘速度的压力。当下招聘市场的规模是前所未有的，职位发布、提交申请和发出邀请的数量都在增加。这种压力要求他们在不牺牲质量的前提下，更快地处理更多的申请，吸引更多不同的合格员工。

招聘经理现在一边要管理招聘团队一边要处理多个职位空缺，每个职位都处于招聘过程中的不同阶段。然而在每个阶段，他们都可以向人工智能寻求指导、建议和支持。求职网站（Indeed）的 Trey Causey 对招聘领域提出了一些看法：“很难想象在招聘领域有哪个地方没有出现 AI。招聘经理已经能够在招聘过程中有效地使用人工智能解决方案”。

在招聘最开始，招聘经理需要发布一个职位空缺，包括在一系列求职平台上发布职位描述的文件。但是他们不需要独自完成这项工作。相反，他们可以使用人工智能服务，这些服务将使用自然语言处理来帮助他们撰写职位描述。这些工具的强大之处在于，它们可以将语言与结果的数据样本联系起来，使招聘经理能够精心设计职位描述，从而最大限度地吸引合适的申请人。

从撰写招聘信息文本开始，招聘经理需要弄清楚如何将这个机会展现在候选人面前。为了做到这一点，他们利用了招聘中最常见的算法应用之一：将求职者与招聘信息进行匹配。这些算法依赖于简历和招聘信息的文本，以及有关职位和候选人的背景信息，以确定哪些候选人最适合给定的招聘信息。在某些情况下，这将产生一个量化分数，招聘经理可以用它来评估候选人。使用这些系统可能需要招聘经理在不同的招聘平台上购买广告，以便将招聘信息展现在合适的候选人面前，从而扩大候选人规模。

几天前，招聘经理发布了一个职位招聘，已经有候选人在申请，并询问有关该职位的细节和申请程序。招聘经理并没有对这些信息作出回应，而是由自然语言处理驱动的聊天机器人负责回答候选人提出的有关空缺职位的具体问题。聊天机器人的使用场景并不局限于此，招聘经理可以使用聊天机器人来筛选第一轮申请人，鉴于公司收到的申请数量可能相当庞大，这是一个重要的环节。这些机器人通过分析候选人的背景和经历资料，决定是否将候选人筛选到下一轮环节。

在初轮筛选后，招聘经理随后可以利用一系列评估工具，从转录和分析的录音面试进入到“游戏化”评估环节，这个环节基本上是逻辑游戏，可以用来评估申请人的特定技能。这些测试通常有科学依据，可以将测试结果与他们所需的特定技能联系起来。但是招聘经理对使用这些工具持有谨慎态度，并不仅仅因为技能和工作表现之间的联系没有得到彻底论证，还因为他们看到旧的工具因为偏见问题被取消使用。与此同时，招

聘经理又认为这些工具很有用，因为它们既能提高申请过程的速度，又有可能提高匹配的质量。

## 申请人的人工智能

在为找工作做准备时，所有申请人（无论是从大学直接申请，还是在一个行业内的角色之间过渡，或者考虑改变职业）都可以求助于一些基于人工智能的工具来提高他们的面试技巧和完善他们的简历。Indeed 和 VMock 等公司提供由人工智能驱动的工具，这些工具通常高度重视评估简历的特定术语，并就如何改进简历提供建议。尤其是现在许多简历都是由基于人工智能工具进行筛选的，因此改进简历的一个重要方法是使用能够帮助候选人通过初步筛选的关键词。

人工智能帮助申请人的另一种方式是关注申请人的擅长技能，这些技能可以扩大申请人的潜在工作范围。VMock 给出的一个例子是，厨师的日常工作涉及在高压环境下管理大量人员，同时高效地管理时间，这套技能在餐饮服务以外的许多职位上都很有价值。ZipRecruiter 的平台使用一种主动学习算法，试图根据候选人迄今为止对他们所展示职位的兴趣程度，了解哪些空缺职位对他们最有吸引力；他们在招聘方面使用类似的算法，了解招聘经理正在寻找哪些类型的候选人。这些学习算法使申请人和招聘方都能更好地匹配。

在候选人申请了职位后，他们可能会与上一节中提到的聊天机器人进行互动；自然语言处理技术已经发展到了聊天机器人与求职者可以开展类似人类间互动的行为。该公司也阐述了聊天机器人的利弊，指出虽然它们在减少招聘过程中无意识的人类歧视方面很有用，但它们也有可能给候选人造成负面印象。这反映了一个更大的问题：当候选人被人类与算法评估时，他们在多大程度上意识到机器人的存在？

## 算法爬行和意外结果

在美国和欧洲公司招聘过程的几乎每个阶段，人工智能驱动算法的介入程度都在增加。布鲁金斯学会的亚历克斯-恩格勒(Alex Engler)将这种趋势称之为“算法爬行”，它既包括在招聘过程的不同阶段扩大算法使用，也包括在每个阶段采用算法的公司所占比例的增加。在本报告中被采访的大多数公司都认为这个趋势未来将更快、规模更大，并能使更多的合格候选人找到更好的工作。但是恩格勒也指出这种算法趋势的演变速度比社会对其效果的评估速度更快。

几乎所有受访者都关注的是，采用人工智能驱动算法是否会在招聘的过程中导致歧视的产生。机器学习算法经常被称为“歧视的洗白”，因为它虽然依托公平的数字化运算过程，但依然可能会出现歧视。一些公司意识到了这种风险，并意识到人工智能有可能导致比以前以人为为主的招聘过程产生更多的歧视。例如，Lambrecht 和 Tucker (2019) 发现，明明是性别中立的 STEM 职业广告，却被算法不成比例地展示给了潜在的男性申请人，因为向年轻的女性申请人做广告的成本较高，算法在成本与效率间做了优化。

为评估申请人而开发的人工智能工具在歧视问题上遇到了更复杂的情况。民主与技术中心在 2020 年 12 月发布了一份题为“算法驱动的招聘工具：创新招聘还是加速残疾歧视？”的报告。该报告探讨了对候选人进行算法评估在遵守《美国残疾人法案》方面所面临的挑战，指出了不同的筛选工具可能通过多种方式加大对残疾人士的歧视。**由于许多人工智能评估工具采用视频面试，一项关于自动语音识别软件的研究发现，白人和非裔美国人的面试之间存在巨大的种族差异。**此外，麻省理工学院媒体实验室的 GenderShades 项目显示，三种领先的人工智能工具在分析皮肤较黑的人，尤其是皮肤较黑的女性图像时表现较差。这些研究提出了关于在候选人评估中采用人工智能时引入歧视的严重问题，如果公司实施的人工智能解决方案违反了关于歧视的现有法律和法规，相关公司就要承担后续责任。

在调查中发现，人们已经认识到在人工智能介入之前的招聘过程是存在歧视的（有证据表明对非白人工人和残疾人以及其他群体存在长期的歧视），部分人群担心人工智能的使用会加剧这些歧视。然而人们又都或多或少地相信，正确应用人工智能可以减少招聘中的歧视。恩格勒说，在向招聘中大量使用人工智能的过程中有机会“重新设置劳动力市场对工人的种族、性别、残疾和经济方面的歧视。”而数据和信任联盟（Data and Trust Alliance）强调，他们正致力于利用人工智能来识别模型内现有的歧视，并帮助他们的客户实现多样性和包容性目标。对人工智能技术的审计开始逐步成为发展人工智能系统的必要步骤，但是如何进行审计在行业内依然没有共识。

## 雇佣与失业

在招聘和人力资源行业，任何关于自动化的讨论都会出现一个担忧，那就是工作岗位流失的可能性。正如本报告前面所讨论的，人工智能有能力将非常规工作自动化，如果人力资源部门使用人工智能算法来安排预约、审查简历、回答候选人的问题，那势必会减少相当多的人力资源岗位需求。

这种变化的后果是，人力资源人士可能需要更多或更深的专业技能。Indeed 公司的 Causey 举例如下，人力资源经理现在需要了解如何使用人工智能的内部和外部工具来管理其招聘信息的推广。尽管许多职位发布平台允许免费发布服务，但大多数都提供了付费“推广”职位的机会，以增加其职位曝光量。人工智能提供了一个机会，使之变得简单并减少对招聘经理的要求。不同的网站有不同的模式：有些使用“按点击付费”的模式，即公司在每次点击招聘信息时都要付费，而其他网站则使用“按申请付费”的模式，即公司在每次收到申请时都要付费。这两种类型的系统都要求招聘经理设定每天的预算，以确定要花多少钱。这项工作对人力资源行业来说是一项新的工作，需要学习不同的系统，以及投资推广工作岗位的价值。

我们采访的公司中也反映上述变化是招聘过程中采用人工智能的一个潜在好处。Phenom 公司的首席执行官兼联合创始人 Mahe Bayireddi 强调，许多利润微薄的公司正在寻求将人工智能作为提高招聘效率和降低



人力资源相关成本的一种方式。他把 Phenom 的功能定位为帮助企业确认“在哪个环节需要自动化，在哪个环节需要人为干预”。通过这个框架，他既强调了人工智能可以使公司以更快的速度与更多的工人联系，同时又将人力资源分配在更有价值的环节当中，如说服某人接受已经发出的招聘邀请。这种将人力资源部门的角色重塑为人工智能的管理者和“人才顾问”的做法，使得招聘过程中的某些环节更加人性化。

上面的讨论回答了第三部分中提出的关于难以确定人工智能对就业数量影响的问题。尽管人工智能可能会使员工的生产力提高，并创造出需要人类干预的新任务，但是人工智能的发展最终可能会使目前由人执行的许多任务自动化。虽然人工智能对就业数量的影响还不清楚，但它很有可能使人力资源部门处理更大的业务量。

## 人工智能和招聘的未来

本报告所调查的公司被问及人工智能如何改变了招聘过程，许多公司指出，人工智能通过大规模执行吸引、筛选和评估潜在员工的系统，从数量上改变了招聘现状。人力资源职能并没有改变，它仍然是为每个职位空缺寻找合适的人。人工智能已被作为一种工具应用于现有的招聘工作；也有部分人乐观地认为，招聘过程中的一些结构性变化可能即将到来。

在调查过程中，几家公司提到的可能发展方向是“数字证书”或“学习和就业记录”，这些技术可以改善人工智能在今天所发挥的作用。教育、培训和技能的标准化电子记录可以简化人工智能如何将申请人与工作岗位相匹配，这将是一种更公平和更平衡的方式。当然，这有赖于一个假设，即获得这些记录的过程本身是公平的。虽然人工智能在使用现有的简历和工作列表方面已被证明是有效的，但尚不清楚这些是否是匹配系统的最佳“输入”。因此就招聘而言，人工智能对人力资源流程进行改造依旧存在很大的潜力。

## 结论

在与招聘领域公司的讨论中，最重要的信息是，人工智能驱动算法可以改善公司招聘过程中的几乎每个步骤。事实上，一些公司在回答问题时，非常明确地系统阐述了招聘过程中的每个利益相关者，讨论了每个人如何从更多的部署中受益。然而人工智能的采用是如此迅速，以至于企业可能没有完全认识到允许算法进入人力资源部门的影响。公司应该审核他们对人工智能工具的使用，以确保符合劳动法规和自身的道德标准。

## 案例二：人工智能在仓储业中的应用

### 供应链和物流业

在 20 世纪 90 年代，由于新的信息技术以及许多国际贸易限制（如配额和关税）的减少，越来越多的行业开始重新评估产品制造流程，供应链管理成为一个重要领域。更专业化的供应链通过降低中间产品和服务的价格提高公司利润。消费者也从更低价的最终产品中受益。供应链运作的核心是物流和仓储，即在公司之间和向消费者运送货物。

当能够以较低成本提供中间投入的外部供应商给公司带来的收益超过了公司自己处理相关工作时，公司通常会采用外包，供应链就会延长。因为供应链通常采取深度整合网络的形式，以主导公司为中心，其供应商围绕其运行，从而形成所谓的精准生产、精准零售和全球价值链的商业模式。

### 精准生产

精准生产是一种核心生产策略，由丰田公司在二战后开发。它的目标是减少中间零件和成品的库存，严格地使商品的实时需求与供应的数量相匹配。在大多数供应链中，这需要在流程的每个步骤中进行高度协调、严格管理资本和劳动力、关注质量和影响产量的因素，这需要强大的物流支持系统。精准生产始于汽车行业，随后许多其他制造业和零售业都采用了丰田公司部分或全部的开创性做法。

### 精准零售

像精准生产一样，精准零售利用信息技术、自动化、行业标准以及物流和仓储方面的创新，使供应商的订单与消费者在商店里购买的东西更紧密地结合起来。通过使用数以百万计的条形码标签扫描收集的销售信息，零售商减少了囤积大量产品库存的需要，从而降低了缺货、减价和库存携带成本的风险。

### 全球价值链

配额和关税的减少，加上运输成本的下降，使得国内供应链转变为全球价值链。在制造业中这意味着制造商将在全球生产商的零部件和组件中寻找供应商。向国外生产商的外包也被称为离岸外包。

### 供应链的核心——物流和仓储

在过去的几十年里，随着精准生产、精准零售和全球价值链在经济领域的普及，物流和仓储的重要性也随之增加。此外，自 20 世纪 80 年代以来，数字技术以及人工智能的发展，已经改变了物流和仓储的性质。

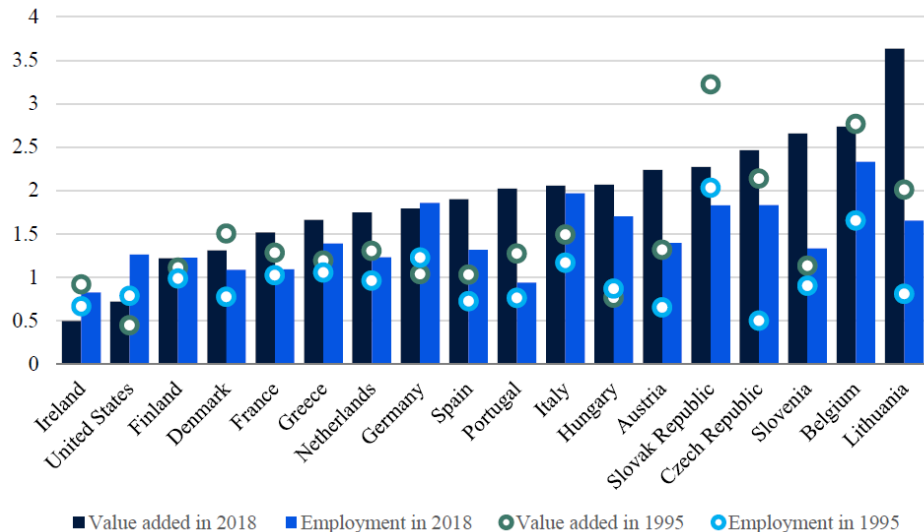
最初，仓库只是一个储存库存的地方——库存货物可以在那里放很长时间。虽然仓储需要跟踪和管理东西放在哪里，但它并不要求关注如何在

必要时对货物进行快速存取和移动。然而，随着精准生产的进行，仓库变成了配送中心——一个有效跟踪、处理和转移中间或最终产品的地方。一些现代配送中心也被称为“履行中心（FC）”。

### 仓储的重要性日益增加

随着精准生产与精准零售的发展，仓储的经济重要性在过去几十年中不断增加。下图说明了这一点，对于每个国家，第一个黑条显示了该国2018年由NAICS第4修订版子行业“仓储和运输支持活动”产值在该国总产值的占比情况。下图按照仓储在2018年总增加值中的重要性进行排名，爱尔兰仓储占总增加值的0.5%，美国是0.7%，最高的是立陶宛的3.6%。对于每个国家，第二个蓝条显示了该国2018年的总劳动力中仓储部门就业的占比。比利时从事仓储工作的劳动力比例最高，为2.3%。在所有国家，仓储部门都是一个重要的劳动力部门。

图 2：不同国家仓储业增加值和就业变动



数据来源：OECD STAN database, 国泰君安国际

上图还显示，自1995年以来，仓储相对于其他部门变得更加重要。例如，在欧盟最大的经济体——德国，仓储在总增加值中的份额从1995年的1.0%增加到2018年的1.8%。在美国，1995年仓储的增值份额为0.4%，2018年为0.7%。总的来说，自1995年以来，仓储在发达经济体中的重要性不断增加，这与供应链的快速扩张相一致。

我们可以从下组图中总结推动仓储重要性不断增加的原因。下图展示了样本中五个最大的欧盟成员国（德国、法国、意大利、西班牙、荷兰）和美国的“运输的仓储和支持活动”中平均劳动生产率和平均劳动成本的演变。从长期角度看，平均劳动生产率会随着技术进步而增加。如果劳动者的平均劳动生产率相对于平均实际工资增加，劳动份额（即工人的增值份额）将减少。反之如果每个工人的平均劳动生产率相对于平均实际工资下降，劳动份额就会增加。

下图中的黑色实线展示了仓储业每个雇员增加值的变化过程。例如，德国数据显示，仓储业的平均劳动生产率（即每个雇员增加值）在2000

年之前相对较低，然后在 2000-2008 年经济繁荣时期迅速增加到 2006 年的峰值，在 2008-2010 年的经济衰退期间下降，此后保持相对稳定。从长期来看，仓储业的平均劳动生产率在 1991 年至 2019 年期间大幅增加了 38%。浅蓝色实线显示了整个经济的平均劳动生产率的演变。黑色和浅蓝色实线走势表明，与整个德国经济相比，仓储业在短期内更具顺周期性，在长期内具有更强的劳动生产率增长。

下图中的虚线绘制了仓储业（橙色虚线）和总体经济（绿色虚线）中每个雇员的劳动成本（根据生产力调整）的演变。例如，德国的数据显示，从 1995 年到 2019 年，仓储业的平均实际工资增长了 28%。在 2000 年之前，仓储业的平均实际工资与整个经济的变化相一致。仓储业的平均实际工资增长在 21 世纪初较快，从 2005 年到 2015 年为负数，2015 年后再次加快。从长期来看，仓储业的平均实际工资增长超过了整个经济的平均实际工资增长，再次表明仓储业在德国经济中的重要性日益增加。

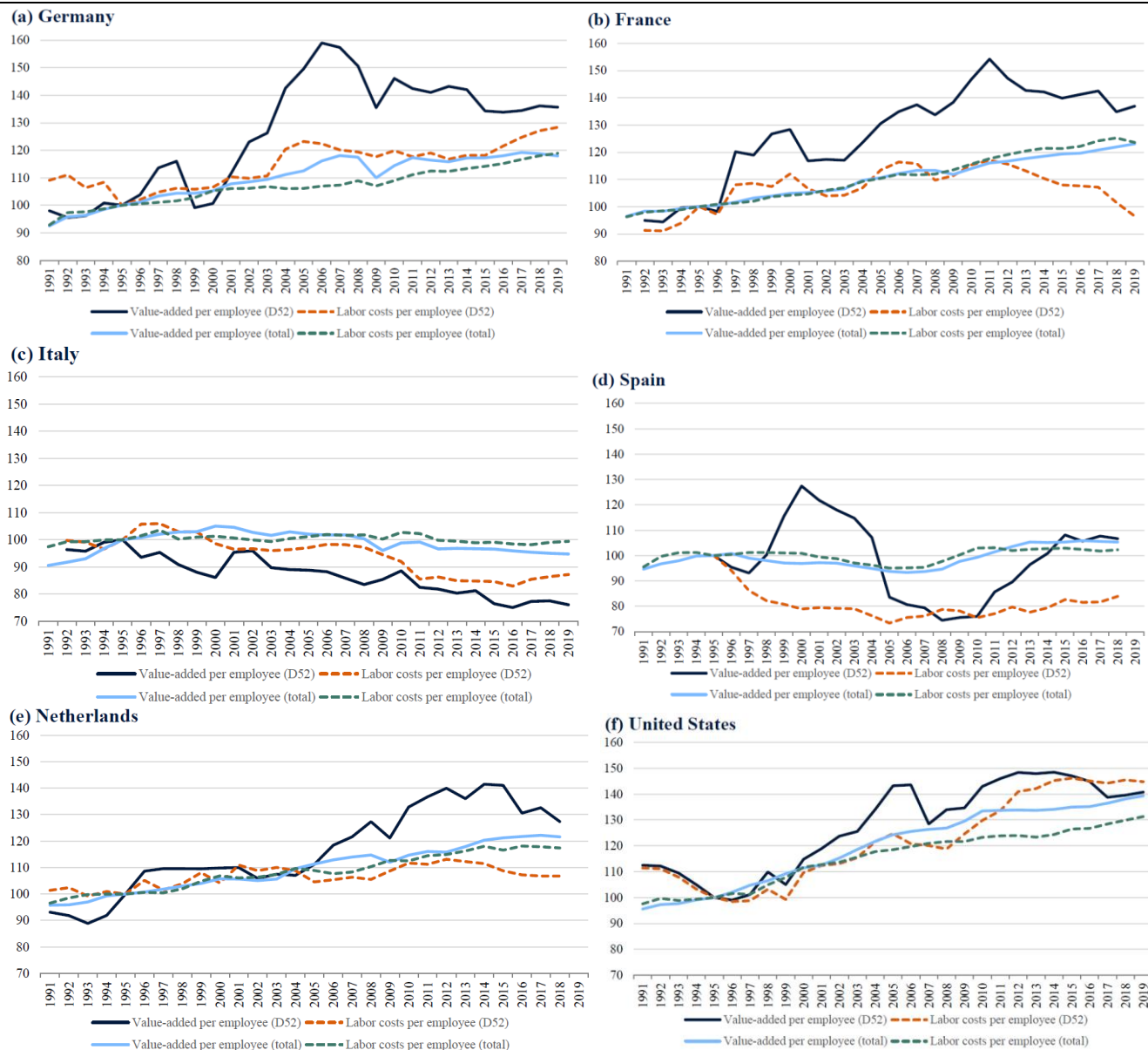
对所有的五个欧盟成员国，下图显示了过去三十年来各国的差异和相似之处，主要有：

- (1) 仓储业的平均劳动生产率在德国、法国和荷兰有所增加，在西班牙保持相对稳定，在意大利则有所下降。在德国、法国和荷兰，仓储业的平均劳动生产率的增长超过了整个经济的平均劳动生产率的增长。这些欧洲国家仓储业生产力的快速增长表明，随着时间的推移，仓储业新技术正在迅速发展并被使用。
- (2) 仓储业的平均实际工资变化在各国之间不尽相同。德国的平均实际工资增长最快（超过整个经济的增长），其次是荷兰。法国的平均实际工资长期保持不变，意大利和西班牙的平均实际工资有所下降。
- (3) 在除意大利以外的所有欧洲国家，平均劳动生产率的增长速度超过了仓储业的平均实际工资。这种生产力和工资增长的脱钩现象在仓储业相比整个经济表现更为明显。这表明仓储业的生产力增长只有部分转化为了工人福利。

最后，下图 (f) 板块显示了美国仓储业和整个经济的平均劳动生产率和平均实际工资的演变。仓储业的平均劳动生产率在 1995 年至 2019 年期间也增长了 41%，与经济的生产力高速增长趋势一致。与此同时仓储业的平均劳动生产率和平均实际工资也呈现类似一致趋势，这与 2000 年以来生产力和工资增长脱钩以及劳动力份额下降形成了鲜明的对比。



图 3：欧盟成员国和美国的仓储业平均劳动生产率和平均劳动成本的变化



数据来源：OECD STAN database, 国泰君安国际

### 仓储中的算法管理

仓储业的生产力增长可能是由技术或组织创新驱动的。Delfanti (2019) 和 Gent (2018) 阐述了亚马逊配送中心是如何围绕四个核心流程运行的：接收、存储、拣选和包装。接收和存储是“进货”过程的一部分，而拣选和包装则构成“出货”过程。具体而言，首先接收站的工人对进入的商品进行拆包，并通过独特的条形码识别每个商品。然后，工人将商品存放在拣选区。拣选区通常是一个大型的多楼层区域，通常有数千个货架。当需要取回商品时，工人们穿过仓库去拣选商品，并把它们搬运到包装站。在包装区，工人对商品进行包装和贴标签，然后商品被送往运输。

Delfanti (2019) 认为，接收、存储、拣选和包装的核心是产品条码和各种类型的条码扫描器。这些条形码和扫描仪不仅用于统计库存，还用于协助工人，并收集有关工人工作的信息。工人在开始工作时拿起一个便携式条码扫描仪，用它来扫描他们胸牌上的条码，然后登录到工作系

统。随后扫描仪在工人和管理层之间进行协调，分配任务，传达命令，并监控工作。这类似于“打工经济”中的算法管理形式，条形码扫描仪被通常用于收集和使用数据的手机应用程序所取代。大多数情况下，这些企业的算法本身是不透明的，而且工业保密和不披露协议禁止对其进行访问。因此很难对这些算法进行审计。

基于对亚马逊仓库工人的采访，Delfanti（2021）概述了亚马逊位于意大利北部小镇某个仓库中拣货员的工作。拣货员拉着小车在货架间行走，小车上放着一个箱子，她需要按规定挑选出所需要的货物。一旦某件物品被拣选，拣货员就用条形码扫描仪扫描该物品的条形码。条码扫描器记录、批准并向拣选者传达她要拣选的下一件物品。它还记录了取走货物在货架的位置和拣货员完成任务的时间。这种形式的算法管理的效果是辅助了工人的工作：如果没有算法的帮助，没有一个人可以有效地浏览几千个货架的区域来挑选货物清单中的货物。此外，算法管理通过要求拣货员保持快速的“亚马逊速度”（即一个人不能跑，但必须尽可能快地走），进一步提高劳动生产率。

然而数据驱动技术带来仓库运营效率的提高，也让仓库工人付出了代价。由于仓库工人产生的数据是由算法和管理人员（他们通常不在仓库工作，而是在某个遥远的全球总部）管理，仓库工人对他们所做的任务失去了决定权。算法可以决定工作的节奏和内容，而工人们只能猜测管理人员正在提取什么数据，或使用什么分析方法来组织和监督他们的活动。为了说明亚马逊的情况，Delfanti（2021）表述如下：技术决定了亚马逊的工作节奏。它被用来提高工人的生产力，使任务标准化，促进工人流动，并最终获得对劳动力的绝对控制。工人们敏锐地意识到他们与机器关系的不平衡性，同时他们也知道仓库需要他们做最终的工作。正如一位经理所说的那样，“技术可以编纂、理解和管理，但真正的机器是人”。

## 仓储业的工作条件

一方面，仓库仍然需要依赖人来进行更有效率的接收、储存、拣选和包装工作。另一方面，工人也需要依赖算法，来了解商品的实时状态（如存储位置等）。总而言之，工人和算法管理在今天的仓储业中是必须共存的。

然而 Wood（2021）认为，工人和算法之间的平衡可能越来越倾向于算法。在刚刚的统计中，除意大利外的所有欧洲国家，仓储业以牺牲仓储工人的平均报酬为代价，收益越来越多地流向股东。导致这个现象出现的原因可能是算法应用的推广以及工人议价能力的下降。Delfanti（2021）认为，算法管理意味着仓库工人只需要接受最少的培训就能完成他们的工作，这相当于只需要几个小时就可以将新的员工培训成拣货员。这使仓库既能够长期维持高周转率，又能在销售量突然激增的情况下，及时获得所需的灵活劳动力。但是最大限度地减少培训和工人流动的成本是不可行的：管理层还需要确保工人和仓库的算法之间有一个稳定且相对和谐的关系。为了进一步安抚工人的情绪，亚马逊提出了“努力工作，享受乐趣”等口号来创造工作场所文化。

## 结论

在过去的几十年里，随着精准生产、精准零售和全球价值链在全球经济中传播，仓储的重要性也在增加。目前在发达经济体中，仅仓库就业人数就占总就业人数的1%至2%。此外，自**20世纪80年代**以来，**数字技术以及最近人工智能的发展**，改变了仓储的性质。仓库业迭代的标志是**平均劳动生产率和平均实际工资的增加**。

然而，平均劳动生产率的增长超过了平均实际工资的增长，导致仓储业工人劳动占比的下降。在现代仓储中心，这可能是由于使用了**算法管理**，加上员工议价能力的降低，使得仓储业的发展开始对工人的利益构成了挑战。随着人工智能的进步，仓储业的未来可能会趋向于完全独立于工人的**算法管理系统**。不使用人类劳动力，完全自动化的仓库被称为“暗仓”，暗仓意味着所有由算法管理带来的仓储生产力的提高已经可以完全替代工人。虽然不确定在未来是否大多数仓库会成为暗仓，但目前为仓储开发的人工智能技术是趋向自动化的，而不是增加人类的劳动份额。

## 第五部分：结论

人工智能的推广的确为经济发展提供了许多机会。在过去的十年里，自然语言处理和计算机视觉方面取得的进展使人工智能开始进入原本只有人类才能胜任的领域。由于人工智能可以扩大规模和降低成本、吸收和处理大量的数据、帮助做出更好的决定，因此世界各地的公司正在加速推广采用人工智能。所有这些变化过程都有可能创造出新的工作岗位，如果没有人工智能，这些工作岗位是不会存在的。

但是人工智能也带来了一些挑战。由于人工智能现在已经可以处理非日常工作（包括高技能要求工作中的任务），因此大量的劳动力可能会受到人工智能的影响。人工智能对劳动力市场的主要风险在于它可能对工人造成广泛的破坏，无论是通过自动化取代其岗位，还是彻底改变工人的工作职责。人工智能的另一个风险是，它可能导致公司违反有关歧视、欺诈或反垄断的相关法律，并对工人和消费者造成经济损害。鉴于这些系统的黑匣子性质，检测和处理这些违法行为并不是一项简单的工作，因此政府必须要制定监管措施以引导人工智能向积极方向发展。

**a) 扩大培训和工作过渡服务的投资，以便受人工智能干扰最大的人员能够有效地过渡到相对适宜的新职位。**

在公司全面引入人工智能很可能会导致劳动人员失业。我们前文阐述过人工智能可以成为一个有用的工具，通过将技能与职位空缺相匹配，帮助工人在同一家公司找到新的工作机会。这种类型的人工智能可以帮助缓和失业问题，但是开发上述功能或者为开发上述功能而聘请新的专业人员可能意味着大量的投资。

就业发展的长期趋势使得公司更倾向于选择短期合同而不是对现有工人进行再培训。但是较短的合同期限意味着公司对员工培训的不足，这可能进一步导致新入职员工对工作所需技能掌握不足。为了弥补技能短

缺，特别是对于受自动化趋势影响较大的工人，政府需要制定政策以促进或补贴分担培训成本。例如政府可以通过对第三方培训机构补贴来推动雇主与雇员的匹配成功率与契合度。雇主向这些机构支付额外费用，但是可以聘请到已经受过培训的工人，工人可以获得更高的工资，从而释放更高的生产力。

这种第三方培训机构既可以是公共的、也可以是私人的抑或混合的。比如提供培训的公共就业服务机构；由公司资助的为下岗工人服务的职业介绍所；以及专门为那些原本并不打算参与劳动力市场的工人提供培训和寻找工作的临时帮助机构。Katz 等人（2020）表示，这种政策在增加受过培训工人的收入和工作流动性方面可能卓有成效。

#### **b) 鼓励开发和采用对劳动力市场有利的人工智能。**

企业出于利润最大化目标，最有可能大力推动人工智能的研究，并在法律底线之上使用人工智能。因此人工智能的发展和采用可能会偏离劳动力市场的最佳状态，即工人的工资和就业，这其中主要有三个关注点：

- (1) **投资于可以增强工作的人工智能：**谈到人工智能，许多工人面临的最直接担忧是自动化问题。Acemoglu 等人（2022）表示，54%的人工智能采用者初始目的是推动现有流程自动化；招聘领域的公司一致的趋势是，人力资源行业某些环节的自动化是商业模式的主要组成部分，也是客户非常看重的关键特性；仓储案例的研究也表明，配送中心的算法管理是趋向流程和劳动力自动化的。使用人工智能来实现现有流程的自动化会对一些工人的工作有非常大不利影响，要么导致工人大面积失业，要么导致大面积工人面临工作转型。Acemoglu（2021）表示，虽然对人工智能和其他技术的投资可以带来经济增长，但公司对利润最大化的追求可能会打破现有的公司利润与劳动力市场间的平衡。规避这种风险的一种方法是利用公共资金来鼓励和推动人工智能研究，以增强而不是完全自动化某种工作。

此外，与私人部门开发人工智能相比，公共资助的学术研究可以专注于更广泛维度人工智能的方法和主题。如从更深入的角度探讨探索人工智能的发展方向，探索人工智能对工人工资和就业的影响，机器算法对市场中反竞争行为的影响，人工智能道德的发展，以及人工智能该如何规避加剧社会中存在的种族、性别歧视。

- (2) **扩大对可以增加工作数量的人工智能的公共采购规模：**公共机构可以通过采购人工智能系统来指导可以增加工作数量的人工智能的发展方向。这种公共采购可以通过为人工智能开发者提供公共数据进行，数据的可用性对创新活动的水平和发展方向至关重要。Beraja 等人（2022）对此进行了研究，他们发现能够从政府获得数据合同的公司开发出商业人工智能软件的数量大幅增长。
- (3) **鼓励私人部门采用提高工人能力的人工智能：**除了现有的对人工智能研究的资助外，政府还有其他机制可以用来激励私营企业负



责任地投资于人工智能。虽然公共研究工作可以用来有意识地优先考虑提高工人生产力和鼓励技术多样性的人工智能研究，但政府也应该意识到公司对利益最大化的追求，这使得他们更倾向于扩大对可以自动化的人工智能领域的投资。

**c) 加大对监管机构的投资，以确保人工智能系统对工人是透明和公平的。**

- (1) 算法的黑匣子性质意味着欺诈风险的存在，在这种情况下，公司将其产品包装成服务，但其客户没有机制来确定其索赔的准确性。也有证据表明，人工智能算法可以演变成在设定价格时有效地相互“勾结”。现有的歧视、欺诈和反托拉斯规则和执法实践并不能够完全规避人工智能创造的欺诈和歧视。
- (2) 仓储案例的研究也说明，工作场所的算法本身是不透明的，它被工业机密所掩盖，并受到公司保密协议的保护。甚至仓库工人自己也不知道管理他们软件的运作标准，这反映了工人与人工智能的关系：工人与人工智能的关系是建立在信息不对称基础上的，因为工人只能通过自己的行为推测公司管理和监管他们的软件的运作逻辑。

使用人工智能的公司并没有摆脱遵守反欺诈、反歧视法律以及工作场所安全和健康法规的责任。政策制定者的主要目标应该是确保政府机构有足够的能力在必要时调查和执行这些法律，但是这并不是一个简单的过程。Brookings Institution 最近的一份报告强调了几个必要的环节：为算法审计建立健全的标准，确保监管机构在需要进行审计时能够接触到公司相关数据，在监管机构内部聘用专家来修订和制定政策。这种投资的目标是建立适当的激励机制，使企业开发出遵守国家法律且更公平的算法。正如招聘案例研究中所指出的，设计良好的算法有可能实际减少歧视问题，而且公司已经表示希望使用算法来解决歧视问题。

目前各国政府已经开始着手对人工智能进行更有效的监管。2022年10月，西班牙推出了一个关于人工智能的试点监管沙盒，这个沙盒是连接政策制定者与人工智能开发者和采用者的一种方式。预计它将为公司（包括中小型企业和初创企业）发布易于执行的实践指南，这可以刺激人工智能的发展并减少采用人工智能的阻碍。美国也已宣布一项倡议，为人工智能创建一个涵盖众多领域（如消费者保护和就业、教育、住房和金融以及医疗保健方面的机会平等）的“权利法案”。

### 个股评级标准

参考基准: 香港恒生指数/纳斯达克综合指数

评级区间: 6至18个月

评级	定义
买入	相对表现超过 15% 或公司、行业基本面展望良好
收集	相对表现 5% 至 15% 或公司、行业基本面展望良好
中性	相对表现-5% 至 5% 或公司、行业基本面展望中性
减持	相对表现-5% 至 -15% 或公司、行业基本面展望不理想
卖出	相对表现小于-15% 或公司、行业基本面展望不理想

### 行业评级标准

参考基准: 香港恒生指数/纳斯达克综合指数

评级区间: 6至18个月

评级	定义
跑赢大市	相对表现超过 5% 或行业基本面展望良好
中性	相对表现-5% 至 5% 或行业基本面展望中性
跑输大市	相对表现小于-5% 或行业基本面展望不理想

### 利益披露事项

- (1) 分析员或其有联系者并未担任本研究报告所评论的发行人的高级人员。
- (2) 分析员或其有联系者并未持有本研究报告所评论的发行人的任何财务权益。
- (3) 国泰君安或其集团公司并未持有本研究报告所评论的发行人的市场资本值的1%或以上。
- (4) 国泰君安或其集团公司在过去12个月内没有与本研究报告所评论的发行人存在投资银行业务的关系。
- (5) 国泰君安或其集团公司没有为本研究报告所评论的发行人进行庄家活动。
- (6) 没有任何受聘于国泰君安及其集团公司的个人担任本研究报告所评论的发行人的高级人员。没有任何国泰君安及其集团公司有联系的个人为本研究报告所评论的发行人的高级人员。

### 免责声明

本研究报告并不构成国泰君安证券(香港)有限公司(“国泰君安”)对购入、购买或认购证券的邀请或要约。国泰君安与其集团公司有可能会与本报告涉及的公司进行投资银行业务或投资服务等其他业务(例如:配售代理、牵头经办人、保荐人、承销商或自营投资)。

国泰君安的销售人员, 交易员和其他专业人员可能会口头或书面提供与本研究报告中的观点不一致或截然相反的观点或投资策略。国泰君安的资产管理和投资银行业务团队亦可能会做出与本报告的观点不一致或截然相反的投资决策。

本研究报告中的资料力求准确可靠, 但国泰君安不会对该等资料的准确性和完整性做出任何承诺。本研究报告中可能存在一些基于对未来政治和经济状况的某些主观假定和判断而做出的前瞻性估计和预测, 而政治和经济状况具有不可预测性和可变性, 因此可能具有不确定性。投资者应明白及理解投资之目的和当中的风险, 如有需要, 投资者在决定投资前务必向其个人财务顾问咨询并谨慎抉择。

本研究报告并非针对且无意向任何隶属于或位于某些司法辖区内之人士或实体发布或供其使用, 如果此等发布、公布、可用性或使用会违反该司法辖区内适用的法律或规例、或者会令国泰君安或其集团公司因而必须在此等司法辖区范围内遵守相关注册或牌照规定。

© 2023 国泰君安证券(香港)有限公司 版权所有, 不得翻印

香港中环皇后大道中181号新纪元广场低座27楼

电话 (852) 2509-9118 传真(852) 2509-7793

网址: www.gtjai.com