



《经济展望杂志》——第33卷第2期——2019年春季刊——第3–30页

# 自动化与新任务：技术如何取代并重新安置劳动力

达龙·阿西莫格鲁与帕斯夸尔·雷斯特雷波

**T** 技术变革对就业与工资的影响始终存在争议。有人认为当前自动化进程——如计算机数控机床、工业机器人、和人工智能——视为大规模失业的先兆。另一些人则认为，当前的自动化浪潮如同以往的技术浪潮，最终将增加劳动力需求，从而提升就业率和工资水平。

本文提出一个基于任务的框架，该框架在Acemoglu和Restrepo (2018a, 2018b)、Acemoglu和Autor (2011)、Autor、Levy和Murnane (2003) 以及Zeira (1998) 的研究基础上，深入探讨技术对劳动力需求和生产率的影响。生产活动需要任务分配，这些任务由资本或劳动力承担。新技术不仅提升了资本与劳动力在现有任务中的生产率，更改变了生产要素的任务分配——即我们所称的生产任务内容。生产任务内容的转变将显著影响劳动力需求变化及生产率水平。

自动化对应着新技术的开发与应用，使资本得以在多种任务中替代劳动力。由于替代效应——即资本接管原由劳动力承担的任务——自动化对劳动力的生产任务内容产生负面影响。这种替代效应

■ 达龙·阿西莫格鲁系麻省理工学院（位于马萨诸塞州剑桥市）伊丽莎白与詹姆斯·基利安经济学讲席教授。帕斯夸尔·雷斯特雷波系波士顿大学（位于马萨诸塞州波士顿市）经济学助理教授。其电子邮箱分别为daron@mit.edu 与pascual@bu.edu。

<sup>†</sup>附录、数据集及作者利益披露声明等补充材料详见论文页面：

<https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>

doi=10.1257/jep.33.2.3

自动化效应急意味着自动化会降低劳动在增加值中的份额。历史上自动化案例不胜枚举。工业革命初期的诸多创新实现了纺纱织布等工匠劳动的自动化（Mantoux 1928），导致大规模失业，进而引发卢德分子暴动（Mokyr 1990）。农业机械化进程在19世纪后半叶随着马力收割机、联合收割机和犁具的普及加速推进，20世纪拖拉机与联合收割机的应用更使大量农业劳动力失业（Rasmussen 1982; Olmstead and Rhode 2001）。当今时代同样正经历自动化浪潮。工业机器人等自动化设备的兴起正颠覆生产工人的就业（Graetz and Michaels 2018; Acemoglu and Restrepo 2018b），而会计、销售、物流、交易及部分管理岗位的白领工作者，其传统职责正被专业软件与人工智能逐步取代。

通过允许更灵活地将任务分配给生产要素，自动化技术也提高了生产率。通过这种我们称之为生产率效应的渠道，它促进了非自动化任务对劳动力的需求。因此，自动化对劳动力需求的净影响取决于替代效应与生产率效应之间的权衡。

技术发展史并非仅是自动化技术取代人力劳动的历程。若果真如此，我们将被禁锢在日益萎缩的传统任务与岗位中，劳动者在国民收入中的份额将持续萎缩。事实上，自动化替代效应始终被创造性技术所抵消——这些技术催生出劳动具有比较优势的新型任务。此类新任务不仅产生积极的生产率效应，更带来“复位效应”：它们使劳动力重返更广泛的任务领域，从而改变生产任务构成，使生产更倾向于劳动参与。<sup>(1)</sup> 复位效应与替代效应截然相反，能直接提升劳动份额并增加劳动力需求。

历史上也充斥着创造新任务与再就业效应的实例。19世纪，当某些任务持续实现自动化时，其他技术发展却在新兴职业中创造了就业机会。这些岗位包括流水线工人、工程师、机械师、维修工、指挥员、管理者和金融从业者（钱德勒，1977；莫基尔，1990）。在美国农业机械化快速发展的数十年间，新兴产业中的新职业和岗位在创造劳动力需求方面同样发挥了关键作用，尤其体现在工厂（Rasmussen 1982; Olmsted and Rhode 2001）以及服务业和制造业的文职岗位（Goldin and Katz 2008; Michaels 2007）。尽管软件和计算机在某些白领工作中取代了人力，但它们同时创造了大量新任务。这些任务包括与…

<sup>1</sup> 资本在某些新型任务中也具有比较优势（例如自动化检测）。本文始终聚焦于“劳动密集型”的新型任务，为简明起见，我们将统称为“新型任务”。

包括编程、设计和维护高科技设备，如软件和应用程序开发、数据库设计与分析、计算机安全相关任务，以及现有职业中更专业化的职能相关任务，包括行政助理、贷款申请分析师和医疗设备技术员（林2011）。在Acemoglu和Restrepo（2018a，采用Lin 2011数据）的研究中，我们发现1980-2015年间约半数的就业增长发生在职业名称或员工执行任务发生变化的职业中。

我们的概念框架提供了若干启示。首先，认为所有技术仅因提升生产率就必然增加（总）劳动力需求的假设是错误的。某些自动化技术可能因产生显著替代效应但仅带来有限的生产率提升，反而会减少劳动力需求（尤其当被替代的工人原本成本低廉，且自动化技术仅比其略胜一筹时）。其次，鉴于替代效应的存在，我们不应期待自动化能带来与生产率增长相匹配的工资提升。事实上，正如我们此前指出的，自动化本身必然降低产业增加值中的劳动份额，并往往导致经济整体劳动份额下降（这意味着工资增长速度将慢于生产率增长）。过去工资快速增长与劳动份额稳定的现象，实为其他技术变革的副产品——这些变革为劳动创造了新任务，抵消了自动化对生产任务内容的影响。某些技术将劳动力从自动化任务中替代，另一些技术则将劳动力重新安置到新任务中。总体而言，劳动力在生产中仍保持关键地位。同理，我们的分析框架表明：未来工作形态将取决于新技术组合及其对生产任务内容的重塑方式。

在论文的第二部分，我们运用该框架研究了二战以来美国劳动力需求的演变，并阐释了如何通过行业数据推断生产任务内容的变化以及替代效应与恢复效应的行为模式。首先我们指出，过去三十年劳动力需求增长持续放缓，近二十年间几乎完全停滞。我们通过研究全经济工资总额的变化来验证这一结论——该指标融合了平均工资与总就业数据，能有效反映整体劳动力需求变动。随后运用行业数据，将全经济工资总额的变化分解为生产率效应、结构效应、替代效应以及生产任务内容变化。所有技术变革均会产生促进劳动力需求的产出效应，而结构效应则源于劳动密集度不同的行业间活动重新配置。替代效应则反映了行业内部劳动密集型与资本密集型任务间的替代关系——这种替代源于任务价格变化（例如因要素增效技术提升劳动或资本在现有任务中的生产率所致）。我们通过行业层面劳动份额的残差变化（即替代效应无法解释的部分）来估算生产任务内容的变化。进一步将生产任务内容的变化分解为自动化引发的替代效应与新任务驱动的恢复效应。

我们通过将生产任务内容的估计变化与跨行业的自动化程度及新任务引入指标体系相关联，为这种分解提供了外部支持。

我们的分解表明，若不考虑生产任务内容的变化，就无法理解美国工资总额的演变，尤其是在过去20年间。具体而言，我们发现过去三十年美国工资总额增速的急剧放缓，源于低于常规的生产率增长以及生产任务内容相对于劳动力的显著转变。通过分解生产任务内容的变化，我们发现过去30年间替代效应显著增强而恢复效应明显减弱，这种趋势较此前数十年更为突出。这些模式暗示着自动化进程加速与新任务创造放缓的双重现象，同时也引发关键疑问：为何近年自动化加速推进之际，生产率增长却如此疲软？我们将运用本研究框架对此核心问题进行阐释。

本文在期刊网站上提供的在线附录包含了更详细的框架阐述、证明过程、补充实证结果以及数据构建细节。

## 概念框架

生产过程需要完成一系列任务。以衬衫生产为例，其始于设计，随后需完成多种生产任务，如纤维提取、纺纱制线、织造、针织、染色及后整理，同时还涉及会计、营销、运输和销售等非生产性任务。这些任务均可由人力或资本（包括机器与软件）承担。任务在生产要素间的分配决定了生产活动的具体内容。

自动化使某些原本由劳动力完成的任务能够由资本来生产。以近期的例子而言，自1980年代以来机器人技术的进步，使企业得以将大量原本需要人工完成的制造任务实现自动化，例如机械加工、焊接、喷涂和组装等（Ayres and Miller 1983; Groover, Weiss, Nagel, and Odrey 1986; Acemoglu and Restrepo 2018b）。产品生产所涉及的任务组合并非恒定不变，新增任务既是劳动力需求的重要来源，也是生产率提升的关键驱动力。以纺织业为例，新增的劳动密集型任务包括计算机辅助设计、新型市场调研方法以及各类管理活动——这些举措旨在精准把握市场需求并实现成本节约。无论是自动化还是新增任务，通过改变要素间任务分配，都改变了生产过程的任务构成。

任务因此成为生产的基本单位，生产要素通过执行这些任务来贡献产出。相比之下，经典的

经济学中的经典方法绕过任务分析，直接设定生产函数为 $Y=F(A^K A^L L)$ 的形式，并附加要求所有技术变革都必须采取要素增产形式。我们更倾向于采用自身概念框架有三个相关原因。首先，经典方法缺乏描述性现实主义。例如机器人技术的进步并非提升资本或劳动的生产率，而是扩展了资本可承担的任务范围。其次，资本增效技术变革（ $A^{(K)}$  增加 $\delta$ ）或劳动增效技术变革（ $A^{(L)}$  增加 $\delta$ ）对应于相关要素在所有任务中均等提高生产率，而我们将证明这种假设忽略了生产任务内容可能发生的重大变化。第三，也是最关键的是，我们将看到要素增益型技术进步的量化与质化影响，与改变生产任务内容的技术存在本质差异。若仅聚焦于要素增益型技术，将可能导致误导性结论。

### 任务与生产

我们首先通过描述单部门经济中的生产过程来呈现任务导向框架。<sup>2</sup> 假设生产过程整合了多种任务的产出，这些任务以 $z$ 为索引并归一化为 $N-1$ 至 $N$ 之间的数值，如图1所示。<sup>3</sup> 任务可通过资本或劳动力生产。 $z > I$ 的任务无法自动化生产，只能通过劳动力完成，其工资率为

*W*. 指数值 $z \leq I$ 的任务可实现自动化生产，既可通过资本（其租金率为 $R$ ）也可通过劳动力完成。我们假设劳动力在指数值较高的任务中同时具备比较优势和绝对优势。因此， $I$ 的增加代表自动化技术的引入，即简称为自动化。另一方面， $N$ 的增加对应于新劳动密集型任务（简称新任务）的引入。除自动化（ $I$ ）和新任务引入（ $N$ ）外，该部门的技术状态还取决于 $A^{(L)}$ （劳动增效技术）和 $A^{(K)}$ （资本增效技术），这两项技术可提升所有任务中相应要素的生产率。

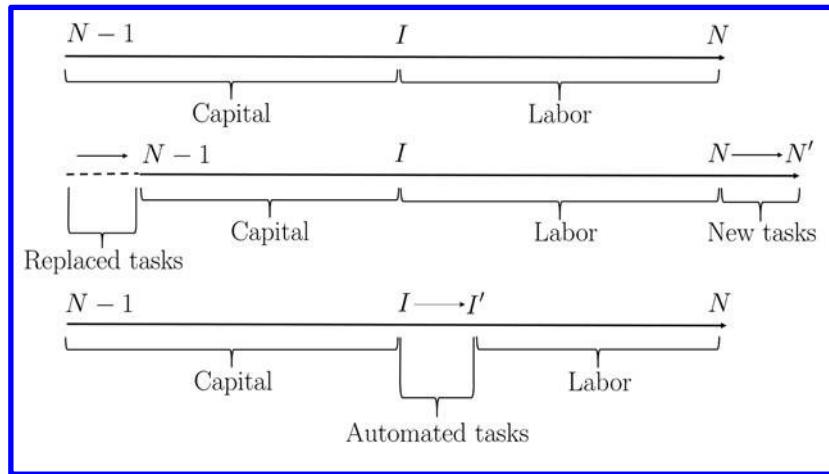
假设企业采用成本最小化策略：在所有自动化任务中使用资本（即所有 $z \leq I$ ），并立即采用所有新任务。这将形成如图1所示的要素任务分配模式，该图同时展示了自动化与新任务对分配结构的影响。

<sup>2</sup> 这同样描述了多部门经济中某个部门的生产过程，唯一区别在于：在此情况下，技术变革会影响相对价格，从而引发资本与劳动在各部门间的重新配置。我们将在下文讨论这些相对价格效应与资源重新配置效应。

<sup>3</sup> 具体而言，生产函数的形式为 $Y = (\int_{N-1}^N Y(z) \frac{\sigma-1}{\sigma})^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ ，其中 $Y(z)$ 表示任务输出 $z$ 的输出。为简化说明，假设任务分布在 $N-1$ 到 $N$ 之间。若允许任务分布在0到 $N$ 区间，结论基本不变。在线附录详细阐述了基础假设及后续讨论中推导结果的具体过程。

图1

## 资本与劳动在任务生产中的配置及其对自动化与新任务产生的影响



来源：作者。

注：该图概括了任务在资本与劳动力间的分配。生产需完成一系列标准化任务，其范围限定在 $N-1$ 至 $N$ 之间。高于 $I$ 的任务无法自动化，仅能通过劳动力完成；低于 $I$ 的任务则实现自动化生产。 $I$ 值的提升代表自动化技术（简称自动化）的引入； $N$ 值的增长则对应新增劳动密集型任务（简称新任务）。

遵循Acemoglu和Restrepo（2018a）的研究步骤，产出可表示为资本与劳动的恒定替代弹性（CES）函数：

$$Y = \Pi(I, N) (\Gamma(I, N)^{\frac{1}{\sigma-1}} (A^L L)^{\sigma} + (1 - \Gamma(I, N))^{\frac{1}{\sigma-1}} (A^K K)^{\sigma})$$

与经典模型类似，我们将生产视为劳动力 $L$ 和资本 $K$ 数量的函数。劳动增效技术项 $A^L$ 与资本增效项 $A^K$ 提升了所有任务中劳动力和资本的生产率。任务间替代弹性 $\sigma$ 决定了任务间替代的难易程度，同时也是资本与劳动力之间（衍生）替代弹性。资本与劳动之间的（派生）替代弹性。

与经典模型的关键差异在于：该恒定替代弹性函数的份额参数取决于自动化程度与新

任务。劳动的份额参数 $\Gamma(I, N)$ 代表生产中劳动任务所占的比例，该参数体现劳动相对于资本承担的任务比例（经调整）的劳动任务占比。反之， $1 - \Gamma(I, N)$ 即为生产中资本任务占比。因此，当 $\Gamma(I, N)$ 增加时

将生产任务内容向劳动力倾斜而远离资本。在特殊情况下当 $\sigma=1$ 时， $\Gamma(I, N) = N - I$ 。更普遍而言， $\Gamma(I, N)$ 随 $N$ 增加而递增，随 $I$ 减少而递减。这尤其意味着自动化（即更大 $I$ 值）

会使生产任务内容不利于劳动力，因为这意味着资本接管了原本由劳动力承担的任务。

相反，新的劳动密集型任务则使生产任务内容更有利劳动力。<sup>4</sup>最后，自动化和新任务不仅改变生产任务内容，还通过将（部分）任务分配给成本更低的要素来创造生产率增益。作为全要素生产率体现的 $\Pi(I, N)$ 项，正是这些生产率增益的量化表征。

劳动力份额可通过工资总额( $WL$ )除以增加值( $Y$ )计算得出：

$$s^L = \frac{1}{1 + \frac{1 - \Gamma(I, N)}{\Gamma(I, N)} \frac{R/A^K}{(W/A^L)^{1-\sigma}}}.$$

本文后续部分将广泛援引这一关系，它阐明了塑造劳动力份额（在某个行业或整个经济体中）的两种不同力量。按照标准理论，劳动份额取决于有效要素价格比率——即 $W/A^L$ 与 $R/A^K$ 之比。直观而言，当有效工资相对于资本有效租金率上升时，劳动所生产任务的价格相对于资本所生产任务的价格便会提升，从而在不同任务间产生替代效应。这是规范模型中唯一影响劳动份额的因素。其影响程度

任务规模取决于 $\sigma$ 值的大小。例如，当任务互补时（ $\sigma < 1$ ），有效工资的提高将增加劳动生产任务的成本占比；而当 $\sigma > 1$ 时则相反。当 $\sigma = 1$ 时，我们得到

柯布-道格拉斯生产函数，此时替代效应消失，因为各任务在增加值中的份额固定不变。

更具创新性的是生产任务内容 $\Gamma(I, N)$ 对劳动份额。直观而言，当更多任务从劳动力转向资本时，任务内容将向不利于劳动的方向转变，劳动份额必然下降。因此，我们的模型预测：

无论替代弹性

$\sigma$ 的大小，自动化（改变生产任务内容不利于劳动力的）将降低该行业的劳动份额，而新增任务（改变生产任务构成有利于劳动力的生产任务内容）将提高该行业的劳动份额。

<sup>4</sup> 本文假设生产任务内容不依赖于要素增益技术或资本、劳动供给。当该行业企业采用成本最小化策略——在所有自动化任务中使用资本（所有 $z \leq I$ ）并立即采用所有新任务时，此假设成立。在线附录阐述了确保此前提成立的技术与要素供给基础假设。当该假设不成立时（例如因要素增益技术或要素供给发生剧烈变化），任务向要素的分配将随要素供给与要素增益技术而变化。即便在此情形下，要素增益技术对任务内容的影响，相对于其带来的生产率提升仍属有限。

## 技术与劳动力需求

我们现在探讨技术如何改变劳动力需求。重点关注工资总额 $WL$ 的行为，该指标反映雇主支付的劳动力总成本。回顾公式：

$$\text{工资总额} = \text{增加值} \times \text{劳动份额}。$$

工资总额的变化将转化为就业与工资的组合变动，具体分配比例受劳动力供给弹性与劳动力市场缺陷影响——本文未对这两者进行显式建模（相关讨论参见Acemoglu和Restrepo 2018a, 2018b）。

我们利用这种关系来思考三类技术对劳动力需求的影响：自动化、新任务和要素增效型进步。以引入新自动化技术为例（如图1所示 $I$ 的增加），其对劳动力需求的影响可表示为：

$$\begin{aligned} \text{自动化对劳动力需求的影响} &= \text{生产率效应} \\ &+ \text{替代效应。} \end{aligned}$$

生产率效应源于自动化提升了增加值，从而增加了非自动化任务的劳动力需求。若无其他因素影响，该行业的劳动力需求将与增加值同步增长，劳动份额保持不变。然而自动化同时产生替代效应——它取代了原先分配给劳动力的任务——这种生产任务结构的转变不利于劳动力，必然导致劳动份额下降。因此自动化虽扩大了经济总量，但劳动者分得的份额却缩小。生产率效应未必大于替代效应：某些自动化技术在提升生产率的同时，反而会降低劳动力需求。<sup>(5)</sup>

因此，与大众辩论中普遍的假设相反，威胁就业和工资的并非“卓越”的自动化技术，而是那些仅带来微小生产力提升的“平庸技术”。这是因为平庸技术带来的积极生产力效应，不足以抵消因替代效应导致的劳动力需求下降。要理解这种情况何时可能发生，我们首先需要厘清自动化带来的生产率提升源自何处。这些提升并非源于资本和劳动力在现有任务中效率的提升，而是源于企业能够将更廉价的资本投入到原本由劳动力承担的任务中。生产率效应的

<sup>5</sup> 事实上，在Acemoglu和Restrepo（2018b）的研究中，我们发现工业机器人——作为自动化技术的典型代表——在产业层面与更低的劳动份额和劳动力需求相关，同时在接触该技术的本地劳动力市场中也导致劳动力需求下降。这一结果印证了强有力的替代效应，该效应已主导了此类自动化技术带来的生产率效应。

因此，自动化程度与由此替代所获得的成本节约成正比。在自动化任务中，劳动生产率相对于其工资水平越高，资本生产率相对于资本租赁率越低，自动化带来的生产率提升就越有限。效果平平的技术实例包括自动化客服系统——它虽取代了人工客服代表，但普遍被认为服务质量低下，因此不太可能带来显著的生产力提升。此类技术还可能涵盖人工智能在当前对机器仍具挑战性任务中的若干应用场景。

不同技术伴随着不同程度的生产力效应，因此我们不能假设某类自动化技术对劳动力需求的影响与其他技术相同。同样地，由于自动化带来的生产率提升取决于工资水平，其对劳动力需求的净影响将取决于更广泛的劳动力市场环境。当工资水平较高且劳动力稀缺时，自动化将产生显著的生产率效应，并往往增加劳动力需求；而当工资水平较低且劳动力充裕时，自动化仅带来有限的生产率收益，甚至可能导致劳动力需求下降。这一观察或许能解释为何在劳动力快速老龄化的国家（如德国、日本和韩国），为应对（中年）生产工人短缺而采用的自动化技术似乎比美国产生了更积极的影响（关于跨国模式，参见Acemoglu和Restrepo 2018e；关于机器人在美国的影响，参见Acemoglu和Restrepo 2018b；关于德国，参见Dauth、Findeisen、Suedekum和Woessner 2018）。这还暗示着对著名哈巴谷假说的重新解读——即19世纪美国经济相较英国的更快增长源于其相对稀缺的劳动力（Habakkuk 1962；关于英国工业革命背景下的类似论点，另见Allen 2009）。劳动力稀缺推动自动化进程，而由此引发的高工资水平，恰恰解释了为何自动化进程能催生生产率飞跃并进一步推高工资增长。

接下来考虑新任务引入对工资总额的影响，在我们的框架中，这体现在 $N$ 的增加上。这扩大了人类具有比较优势的任务范围，其影响可概括为：

$$\text{新增任务对劳动力需求的影响} = \text{生产率效应}$$

$$+ \text{恢复效应}.$$

恢复效应揭示了生产任务内容的变化，但此刻这种变化有利于劳动力——因为 $N$ 的增加使劳动力得以重新投入新任务。这种任务内容的变化必然提升劳动要素份额，同时通过新任务发挥劳动力的比较优势来提高生产率。由此产生的生产率提升与任务内容变化共同作用，确保新任务引入后劳动力需求始终增加。

最后，正如我们先前所言，要素增效技术的影响与自动化及新任务截然不同，因为前者不改变生产任务内容。具体而言：

要素增益技术对劳动力需求的影响 = 生产率效应

+ 替代效应。

随着要素增效技术改进，劳动力或资本在所有任务中的生产率均得到提升，使得生产率效应与其在增加值中的份额成正比。

要素增效技术还通过前述替代效应影响劳动力需求，这种效应改变劳动力份额  
但不改变任务  
。现有对 $\sigma$ 值的估计显示该参数小于  
接近1，这意味着要素增益技术的替代效应  
相对于其生产率效应而言较小。

总而言之，与可能引发显著替代效应和再安置效应的自动化及新型任务不同，要素增效技术主要通过生产率效应影响劳动力需求，对劳动份额的影响相对较小。因此，技术进步不太可能导致劳动力需求下降：资本增效技术始终会增加劳动力需求，而劳动力增效技术在参数合理的情况下同样如此  
值时尤其如此，前提是 $\sigma > 1 - s^L$  (Acemoglu and Restrepo 2018c)。<sup>6</sup>

### 任务、生产与总劳动需求

我们将任务与生产模型嵌入多产业经济体系，通过刻画（全经济范围）工资总额的行为特征，探究技术变革如何改变总劳动需求。在我们的多部门经济模型中：

$$\text{工资总额} = \text{GDP} \times \sum_{i \in f} \text{部门 } i \text{ 劳动力份额} \times \text{部门 } i \text{ 增加值占比}$$

多部门视角为应对自动化提供了额外的调整空间，我们称之为结构效应。当部门*i*实现自动化（即该部门*I*值增加）时：

*i*部门自动化对总劳动需求的影响 = 生产率效应

+ 替代效应

+ 结构效应。

<sup>6</sup> 许多其他技术都具有不改变生产任务内容的特征。例如，在 $(N - 1, I)$ 中任何已自动化任务子集的设备质量或生产率提升（我们在Acemoglu和Restrepo 2018d中称之为“自动化深化”），其对劳动力需求的影响与资本增强型技术完全相同。这类技术不会改变要素间任务分配（因新设备替代旧设备），因此其对劳动力需求的影响主要通过生产率效应实现。

前两个效应与上述相同——生产率效应代表自动化对第*j*部门GDP的影响，而替代效应则反映生产部门*i*任务内容的变化（这会影响该部门内的劳动份额）。这些效应会根据第*j*部门的规模进行调整，因为规模越大的部门将产生更显著的总体效应。

当我们仅关注单一部门经济中自动化效应时，尚未考虑的产业结构效应揭示了部门间资源重新配置（即各部门增加值份额变化）的深层影响。例如，部门*i*的自动化可能将经济活动重新分配至部门*j*（取决于需求弹性与产出投入关联）。当部门*j*的劳动份额高于萎缩的部门*i*时，这种重新分配对总劳动需求产生正向贡献；反之则产生负向影响。

新任务的引入同样适用此分解逻辑。当部门*i*新增任务（即该部门*N*值增加）后，我们得到：

$i \neq$ 新增任务对总劳动需求的影响 = 生产率效应

$$\begin{aligned} &+ \text{复职效应} \\ &+ \text{结构效应，} \end{aligned}$$

其中新特征再次体现为结构效应。

美国农业的机械化进程揭示了这些力量如何共同决定总劳动需求的变动。巴德（1960）的数据表明，1850至1910年间，农业领域以马力驱动的收割机取代人力劳动的同时，该行业劳动价值份额从33%骤降至17%——这正是机械化引发的替代效应的典型迹象。与此同时，尽管农业机械化进程迅猛（当时占美国经济总量三分之一），但两种力量共同推动了总劳动需求增长。首先，部分由于机械化影响，农业的增加值和就业岗位向工业部门转移。这产生了强有力的结构效应——工业部门（至今仍是如此）远比农业部门更依赖劳动力。此外，工业部门内部的劳动份额在此过程中进一步上升，从1850年的47%增至1890年的55%。工业劳动份额的这种变化表明，该部门新增劳动密集型岗位产生了强有力的恢复效应。该解释与农业机械制造（Olmstead and Rhode 2001）、棉纺业（Rasmussen 1982）以及后续贸易制造业文职岗位（Goldin and Katz 2008; Michaels 2007）中工厂岗位的显著增长相吻合。最后，多行业背景下要素增效技术的影响也可采用类似方法分析。尽管这类技术同样会产生结构效应，并可能通过该渠道影响总劳动需求，但它们对生产任务内容并无实质影响。

在缺乏显著结构效应的情况下，其对劳动需求的影响主要仍通过产出效应实现。生产率效应。

## 美国劳动力需求增长的来源

我们现运用该框架解析二战以来塑造美国劳动力需求演变的因素。为此，我们对经济中总工资支出的观测变化进行分解。该分解需行业增加值、要素报酬及劳动份额数据支撑。两个时期间总工资支出的变化可分解为（详见在线附录）：

$$\begin{aligned} \text{总工资支出变化} &= \text{生产率效应} + \text{结构效应} \\ &\quad + \text{替代效应} + \text{任务内容变化} \end{aligned}$$

生产率效应是各类技术对增加值乃至GDP贡献的总和。相应地，在我们的实证分析中，我们通过人均GDP（对数）的变化来衡量该效应。

产业结构效应反映了因部门间增加值重新分配导致的劳动力需求变化。如前文所述，这与萎缩部门与扩张部门的劳动份额差距相关。在实证分析中，我们将其定义为：某行业增加值份额变化量乘以其劳动份额的加权和（若所有部门劳动份额相同，该项将等于零）。结构效应不仅包含新技术引发的部门间资源重新配置，还涵盖结构转型及偏好驱动的部门间价值增加变化（例如Herrendorf、Rogerson和Valentinyi 2013；Hubmer 2018；Aghion、Jones与Jones 2017），要素密集度差异（例如Acemoglu与Guerrieri 2008），部门间生产率增长差异（例如Ngai与Pissarides 2007），或最终产品国际贸易（例如Autor、Dorn与Hanson 2013）。

替代效应是各产业替代效应的就业加权和，因此取决于产业层面有效要素价格的变化

价格变化以及替代弹性 $\sigma$ （如先前劳动力份额表达式所示）。劳动力份额的表达式所示）。为估算某产业的替代效应，我们选择作为我们的基准模型采用Oberfield和Raval（2014）对资本与劳动力间替代弹性的估计值 $\sigma=0.8$ 。<sup>7</sup>此外，我们利用来自美国经济分析局、劳工统计局及国民收入和产品账户的部门要素价格数据。

国民收入和产品账户的部门要素价格数据。为将观测要素价格转化为有效价格，我们设定基准值使 $A^L/A^K$ 以共同速率增长 $i$ ， $i$ 等于平均劳动生产率，我们将其设定为每年2%。

<sup>7</sup>我们在在线附录中表明，当 $\sigma$ 在合理范围内变化时，研究结果基本一致。需注意的是，此处涉及的 $\sigma$ 指行业层面的资本与劳动力替代弹性。

该系数大于企业层面的弹性（据估算介于0.4至0.7之间，例如Chirinko、Fazzari和Meyer 2011的研究），这是由于企业间存在产出替代效应。需特别指出，本研究框架——尤其是生产任务内容变化的核心作用——明确表明该替代弹性无法通过总计数据进行估算。

1947年至1987年间，劳动生产率年均增长率为1.46%。选择这一参数的依据在于：若所有技术进步均具有劳动增效效应，则 $A^L$ 的增长率需达到此水平方能匹配劳动生产率的实际表现。<sup>(8)</sup>

任务内容的变化由各产业生产任务内容变化的就业加权和决定。我们将产业层面的任务内容变化定义为劳动份额残差变化（直接观测于数据），该残差无法通过替代效应解释。即：

$$\begin{aligned} i \text{ 行业任务内容变化} &= i \text{ 行业劳动份额百分比变化} \\ &- \text{ 行业的替代效应} \end{aligned}$$

直观而言，在存在竞争性要素市场和产品市场的条件下，生产任务内容的变化与替代效应是影响行业劳动份额的唯一力量。因此，一旦获得替代效应的估计值，便可推断出任务内容的变化。

在额外假设下，我们还能将任务内容的变化分解为两个组成部分：替代效应与恢复效应。假设某个行业不会同时推进自动化并引入新任务（例如Acemoglu和Restrepo在2018a年论文中关于定向技术变革的论证就隐含了这一前提——根据要素价格差异，行业将选择其中一种创新路径）。当某产业的劳动份额下降幅度超出要素价格预期时，我们估计该产业自动化引发的正向替代效应。反之，当某行业劳动力份额上升幅度超出要素价格预期时，我们则估计存在正向恢复效应——模型中将其归因于新任务的引入。基于此逻辑，我们计算替代效应时采用五年移动平均法处理任务内容变化幅度为负的行业，而恢复效应则采用五年移动平均法处理任务内容变化幅度为正的行业。采用五年时间窗口旨在最小化行业劳动力份额测量误差的影响。若某行业在五年内同时引入新自动化技术与新任务，我们的估计值将同时构成替代效应与恢复效应的下限。

#### 劳动力需求来源：1947–1987

我们首先将此分解方法应用于二战后四十年（1947至1987年）的数据。该时期数据来源于劳工统计局

<sup>8</sup> 对于 $A^L/A^K$ 增长率的估计值应视为上限，因为通常

人均GDP的增长不仅由增强劳动力的技术变革驱动。因为在我们的主要分析中 $\sigma < 1$ ，这意味着我们也低估了替代效应在减少生产任务内容方面的重要性。然而，正如我们在在线附录中所示， $A(L)/A(K)$ 增长率的合理变动对分解结果影响甚微。 $A^L/A^K$ 的合理变动对分解结果影响甚微，详见在线附录。

对58个行业进行经济分析，考察其增加值与劳动份额。<sup>9</sup>我们将这些数据与国民收入和产品账户中各行业的资本和劳动力数量数据相结合，以获得要素价格指标。我们将数据整合为43个行业，涵盖私营部门，并能实现时间和来源的一致性追踪。

**图2展示了**六大产业部门的劳动份额演变：建筑业、服务业、运输业、制造业、农业及采矿业。除采矿业和运输业（两个合计占GDP10%的小型部门）外，其余产业部门在此期间劳动份额均未出现显著下降。事实上，制造业与服务业的劳动份额在此期间还略有提升。图中下部面板展示了这些部门增加值份额的变化趋势，证实了自1950年代末期开始的制造业向服务业的长期产业转移。

**图3**本图展示了基于样本中43个行业的分解结果。我们将工资总额除以人口总量，以避免人口变化干扰我们关注的核心效应。图3上图显示，该时期人均工资总额年均增长2.5%。工资总额的快速稳定增长主要由生产率效应（年均2.4%）驱动。替代效应与结构效应影响较小，且该时期生产任务内容变化幅度亦有限。

图3中间面板显示，尽管该时期生产任务内容的总体变化幅度较小，但存在显著的替代效应与恢复效应。1947至1987年间，替代效应每年削减约0.48%的劳动力需求，但同时存在强度相当的恢复效应，相当于每年增加0.47%的劳动力需求。图3下图呈现制造业的相似模式：任务内容总体变化同样有限，而替代与恢复效应均十分显著。综上所述，我们的研究表明：二战后四十年间自动化进程虽持续推进，但制造业与其他经济领域同步引入的新任务（或其他增加劳动密集型生产任务的变革）有效抵消了自动化对劳动力需求的不利影响。

#### 劳动力需求来源：1987–2017年

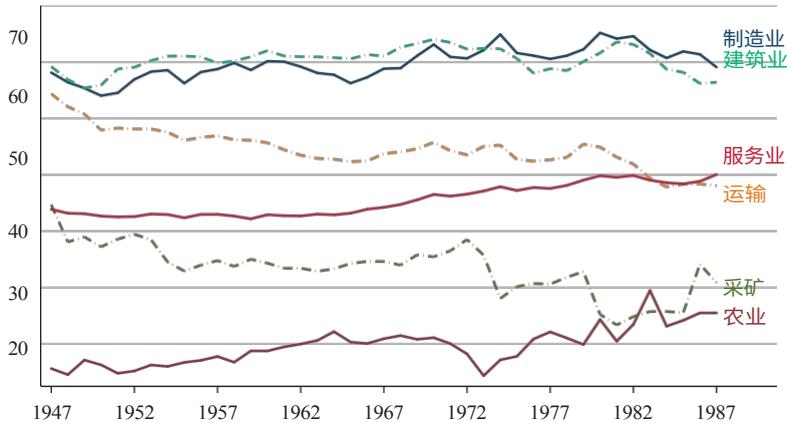
在1987–2017年期间，我们采用美国经济分析局提供的涵盖私营部门的61个行业数据，并辅以来自

<sup>9</sup> 我们对劳动力需求的衡量基于私营部门的工资总额，因此不包含自营职业收入。这避免了将自营职业收入在劳动力与资本之间进行分配的必要性。Elsby、Hobijn与Sahin（2013）对此问题进行了深入探讨，并得出结论：在此期间，自营职业劳动收入占劳动收入总额的比例要么下降，要么保持不变。这意味着包含自营职业收入的劳动份额可能下降幅度更大。因此，若仅关注私营部门的劳动份额，反而可能低估了整体劳动需求的下降幅度。

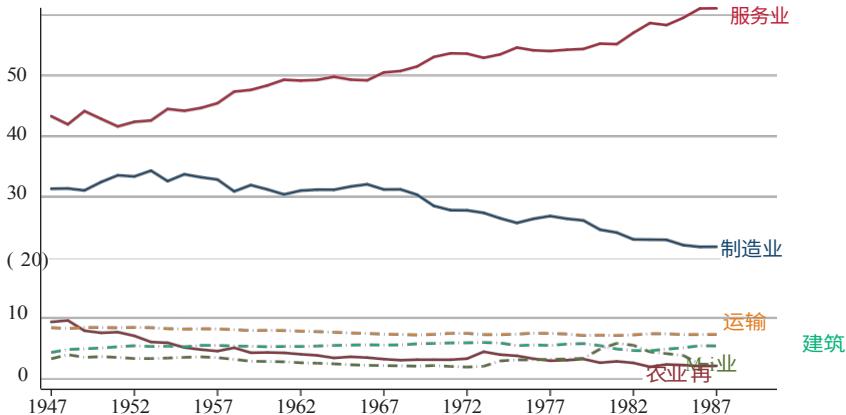
图2

## 劳动份额与部门演变，1947–1987

A：1947–1987年各行业内部劳动份额分布 80



B：1947–1987年各行业占GDP比重 60



来源：作者采用美国经济分析局行业账户数据。

注：上图展示了1947至1987年间服务业、制造业、建筑业、运输业、采矿业及农业中劳动价值增加额占比，下图则呈现这些行业价值增加额占GDP比重。

劳工统计局关于要素价格的研究。该研究顶部图表

呈现了上述六个大类产业的劳动力份额演变。与1947–1987年期间相比，制造业和建筑业的劳动力份额出现显著下降。采矿业劳动力份额的下降趋势则保持类似速度。

图中下图显示了经济活动持续从制造业向服务业转移的态势。

上图

图5 显示劳动力增长显著放缓

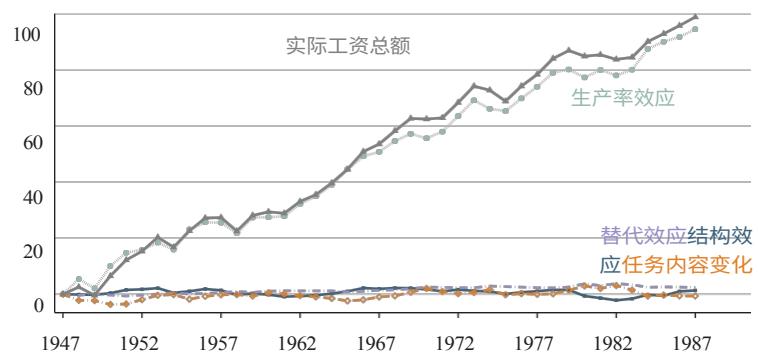
1987年至2017年间的需求。人均工资支出以温和的速度增长

图4 pres-

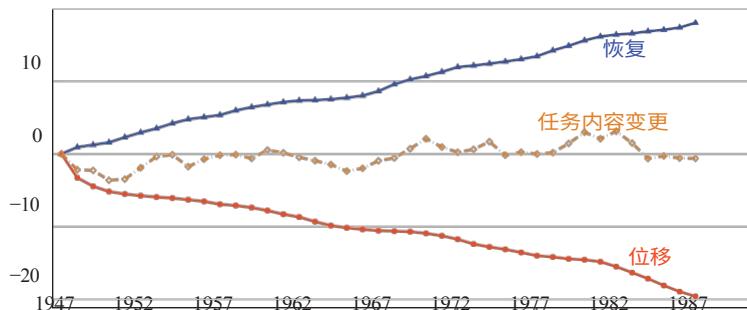
图3

1947–1987年劳动力需求变化来源

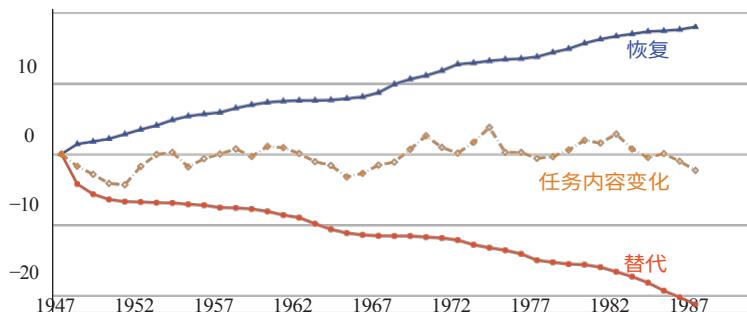
A：1947–1987年工资总额



B：生产任务内容的变化，1947–1987年 20



C：制造业生产任务内容，1947–1987年 20



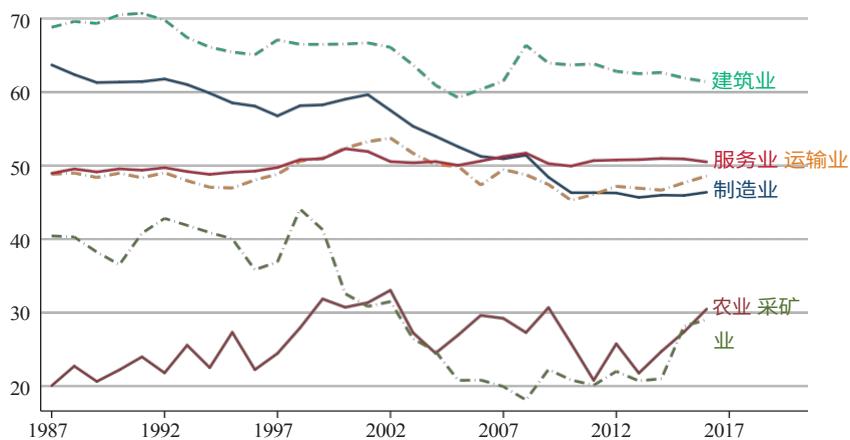
来源：作者计算。

注：上图展示1947至1987年间工资总额与人口之比的分解。中下图分别呈现我们对整体经济及制造业部门的替代效应与恢复效应估计值。任务内容变化及替代/恢复效应的具体估算方法详见正文。

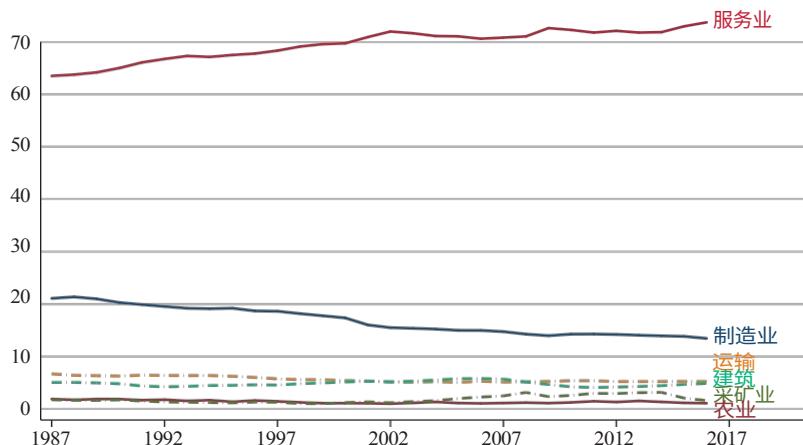
图4

## 1987–2017年劳动份额与部门演变

A: 各行业劳动力份额, 1987–2017年



B: 1987–2017年各行业占GDP比重



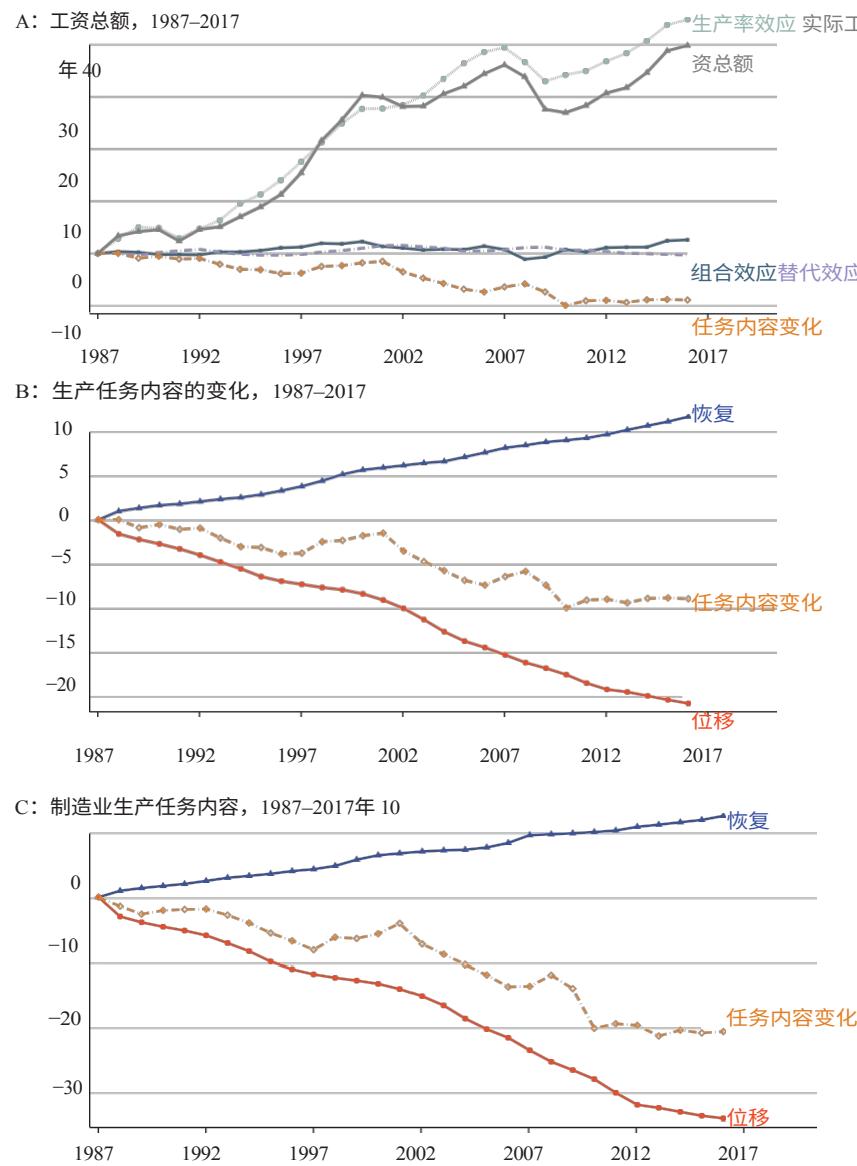
数据来源：作者采用美国经济分析局行业账户数据及劳工统计局数据。

注：上图展示1987至2017年间服务业、制造业、建筑业、运输业、采矿业及农业的劳动价值增加额占比，下图则呈现这些行业增加值占GDP比重。

整个时期年均增长率为1.33%，自2000年以来基本停滞。导致该时期劳动力需求增速放缓的首要因素是生产率增长放缓（年均1.54%，而1947-1987年间为2.4%）。导致工资总额增速放缓的第二因素——尤其在1990年代后期之后——是生产任务内容相对于劳动力的显著负向转变（年均0.35%），这导致劳动力

图5

## 1987–2017年劳动力需求变化来源



来源：作者计算。

注：上图展示1987至2017年间工资总额与人口之比的分解。中下图分别呈现我们对整体经济和制造业部门的替代效应与恢复效应估计值。任务内容变化及替代/恢复效应的具体估算方法详见正文。

需求与生产率脱钩。在此期间，生产任务内容的变化累计使劳动力需求减少了10%。

图5中下两幅图表明，相较于前期，任务内容变化主要源于新技术引入速度的放缓。

技术复工（复工每年仅使劳动力需求增加0.35%，而1947-1987年间为0.47%）与替代效应加速（替代每年使劳动力需求减少0.7%，而1947-1987年间为0.48%）。这种模式在制造业尤为显著，其中替代效应导致劳动力需求每年减少约每年1.1%或累计约30%。这些结果与Elsby、Hobijn和Sahin（2013）的研究一致，该研究证实了与要素价格无关的行业内部变化在解释劳动份额总体行为中的重要作用。替代与再就业平衡的变化也印证了奥托尔和萨洛蒙斯（2018）的研究结论：1980年后的技术进步与劳动份额下降相关，而此前数十年的技术进步则未产生此类影响。

最后，上图还显示，产业结构变化和替代效应对工资总额的影响非常有限。尽管制造业就业出现显著转移——这本身既与该行业的自动化进程有关，也与进口竞争有关——但由此产生的产业结构效应微乎其微，因为制造业的劳动份额与正在扩张的服务业基本相当（见图4上图）。这些发现凸显出：与19世纪农业机械化不同，当前并未出现显著的产业结构效应推动劳动力需求。更重要的是，似乎也不存在与农业机械化时期相媲美的强劲复工效应。

总而言之，过去30年劳动力需求增长放缓，是生产率增长乏力和生产任务内容恶化共同作用的结果——自动化进程加速导致生产任务内容发生不利变化，而新增任务的创造未能抵消这种变化。<sup>(10)</sup>

### **任务内容的变化反映了什么？**

一个自然的担忧是，我们对任务内容变化的估计可能捕捉到了不同于通常所理解的自动化技术带来的替代效应和新任务的替代效应。在此，我们提供了额外证据，表明我们的估计确实反映了生产任务内容的变化。我们聚焦于1987-2017年期间，该时期我们拥有自动化指标数据，并能计算出行业层面的新任务替代效应近似值。

<sup>10</sup> 在在线附录中，我们验证了该模式对替代弹性不同取值以及要素增益技术变革率的合理变动具有稳健性。此外，我们计算了在不改变生产任务内容的前提下，解释产业劳动力份额变化所需的产业层面要素增益技术变革幅度。我们发现，这需要要素增益技术和生产率实现数倍于过去七十年间全要素生产率实际增长的巨大变革。该分析强调，要解释部门劳动份额与工资总额的演变，必须发生生产任务内容的重大变革。我们在在线附录中还证明，分解操作的顺序（先分解组合效应，再分解行业内部变化）对结果没有影响。

我们首先估算了生产任务内容的变化幅度，随后验证了这些指标与生产任务内容变化估计值之间的相关性。

我们采用三项行业层面的自动化技术指标。具体代理变量包括：1) 基于Acemoglu和Restrepo (2018b) 研究中19个行业的机器人普及率调整值，经映射后对应至本研究的61个行业；

2) 1990年各行业常规岗位占比，其中职业常规岗位定义参照Acemoglu和Autor (2011) 研究，并根据1990年相关职业在行业就业中的占比进行跨行业推算（另见vom Lehn 2018）；3) 148个细分制造业中采用自动化技术的企业占比（按就业人数加权），涵盖自动导引车、自动仓储系统、机械传感器、计算机控制设备、可编程控制器及工业机器人等技术。<sup>(11)</sup>

**表1** 该表报告了1987至2017年间生产任务内容变化与自动化技术及新增任务替代指标之间关系的估计值；每行每列均对应不同的回归模型。该表显示，所有这些替代指标均呈现预期中的负相关关系：自动化水平越高，生产任务内容向劳动倾斜的变化（以本研究衡量标准）越显著（参见在线附录中这些关系的可视化呈现）。当加入各类控制变量后，这些负相关关系基本保持不变：第1列加入制造业虚拟变量，第2列加入中国进口量（采用Autor、Dorn和Hanson 2013；Acemoglu、Autor、Dorn、Hanson和Price 2016定义的中国最终产品进口增长指标）及中间产品离岸外包指标（Feenstra and Hanson 1999; Wright 2014）。与我们的理论框架一致，任务内容的变化与中国最终产品进口无关，但与离岸外包相关——后者通常涉及劳动密集型任务的转移（Elsby, Hobijn, and Sahin 2013）。控制离岸外包变量后，表1所示关系保持不变，因离岸外包影响的产业集群与自动化指标所涵盖的产业集群不同（详见在线附录）。

我们还考察了一系列衡量各行业新增任务的替代指标，以及这些指标与1987-2017年任务内容变化指标的相关性。新增任务的四个替代指标包括：1) 根据林 (Lin) 编纂的1991年《职业名称词典》统计的1990年新增职位占比高的职业就业份额（2011年数据）；2) 根据美国劳工统计局职业信息网络 (O\*NET) 数据，1990年“新兴任务”占比高的职业就业份额（这些任务被劳动者认定为日益增加的工作内容）；3) 1990年职业中“新兴任务”占比高的就业份额；4) 1990年职业中“新兴任务”占比高的就业份额。(2011)所编纂的《1991年职业名称词典》；2) 根据O\*NET数据，1990年就业人口中从事大量“新兴任务”的职业占比——这些任务被劳动者认定为日益

<sup>11</sup> 这些数据源自制造业技术调查，涵盖1988年和1993年148个四位数SIC行业，均属于以下三位数制造业领域：金属制品；非电气机械、电气及电子设备；运输设备；仪器及相关产品 (Doms, Dunne, and Troske 1997)。在此研究中，我们利用美国经济分析局1987至2007年投入产出表的详细数据，计算了这些四位数制造业行业任务内容变化的指标。

表1

## 生产任务内容变化与自动化及新增任务替代指标的关系

|                           | 原始<br>数据<br>(1)   | 控制制造业<br>(2)      | 控制中国进口<br>与离岸外包<br>(3) |
|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| <b>自动化技术的替代指标：</b>        |                   |                   |                        |
| 1993–2014年机器人普及率调整值       | -1.404<br>(0.377) | -0.985<br>(0.369) | -1.129<br>(0.362)      |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.18              | 0.21              | 0.27                   |
| 工业中常规工作所占比例，1990年         | -0.394<br>(0.122) | -0.241<br>(0.159) | -0.321<br>(0.164)      |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.14              | 0.19              | 0.27                   |
| 采用自动化技术的企业占比              | -0.390            |                   | -0.397                 |
| 技术的企业比例，1988–1993年（SMT数据） | (0.165)           |                   | (0.166)                |
| 观测值                       | 148               |                   | 148                    |
| R <sup>2</sup>            | 0.08              |                   | 0.09                   |
| <b>新任务的替代方案：</b>          |                   |                   |                        |
| 基于1991年DOT*数据的新职位占比       | 1.609             | 1.336             | 1.602                  |
| 及1990年按职业划分的就业数据          | (0.523)           | (0.530)           | (0.541)                |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.12              | 0.23              | 0.32                   |
| 基于1990年的新兴任务数量            | 8.423             | 7.108             | 7.728                  |
| 按职业划分的就业人数                | (2.261)           | (2.366)           | (2.418)                |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.14              | 0.25              | 0.33                   |
| 1990年就业增长份额               | 2.121             | 1.638             | 1.646                  |
| 至2016年新增职业就业增长占比          | (0.723)           | (0.669)           | (0.679)                |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.08              | 0.20              | 0.26                   |
| 职业数量增幅百分比                 | 0.585             | 0.368             | 0.351                  |
| 在工业领域中代表                  | (0.156)           | (0.207)           | (0.215)                |
| 观测值                       | 61                | 61                | 61                     |
| R <sup>2</sup>            | 0.14              | 0.19              | 0.25                   |

来源：作者。

注：本表报告了1987至2017年间生产任务内容变化与自动化技术及新任务替代指标之间关系的估计值。每行每列对应不同的回归模型。第1列报告了生产任务内容变化与指定替代指标在行业层面的双变量关系估计值。第2列包含制造业虚拟变量作为控制变量。此外，第3列控制了中国进口增长（定义为1991至2011年间进口相对于美国消费的增幅，参照Acemoglu等2016年研究）及离岸外包增长（定义为1993至2007年间进口中间品份额增幅，参照Feenstra和Hanson 1999年研究）除采用制造业技术调查（SMT）数据的第三行外，其余回归均基于1987–2017年分析所用的61个行业。使用SMT数据时，回归分析涵盖148个细分制造业行业。括号内为抗异方差稳健标准误。采用机器人普及率指标时，我们针对该指标可用的19个行业进行了聚类标准误处理。

\* DOT即《职业名称词典》。

1) 某行业就业增长中“新职业”所占比例，即1990年该行业不存在、但2016年已出现的职业；2) 某行业就业增长中“新职业”所占比例；3) 某行业就业增长中“新职业”所占比例；4) 1990至2016年间某行业职业数量的增长百分比。前两项指标通过1990年这些职业在行业就业中的占比进行行业投影。所有四项指标旨在捕捉职业活动类型（进而映射至行业）的重大变化，或特定新活动在行业中的引入。因此我们预期，这些新任务的替代指标与我们衡量有利于劳动力的任务内容变化指标之间应存在显著正相关——实际结果也确实如此。无论是否在表1的第2和第3列中加入额外控制变量，该结论均成立。

这些相关性强化了以下解释：我们对生产任务内容变化的估计包含着宝贵信息，揭示了自动化技术导致的岗位替代以及新任务引入带来的岗位恢复。

### 混杂因素

我们的方法基于竞争性市场假设，同时忽略了其他可能影响美国劳动力市场的诸多变量。现简要探讨这些问题。

首先，正如我们先前指出的，最终产品的贸易不应影响我们对生产任务内容变化的估计（因为它们将影响价格和销售额——这些因素已被我们的生产率效应所涵盖，同时它们引发的部门间资源重新配置也属于我们的结构效应范畴）。表1中的结果证实了这一观点。另一方面，离岸外包将直接改变生产任务内容，因为它涉及用国外服务替代部分劳动密集型任务（Grossman and Rossi-Hansberg 2008）。表1中的估计结果与这一观点一致，但同时也表明离岸外包并未改变自动化各项指标与生产任务内容变化估计值之间的定量或定性关系。

其次，如前所述，结构转型引发的部门间资源重新配置同样不会改变生产任务的内容，而是构成我们所说的结构效应的一部分。这些结构效应较小的事实表明，部门间资源重新配置并非导致劳动力需求放缓及国民收入中劳动力份额变化的主要因素。

第三，我们忽略了劳动力技能差异的存在，因此潜在问题在于：劳动力技能结构的变化是否会影响我们对生产任务内容变化的估算？只要行业层面的要素报酬测量准确，答案是否定的。因此，只要将某部门因技能升级导致的工资总额增长纳入考量，这种结构变化就不会改变生产任务内容。由此可推，诸如人口老龄化、女性劳动力参与率提升等长期趋势，虽会影响劳动力结构和要素价格，但不应干扰我们对生产任务内容变化的测算。

第四，只要我们对替代效应的估计（该估计构成了我们对生产任务内容变化估计的基础）保持准确，要素供给的变化也不应产生影响。

与这些因素不同，偏离竞争性劳动力或产品市场的状况可能干扰我们对任务内容的估计。尤其值得注意的是劳动力市场偏离竞争状态的情况。若市场供给端由议价或其他租金分配机制决定，只要企业位于其劳动力需求曲线上（针对整体劳动力或存在异质性时的不同类型劳动力），我们的方法仍具有效性。这是因为分析仅使用劳动力需求侧信息，工人是否沿着明确的供给曲线分布并不重要。另一方面，买方垄断程度变化、双边议价及持币观望问题导致企业偏离其劳动力需求曲线时，可能干扰我们的估计结果。产品市场加价率变化也会产生类似干扰。尽管这些问题至关重要，但超出本文讨论范围，属于我们当前研究中正在探索的课题。

#### 自1987年以来，技术性质的变化与生产率增长放缓的原因何在？

我们的研究表明，自动化加速与岗位恢复放缓共同导致生产任务内容发生不利转变，加之生产率增长乏力，共同造就了过去三十年——尤其是2000年后——劳动力需求增长迟滞的局面。为何自动化与新增任务之间的平衡近期发生变化？为何自动化技术加速发展却未能推动生产率显著提升？尽管我们尚未完全解答这些问题，但理论框架已提出若干值得深思的观点。

自动化与新任务之间的平衡之所以可能发生变化，主要有两个基本原因。首先，连接这两类技术变革的创新可能性边界可能已发生位移，这既促进了自动化进程的深化，也使得创造新任务变得更为困难（正式分析参见Acemoglu和Restrepo 2018a）。例如，基于软硬件进步的新通用技术可能降低了自动化成本，或者我们已耗尽创造高生产率（劳动密集型）新任务的创意。我们认为更合理的变化原因在于：美国经济可能沿着既定的创新可能性边界发展，因为自动化激励增强而新任务创造激励减弱。若干因素可能推动这种趋势。美国税法通过各种税收抵免和加速摊销等手段大力补贴设备使用，同时通过工资税等形式对雇佣劳动力征税。随着自动化技术日益受到重视，以及人工智能被广泛用于消除生产环节中的人工因素，这种趋势可能进一步强化，甚至可能导致过度自动化。

这一趋势近期因两大因素而加速：其一是大型科技公司凭借自动化与精简人力为基础的商业模式，在创新领域占据核心地位；其二是众多科技界领军人物的愿景（例如特斯拉为实现大规模生产自动化所做的努力，最终却耗资巨大）。最后，政府对创新支持力度的减弱可能也起到了推波助澜的作用——这抑制了长周期研究的开展，使得相较于自动化技术，那些需要更长时间才能见效的新任务创造活动更难获得发展空间。

这些因素不仅可能导致自动化与新任务之间的平衡发生变化，还可能导致生产率增长放缓。首先，由于新任务有助于提高生产率，恢复速度放缓将导致生产率增长放缓。因此，任何破坏新任务平衡的因素都可能转化为生产力提升的机遇损失。此外，因复职效应减弱导致的工资增长放缓，会间接削弱自动化生产力——因为自动化带来的生产力增益与被替代岗位的实际工资呈正相关，而工资水平下降将直接削弱这种增益效应。其次，若自动化与新任务创新均存在边际收益递减（在特定时期或长期内），这两类新技术平衡状态的显著变化将推动我们走向更边缘化的发展，导致生产率增长放缓。第三，如前所述，当自动化替代的是劳动效率已然较高而资本尚未充分有效发挥作用的任务时，平庸技术的自动化增效可能微乎其微。由此观之，进一步推进自动化——尤其是受税收扭曲或过度自动化热潮驱动的自动化——往往会陷入平庸技术模式，难以带来显著增效。最后，在Acemoglu和Restrepo（2018d）的研究中，我们指出劳动力现有技能与新技术需求之间可能存在错配。这种错配将进一步削弱自动化带来的生产率提升，并阻碍新任务的引入——因为技能缺口会降低新任务的利用效率。

如果自动化与新增任务之间的平衡失调导致效率低下，且这种失衡确实加剧了自动化进程、削弱了强有力的再就业效应并拖累了生产率增长，那么政策干预或许能同时改善就业创造与生产率提升。这些干预措施可能包括取消过度自动化的激励机制（如对资本设备的优惠待遇），并实施旨在重新平衡技术变革方向的新政策（关于人工智能背景下的更详细讨论，参见Acemoglu和Restrepo 2019）。

## 结论性评论

本文构建任务导向模型以研究不同技术对劳动力需求的影响。该框架的核心在于任务内容的

生产——衡量任务在生产要素间的分配。自动化通过产生替代效应，使生产任务内容向不利于劳动的方向转变；而引入劳动具有比较优势的新任务，则通过恢复效应改善生产任务内容。这些技术与要素增效技术存在本质差异——后者不影响生产任务内容。例如，自动化必然降低劳动份额并可能减少劳动力需求，而新增任务则必然提升劳动份额。

我们随后展示了如何从行业层面的劳动力份额、增加值和要素价格数据中推断生产任务内容的变化及其他影响劳动力需求因素的变化。采用该方法论的实证分析表明：近期劳动力需求停滞的根源在于自动化进程加速（尤其在制造业）以及新任务创造速度放缓。此外，或许正反映着技术进步结构的这种转变，经济生产率增长也显著放缓，进而加剧了劳动力需求的疲软态势。

我们的框架对未来工作形态同样具有明确启示。现有证据与理论框架既不支持“人类工作即将终结”的论断，也不认同“技术变革必然普遍利于劳动者”的预设。相反，它们表明：若未来生产率增长仍主要源于自动化，劳动力的相对地位及生产任务内容都将持续衰退。创造新任务及其他提升生产劳动强度和劳动份额的技术，对维持与生产力增长相匹配的工资增长至关重要。此类技术能否出现，不仅取决于创新能力，更取决于多元技能供给、人口结构变化、劳动力市场制度、政府政策（包括税收与研发支出）、市场竞争、企业战略以及创新集群生态系统。我们已指出自动化与新任务之间平衡失调的部分原因——当前这种失衡可能向自动化倾斜，对就业和生产率产生不利影响——并提出若干政策干预方向以纠正这种失衡。

## 参考文献

- 阿西莫格鲁，达伦；奥托尔，大卫。** 2011。《技能、任务与技术：对就业与收入的影响》。载于《劳动经济学手册》第4卷B部分第12章，戴维·卡德与奥利·阿申费尔特编。爱思唯尔出版社。
- 阿西莫格鲁，达龙；奥托尔，大卫；多恩，大卫；汉森，戈登·H.；普莱斯，布伦丹。** 2016。《进口竞争与2000年代美国就业大衰退》。《劳动经济学杂志》34(S1): S141–S198。
- 阿西莫格鲁，达伦；盖里耶里，维罗妮卡。** 2008。《资本深化与非均衡经济增长》。《政治经济学杂志》116(3): 476–98。
- 阿西莫格鲁，达伦，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2018a。《机器与人的竞赛：技术对增长、要素份额和就业的影响》。《美国经济评论》108(6): 1488–1542。
- 阿西莫格鲁，达龙，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2018b。《机器人与就业：来自美国劳动力市场的证据》。NBER工作论文23285。
- 阿西莫格鲁，达龙，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2018c。《自动化建模》。《美国经济协会论文与会议录》，108: 48–53。
- 阿西莫格鲁，达伦，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2018d。《人工智能、自动化与工作》。美国国家经济研究局工作论文24196号。
- 阿西莫格鲁，达龙，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2018e。《人口结构与自动化》。美国国家经济研究局工作论文第24421号。
- 阿西莫格鲁，达龙，与帕斯夸尔·雷斯特雷波。** 2019。《错误的人工智能？人工智能与未来劳动力需求》。NBER工作论文25682。
- 阿吉翁，菲利普，本杰明·F·琼斯，与查尔斯·I·琼斯。** 2017。《人工智能与经济增长》。NBER工作论文第23928号。
- 艾伦，罗伯特·C.** 2009. 《全球视角下的英国工业革命》. 剑桥大学出版社.
- 奥托尔，戴维·H.，戴维·多恩，戈登·H. 汉森。** 2013。《中国综合症：进口竞争对美国本地劳动力市场的影响》。《美国经济评论》103(6): 2121–68。
- 奥托尔，戴维·H.，弗兰克·莱维，及理查德·J. 默尼恩。** 2003。《近期技术变革的技能含量：实证探索》。《经济学季刊》118(4): 1279–1333。
- 奥托，戴维，与安娜·萨洛蒙斯。** 2018。《自动化是否挤占劳动份额？生产率增长、就业与劳动份额》。布鲁金斯经济活动论文集，第1期，第1–87页。

- 自动化与新任务：技术如何取代与重启劳动力**
- 艾尔斯，罗伯特·U. 与 史蒂文·M. 米勒** 美技术：节省劳力的发明探索》. 剑桥大学出版社.
- 。1983. 《机器人技术：应用与社会影响》。鲍林格出版社。
- 巴德，爱德华·C.** 1960. "要素份额，1850–1910." 载于《十九世纪美国经济趋势》第九章。普林斯顿大学出版社。
- 钱德勒，阿尔弗雷德·D.** 1977. 《看得见的手：美国商业中的管理革命》. 哈佛大学出版社.
- 奇林科，罗伯特·C.，史蒂文·M. 法扎里，安德鲁·P. 梅耶。** 2011。《生产函数参数的新估算方法：难以捉摸的资本-劳动替代弹性》。《商业与经济统计学刊》29(4): 587–94。
- 道斯，沃尔夫冈，塞巴斯蒂安·芬德艾森，延斯·苏德库姆，及妮可·沃斯纳。** 2018。《适应机器人：基于劳动者的实证研究》。机遇与包容性增长研究所工作论文第13号。
- 多姆斯，马克，蒂莫西·邓恩，肯尼斯·R·特罗斯克。** 1997。《工人、工资与技术》。《经济学季刊》112(1): 253–90。
- 埃尔斯比，迈克尔·W·L.；巴特·霍比恩；艾谢古尔·萨欣。** 2013。《美国劳动份额的下降》。布鲁金斯经济活动论文集第2期，第1-63页。
- 费恩斯特拉，罗伯特，与戈登·汉森。** 1999。《外包与高科技资本对工资的影响：1979–1990年美国数据实证分析》。《经济学季刊》第114卷第3期：第907–40页。
- 戈尔丁，克劳迪娅，劳伦斯·F·卡茨。** 2008。《教育与技术的竞赛》。贝尔纳普出版社。
- 格雷茨，乔治，与盖伊·迈克尔斯。** 2018。《工作中的机器人》。《经济学与统计评论》100(5): 753–68。
- 格鲁弗，米凯尔·P.；米切尔·韦斯；罗杰·N. 纳格尔；尼古拉斯·G. 奥德雷。** 1986。《工业机器人：技术、编程与应用》。麦格劳-希尔公司。
- 格罗斯曼，吉恩·M.，与埃斯特班·罗西-汉斯伯格。** 2008。《任务交易：离岸外包的简明理论》。《美国经济评论》98(5): 1978–97。
- 哈巴谷，约翰·H.** 1962. 《十九世纪英



*经济评论* 103(7): 2752–89.

**胡伯默，约阿希姆。** 2018。《偏好与技术之间的竞赛》。未发表论文，耶鲁大学。

**林，杰弗里。** 2011。《技术适应、城市与新型工作》。《经济学与统计评论》第93卷第2期：554–74页。

**曼图，保罗。** 1928。《十八世纪的工业革命：英国现代工厂制度起源概论》。乔纳森·凯普出版社。

**迈克尔斯，盖伊。** 2007。《劳动分工、协调与信息处理需求》。欧洲经济政策研究中心讨论稿6358。

**莫基尔，乔尔。** 1990。《财富之杠杆：技术创造力与经济进步》。牛津大学出版社：纽约。

**赖切尔·奈与克里斯托弗·皮萨里德斯。** 2007. 《多部门增长模型中的结构变迁》。《美国经济评论》第97卷第1期：429–43页。

**奥伯菲尔德，埃兹拉，与德维什·拉瓦尔。**

2014。《微观数据与宏观技术》。NBER工作论文20452。

**奥姆斯特德，艾伦，与保罗·罗德。** 2001。《重塑田园风光：1910–1960年拖拉机对美国农业的影响与普及》。《经济史杂志》61(3): 663–98页。

**拉斯穆森，韦恩·D.** 1982. "农业机械化进程." 《科学美国人》247(3): 76–89.

**冯·莱恩，克里斯蒂安。** 2018。《理解美国劳动份额下降：来自职业任务的证据》。《欧洲经济评论》108期：191–220页。

**赖特，格雷格。** 2014。《重新审视离岸外包对就业的影响》。《欧洲经济评论》66期：63–83页。

**泽拉，约瑟夫。** 1998。《工人、机器与经济增长》。《经济学季刊》113(4): 1091–1117。

