

数字化转型、产业链优化与企业劳动力需求结构

明娟 李琼霞*

内容提要 随着数字化转型的推进，数字技术对劳动力结构的冲击引起广泛关注。文章基于微观企业主体视角，采用2011-2020年中国沪深上市企业面板数据，研究数字化转型对制造业企业劳动力结构变动的的影响及内在机理。研究表明，从劳动力学历结构来看，数字化转型有助于减少低学历劳动者的需求，同时增加高学历劳动者的需求，并优化企业的学历结构；从劳动力岗位结构来看，数字化转型对生产型员工产生替代作用，对销售型和技术型员工产生互补作用，有助于推动劳动力岗位结构调整，经过稳健性检验和内生性处理后，结论依然稳健。机制检验表明，数字化转型有助于企业对内增强专业化分工优势，对外提升供应链效率，以优化产业链，从而增加企业对高技能员工的需求，促进劳动力结构升级；同时劳动保护水平的提升使得企业更倾向于雇佣高技能劳动力，挤压低技能劳动力需求。异质性分析发现，相对于中小企业和非高新技术企业，数字化转型对大型企业和高新技术企业劳动力结构升级的推动作用更为明显。

关键词 数字化转型 劳动力结构 产业链优化 劳动保护

一 引言

《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》提出，以智能制造为主攻方向，以数字化转型为主要抓手，加快重点行业数字化转型，激发企业融合发展活力。可见，

* 明娟（通讯作者），广东工业大学经济学院、广东工业大学数字经济与数据治理重点实验室，电子邮箱：mingjuan520888@126.com；李琼霞，广东工业大学经济学院，电子邮箱：2112111022@mail2.gdut.edu.cn。本文得到国家自然科学基金重点项目（项目批准号：20AZD071）和广东省哲学社会科学规划一般项目（项目编号：GD22CYJ23）的资助。

数字化转型已成为制造业企业改造传统生产模式、培育新动能的重要途径，数字化转型企业借助数字技术不断升级改造传统的组织结构和商业模式，实现提质增效。同时，在数字化背景下，中国劳动力市场愈发表现为与劳动者技能不匹配的结构矛盾（蔡昉，2017），而稳就业是当前经济结构转型和经济高质量发展的重要目标。如何在推进制造业数字化转型的同时保持就业市场稳定，成为全面推进数字化转型助力经济高质量发展需要考虑的重大议题。

国际上，技能偏向性技术进步和常规任务理论被认为是解释技术对劳动力结构影响的主要理论，均认为技术对劳动力结构的技能分布产生了异质影响。技能偏向性解释了技术进步引发劳动力需求向高技能工人转移，技能和劳动力需求之间的这种单调关系是 20 世纪 70 年代末开始不平等加剧的最初根源（Katz & Murphy, 1992; Balsmeier & Woerter, 2019）。从 20 世纪 90 年代初开始，随着许多中等技能工人（主要从事常规密集型工作）被取代，工资和工作两极分化加速。对此，常规任务理论显然有更大的解释力，该理论认为自动化的提高导致对中等技能工人执行的常规任务的需求下降，而对低技能和高技能工人执行的非常规任务的需求增加（Autor et al., 2003）。

国内关于数字化转型与劳动力结构的研究，部分学者认为数字技术通过促进企业生产规模扩张（官华平等，2023）、企业组织变化（宁光杰、林子亮，2014）、产业结构升级（孙早、侯玉琳，2019）等途径引发劳动力结构变动。立足于产业链供应链视角，数字化转型不仅显著促进企业专业化分工水平（袁淳等，2021），而且增强产业链供应链韧性（陶锋等，2023），却几乎没有文献讨论专业化分工或产业链优化如何影响企业劳动力结构。立足于劳动保护视角，在劳动保护程度较高地区，由于受到解雇限制和监管规定的制约，即使引入新技术或新机器，企业也无法灵活地根据最优员工配置进行人员调整或解除劳动合同（孔高文等，2020），对新技术带来的就业冲击产生一定的缓冲作用，从而影响企业内部的劳动力结构调整。纵观现有文献，在数字化转型与劳动力结构相关研究有一定的积累，但是，从产业链优化和劳动保护的视角，探讨数字化转型影响企业劳动力结构变动的研究有待进一步拓展。

基于此，本文考察数字化转型对制造业企业劳动力结构变动的影响，同时探讨产业链优化在其中发挥的作用，分析劳动保护在数字化转型与劳动力结构之间的调节和稳定器角色。本文的边际贡献在于：第一，现有研究大多采用受教育程度衡量劳动力技能结构的变化，但对制造业岗位变动和调整的关注较少，而不同岗位有不同的技能要求，岗位性质可以更准确地描述劳动者在特定岗位上所需的技能和知识。本文从学历结构和岗位结构双重视角探讨制造业数字化转型对劳动力结构变动的影响，为数字

化转型企业的劳动力结构变动提供更为全面的分析。第二，已有文献大多关注数字技术的就业效应，而随着企业数字化转型的推进，系统考察数字技术对劳动力结构的影响以及产业链优化在其中所发挥的作用具有重要意义，为揭示数字化转型影响劳动力结构变动的内在机理提供了新的思路。第三，从社会保险和最低工资的双重视角出发，检验劳动保护是否在数字化转型与劳动力结构调整过程中起到调节和稳定器角色，扩展了数字化转型与劳动力结构领域的研究，丰富了后续的研究视角。

二 文献综述与研究假设

（一）文献综述

最早关于数字技术与劳动力结构的影响研究主要集中于欧美等发达国家，引起劳动力市场结构变动的机制分析概括起来有四种。基于技能偏向性技术进步理论，技术进步具有技能偏向性，企业更倾向于引进与新技术互补的高技能劳动力，从而推动高技能劳动力需求增长，使劳动力结构呈现“单极化”特征（Katz & Murphy, 1992）。Akerman et al. (2015) 采用挪威雇主—雇员数据，研究发现企业采用宽带互联网提高了高技能员工的边际生产率，降低了中低技能员工的边际生产率，即宽带互联网在企业中的应用补充了高技能员工，并替代了中低技能员工。Balsmeier & Woerter (2019) 研究发现，瑞士数字技术投资与高技能工人的就业正相关，与低技能工人的就业负相关。然而该理论在 20 世纪 90 年代后受到挑战，无法解释高技能和低技能职业相对于中等技能职业的广泛增加。

基于常规任务理论，技术进步会替代执行重复性、程序化常规型任务的劳动者，同时补充劳动者执行非常规的问题解决和复杂的沟通任务（Autor et al., 2003）。从专业化分工的角度，随着“云、网、端”为核心的数字基础设施的逐步完善，企业在外部市场的交易成本持续下降，当维持庞大的生产链变得不经济时，企业倾向于将非核心的生产环节拆分到不同的节点企业（外包）来完成，促使企业往小型化、专业化的方向发展（Brynjolfsson et al., 1994），从而更专注于核心业务，对专业化人才的需求增加（Feenstra & Hanson, 1996）。从企业组织结构的变化出发，技术进步对企业的信息传递和决策结构带来巨大冲击，推动组织架构向扁平化转变，并赋予员工更多自主权，在决策模式上由集权决策演变为分权决策（Acemoglu et al., 2007），从而要求劳动者具备更强的分析和解决问题的能力，这都提高了劳动者的技能要求，进而引致劳动力结构升级。

国内关于数字技术对劳动力结构的影响研究，主要聚焦在新时期中国劳动力结构

的变化趋势和特征的刻画。数字化技术与劳动力结构的研究集中在宏观、行业和企业层面，认为数字技术采用使劳动力结构呈现两极化、单极化，甚至反极化。孙早和侯玉琳（2019）采用各省份的受教育程度划分就业结构，发现工业智能化引发就业结构呈现“两极化”特征，先进机器设备的引进对中技能劳动者产生挤出效应，同时对低技能和高技能劳动者产生补偿效应；而在东南沿海地区则表现为高技能劳动力就业的增加，低技能劳动力就业的减少，呈现就业结构“单极化”趋势。杨白冰等（2023）则以企业员工的受教育程度衡量劳动力技能结构，发现数字化转型导致企业劳动力技能结构呈现出“单极化”态势，即推动高技能劳动力需求的增长，同时减少低技能劳动力需求。李磊等（2021）聚焦中国工业企业，发现机器人应用促使中国劳动力结构呈现“反极化”的趋势，也即机器人应用显著增加中技能劳动力的就业份额，同时显著减少低技能和高技能劳动力的就业份额。

综上所述，目前关于数字化转型与劳动力结构研究，第一，普遍观点认为数字技术的应用会挤出中技能劳动力，增加高技能劳动力，而对低技能劳动力的影响结论尚未达成一致。第二，现有文献更多是集中在区域、行业等宏观层面，缺乏对微观企业的深入分析，本文基于微观企业主体视角，将产业链优化和劳动保护纳入分析框架，打开数字化转型影响企业劳动力结构调整的“黑箱”，探讨产业链优化的中介作用和劳动保护的调节效应。第三，现有研究大多采用受教育程度衡量劳动力技能结构的变化，但对制造业岗位变动和调整的关注较少，本文从学历结构和岗位结构双重视角探讨制造业数字化转型对劳动力结构变动的影响，为数字化转型企业的劳动力结构变动提供更为全面的分析。

（二）产业链优化的机理分析

产业链是指企业内部和企业之间为生产最终产品或服务所经历的价值增值的过程，它涵盖了从原材料到最终消费品的各个环节（芮明杰、刘明宇，2006）。产业链优化既包括了企业内部生产链的优化，也包括对企业外部供应链的优化。一方面，产品或服务提供可以在一个企业内部进行（企业纵向一体化），也可以由分散在产业链节点上的各个企业完成。基于交易费用理论，企业内部一体化还是专业化分工，取决于市场交易费用与企业内部管控成本。当外部交易成本较低时，企业倾向于专业化分工（Chen & Kamal, 2016），而数字化转型可以减少企业的外部交易成本，如搜寻成本，在签订合同过程中的协商、谈判、监督等成本，因交易对手违约等合约成本，这将促使企业倾向于外部市场进行交易，从而有助于专业化发展（袁淳等，2021）。这使劳动力专注于其领域的工作，更加精细化地处理任务，减少冗余和浪费，同时专注于提高产品质

量，这对企业内部生产链条的不同环节来说是有益的，从而推动企业内部产业链优化。另一方面，基于利益相关者理论，企业与上下游企业间的数据合作与共享，涵盖了原材料采购、技术合作开发、数据流转和客户关系管理等方面，企业间的互联互通以及数字化平台充当了数据流转的关键枢纽，实现数字化技术将数据和信息快速传送至产业链的各个环节。当企业的信息共享程度提高时，供应链分工协作效率也随之提升（张倩肖、段义学，2023）。因此随着供应链效率的提升，企业外部的产业链结构获得优化。

随着产业链结构的优化升级，企业对于不同技能水平员工的雇佣决策也会发生变化，这主要体现在以下三个方面。第一，企业选择专业化分工的产业链优化模式，注重规模的经济性，逐步将非核心环节外包出去（Brynjolfsson et al., 1994），企业会减少对从事重复性、程序化常规型工作的劳动力需求，使得低技能劳动力的需求减少。与此同时，企业将更多资源聚焦在具有比较优势和战略价值的核心环节上，提高专业化程度，进一步扩大专业化人才的需求，推动对高技能劳动力需求的提升（Feenstra & Hanson, 1996）。

第二，随着供应链效率的提升，企业外部的产业链结构优化，这使得企业聚焦高效的信息管理，及时开展生产控制和生产计划调整，降低企业的呆滞库存，避免呆滞物料的产生。同时对企业的信息传递和决策结构带来巨大冲击，推动组织架构向扁平化转变，并赋予员工更多自主权，在决策模式上由集权决策演变为分权决策（Acemoglu et al., 2007）。这要求组织结构具备更高的灵活性和敏捷性，以便快速应对不断变化的市场需求，也给管理人员增加了更多的沟通任务，企业更加需要劳动者具备较强的人际沟通能力，而高技能劳动者更善于沟通，以确保信息的准确性和一致性，减轻信息传递的负担（Zammuto & O'Connor, 1992）。再加上适应新的技术本身就比固定生产作业需要更强的认知能力、灵活性和自我管理能力，这都提高了对高技能劳动力的需求（宁光杰、林子亮，2014）。

第三，随着产业链的优化升级，企业不再仅仅关注制造过程，而更多涉足研发和设计领域，这种战略性的上游扩展使企业更好地控制产品创新和质量，促使制造企业向价值链上游攀升，同时服务化也将成为企业的重要战略性变革，推动企业从价值链中游向价值链下游的延伸，使企业开拓售后服务、个性化解决方案等业务，从而增强企业对研发设计、销售服务、市场咨询等从事复杂性、知识性工作的劳动力需求，更倾向于雇佣高技能劳动力，促进劳动力结构优化升级（张远、李焕杰，2022）。基于以上分析，提出以下假设：

假设1：数字化转型通过产业链优化进而推动劳动力结构调整。

（三）劳动保护的调节作用

数字化转型引发“就业极化”会加深就业结构性矛盾，而劳动保护可以承担缓冲和稳定器角色。其作用机制主要体现在以下三个方面：第一，劳动保护使企业解雇成本上升，为员工提供防止恶意解雇的保护，降低了员工被解雇的可能性（Bradley et al., 2017）。在劳动保护程度较高地区，由于受到解雇限制和监管规定的制约，即使引入新技术或新机器，企业也无法灵活地根据最优员工配置进行人员调整或解除劳动合同（孔高文等，2020），对新技术带来的就业冲击产生一定的缓冲作用。第二，为了稳定劳动力市场，政府会采取一系列措施影响企业劳动力调整。例如通过约谈、座谈或行业协会沟通等形式建议企业克服困难，有限度地裁减低技能员工（孙楚仁等，2020），同时也可通过税收优惠和补贴政策干预企业的雇佣决策（Kong et al., 2018），降低企业大规模解雇低技能劳动力的可能性。第三，为了适应新技术或者操作新机器，企业会加强对员工的职业培训教育，从企业内部缓解机器人应用带来的“技术性失业”问题，在保障生产效率的前提下从内部转移吸收“富余”的劳动力，而不是直接解雇低技能劳动力（孔高文等，2020）。

进一步来看，劳动保护对不同技能结构的劳动力所产生的影响具有差异性。对于低技能劳动力来说，劳动保护增加了企业解雇员工的难度，限制了用工的灵活性，导致了更高的劳动力使用成本，通常追求利润最大化的企业会采取减少雇佣以及采用机器替代低技能劳动力、雇佣临时工等方式应对，这些措施使得低技能劳动力的就业难度增加，处于不利地位（张雪凯、宁光杰，2020）。对于高技能劳动力来说，由于本身具备更强的适应性和学习能力，高技能劳动力在数字技术引入后往往能迅速适应和掌握新的工作要求，企业雇佣高技能劳动力可以节约所需的培训投资和调整成本，从而高技能劳动力会赢得企业更强的偏好，拥有更好的就业机会（明娟、胡嘉琪，2022）。基于以上分析，提出以下假设：

假设 2：劳动保护有助于缓解数字技术对劳动力结构的冲击，但对不同技能结构的劳动力所产生的影响具有差异性。

三 研究设计

（一）样本选择与数据来源

根据《中国数字经济发展报告（2022 年）》，2011 年以前中国数字经济增速一直低于同期国内生产总值（GDP）平均增速，而 2011 年之后数字经济规模蓬勃发展，其年

均增速显著高于同期 GDP 平均增速，因此本文选取 2011 – 2020 年中国沪深制造业上市企业为初始研究样本，并通过如下标准对样本进行处理：剔除属于金融行业的企业样本；剔除出现财务状况或其他状况异常，并被特别处理（Special Treatment，简称 ST）以及出现连续三年亏损等情况而暂停上市，并被实施特别转让服务（Particular Transfer，简称 PT）的企业样本；剔除研究变量缺失严重的企业样本。本文最终形成了 2256 家制造业上市企业，共 17326 个样本量。各个变量的数据主要来源于各上市企业的年报、国泰安（CSMAR）数据库、万得（Wind）数据库。

（二）指标选取与变量说明

被解释变量为劳动力结构，从劳动力学历结构和岗位结构两个方面衡量制造业企业的劳动力结构。采用受教育程度反映劳动者的学历结构，以高中及以下人员占比度量低学历员工，以专科人员占比度量中学历员工，以本科和研究生人员占比度量高学历员工。从岗位性质看，企业生产型员工承担的工作内容与产品制造直接相关，销售型员工承担的内容与产品销售及服务直接相关，技术型员工承担的工作内容与产品设计研发直接相关，这三类员工的特点属性不同，在数字化转型过程中所受到的影响也不同，因此以生产型、销售型、技术型员工占比测度劳动力岗位结构。数据来源于 CSMAR 数据库。

解释变量为数字化转型。参考吴非等（2021）基于文本分析法构建企业数字化转型指标，具体处理如下：从各上市企业年报中获取人工智能技术、大数据技术、云计算技术、区块链技术和数字技术应用五个维度相关的关键词披露次数，并将每个维度的披露次数加总后除以年报语段长度，以衡量制造业企业的数字化转型程度。

控制变量包括企业总资产净利润率、企业固定资产占比、企业账面市值比、企业管理费用率、企业规模、企业总资产周转率、企业成立年限。以上数据均来源于 CSMAR 数据库。表 1 为变量的定义和描述性统计。

表 1 变量定义和描述性统计

变量	变量定义	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
低学历员工占比	低学历人员占员工总数的比重	17253	0.3212	0.3192	0.0000	1.0000
中学历员工占比	中学历人员占员工总数的比重	17253	0.3290	0.2246	0.0000	1.0000
高学历员工占比	高学历人员占员工总数的比重	17253	0.3498	0.2758	0.0000	1.0000
生产型员工占比	生产型人员占员工总数的比重	17326	0.6360	0.2254	0.0000	1.0000
销售型员工占比	销售型人员占员工总数的比重	17326	0.1388	0.1575	0.0000	1.0000
技术型员工占比	技术型人员占员工总数的比重	17326	0.2252	0.1674	0.0000	1.0000

续表

变量	变量定义	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
数字化转型	基于文本分析法构建的企业数字化转型指标	17326	0.0178	0.0301	0.0000	0.5555
企业总资产净利润率	企业净利润与总资产平均余额的比值	17326	0.0436	0.0730	-1.1246	0.8796
企业固定资产占比	企业固定资产净额与总资产的比值	17326	0.2280	0.1372	0.0000	0.8724
企业账面市值比	企业账面价值与总市值的比值	17326	0.8505	0.8918	0.0109	12.1002
企业管理费用率	企业管理费用与营业收入的比值	17326	0.0945	0.1136	0.0031	7.2843
企业规模	企业年总资产的自然对数	17326	21.9636	1.1836	17.6413	27.5470
企业总资产周转率	企业营业收入与平均资产总额的比值	17326	0.6720	0.4304	0.0015	8.4548
企业成立年限	当年年份减企业成立年份加 1 再取自然对数	17326	2.8412	0.3391	1.0986	3.9890

资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据整理得到。

(三) 模型设定

构建以下计量模型进一步探讨数字化转型对制造业企业劳动力结构的影响：

$$Labor_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{it} + \alpha_2 X_{it} + \sigma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中下标 i 表示企业， t 表示年份。 $Labor_{it}$ 表示企业 i 在 t 年的劳动力结构，分别包括学历结构和岗位结构，其中学历结构以低学历、中学历、高学历员工占比测度，岗位结构以生产型、销售型、技术型员工占比测度； $Digital_{it}$ 表示企业 i 在 t 年的数字化转型程度； X_{it} 表示一系列控制变量，包含企业总资产净利润率、企业固定资产占比、企业账面市值比、企业管理费用率、企业规模、企业总资产周转率、企业成立年限。同时，该模型控制了企业固定效应 σ_i 和时间固定效应 λ_t ， ε_{it} 为随机扰动项。

四 实证分析

(一) 基准回归结果

基准回归根据式 (1) 的设定，检验数字化转型对制造业企业劳动力结构变动的影 响。基于 Hausman 检验结果选择固定效应模型，表 2 为基准回归结果。从模型 (1) 至 模型 (3) 的分受教育程度估计结果来看，制造业企业数字化转型显著减少低学历劳动 者，数字化转型程度每提升 1%，低学历员工占比减少 0.33%，同时，数字化转型显著

推动高学历劳动者的增长，数字化转型程度每提升1%，高学历员工占比增长0.46%，而对中学历劳动者具有一定的负向影响，但不显著。从模型（4）至模型（6）的分岗位性质估计结果来看，制造业企业数字化转型对生产型员工占比产生显著的负向影响，数字化转型程度每提升1%，生产型员工占比降低0.68%，与之相反，数字化转型对销售型和技术型员工占比都产生了显著的正向促进作用，数字化转型程度每提升1%，销售型员工占比增加0.15%，技术型员工占比增加0.52%。总体而言，制造业企业数字化转型对劳动力结构的影响主要表现为减少低技能劳动者的需求，扩大高技能劳动者的需求，促进劳动力结构优化升级。

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工占比	中学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型	-0.3326* (0.1751)	-0.1260 (0.1197)	0.4586** (0.1800)	-0.6758*** (0.1175)	0.1529** (0.0672)	0.5229*** (0.0995)
企业总资产净利润率	-0.0099 (0.0358)	-0.0074 (0.0265)	0.0173 (0.0305)	-0.0134 (0.0273)	-0.0252 (0.0175)	0.0386 (0.0235)
企业固定资产占比	0.1322*** (0.0387)	-0.0291 (0.0302)	-0.1031*** (0.0330)	0.1930*** (0.0259)	-0.0996*** (0.0177)	-0.0934*** (0.0209)
企业账面市值比	-0.0001 (0.0047)	0.0021 (0.0037)	-0.0020 (0.0042)	-0.0015 (0.0026)	0.0009 (0.0014)	0.0005 (0.0024)
企业管理费用率	-0.0515** (0.0204)	-0.0190 (0.0251)	0.0706*** (0.0168)	-0.0802*** (0.0291)	-0.0033 (0.0163)	0.0835*** (0.0245)
企业规模	-0.0112 (0.0077)	-0.0104* (0.0060)	0.0216*** (0.0073)	0.0051 (0.0054)	-0.0063 (0.0038)	0.0012 (0.0046)
企业总资产周转率	0.0015 (0.0128)	0.0035 (0.0109)	-0.0051 (0.0107)	0.0106 (0.0095)	0.0093 (0.0075)	-0.0200*** (0.0076)
企业成立年限	0.1023** (0.0509)	-0.0059 (0.0437)	-0.0964** (0.0456)	0.0750** (0.0315)	-0.0236 (0.0194)	-0.0514** (0.0258)
常数项	0.2574 (0.2071)	0.5800*** (0.1663)	0.1625 (0.1846)	0.2819** (0.1400)	0.3584*** (0.0909)	0.3597*** (0.1144)
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.6852	0.5631	0.6959	0.7794	0.8226	0.7124
样本量	17253	17253	17253	17326	17326	17326

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

资料来源：根据各上市公司的年报和CSMAR数据库数据计算得到。

(二) 稳健性检验

1. 剔除特异样本

(1) 剔除数字化转型指数为 0 值的企业样本。将样本中解释变量数字化转型等于 0 的样本剔除后采用式 (1) 重新估计, 结果如表 3 所示。制造业企业数字化转型显著降低低学历员工和生产型员工的需求, 同时显著提升高学历员工、销售型员工和技术型员工的需求, 基准回归结果是稳健的。

表 3 剔除数字化转型指数为 0 值的企业样本

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工 占比	中学学历员工 占比	高学历员工 占比	生产型员工 占比	销售型员工 占比	技术型员工 占比
数字化转型	-0.4121 ** (0.1746)	-0.0898 (0.1253)	0.5019 *** (0.1851)	-0.7002 *** (0.1214)	0.1531 ** (0.0700)	0.5472 *** (0.1027)
常数项	0.1773 (0.2070)	0.5376 *** (0.1698)	0.2851 (0.1857)	0.2478 * (0.1431)	0.3410 *** (0.0909)	0.4112 *** (0.1153)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.6947	0.5760	0.7076	0.7902	0.8308	0.7289
样本量	16506	16506	16506	16573	16573	16573

注: 括号内为聚类到企业层面的稳健标准误; **、*、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源: 根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

(2) 剔除位于直辖市的企业样本。将位于北京、上海、天津、重庆这四个直辖市的企业样本剔除以增强样本的可比性, 结果如表 4 所示。在剔除位于直辖市的企业样本之后, 数字化转型仍然推动制造业企业劳动力结构升级, 与前文结论一致。

表 4 剔除位于直辖市的企业样本

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工 占比	中学学历员工 占比	高学历员工 占比	生产型员工 占比	销售型员工 占比	技术型员工 占比
数字化转型	-0.2995 ** (0.1274)	-0.1357 (0.1763)	0.4352 *** (0.1510)	-0.7317 *** (0.0667)	0.1998 ** (0.0749)	0.5319 *** (0.0825)
常数项	0.2549 (0.2913)	0.5733 *** (0.1679)	0.1718 (0.1845)	0.3563 ** (0.1361)	0.2741 *** (0.0898)	0.3695 *** (0.1263)
控制变量	是	是	是	是	是	是

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.6790	0.5605	0.6826	0.7655	0.8197	0.6820
样本量	14879	14879	14879	14951	14951	14951

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

2. 加入省份固定效应

在基准回归中的企业和时间双固定效应基础上，加入省份固定效应，结果如表 5 所示。制造业企业数字化转型仍然优化企业内部劳动学历结构和岗位结构，这与基准回归结果保持一致性，说明前文结论具有稳健性。

表 5 加入省份固定效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型	-0.3251 * (0.1725)	-0.1032 (0.1126)	0.4283 *** (0.1585)	-0.6764 *** (0.1180)	0.1640 ** (0.0678)	0.5124 *** (0.0965)
常数项	0.2710 (0.2079)	0.5934 *** (0.1657)	0.1355 (0.1830)	0.2806 ** (0.1409)	0.3673 *** (0.0904)	0.3520 *** (0.1148)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.6859	0.5635	0.6965	0.7794	0.8229	0.7121
样本量	17253	17253	17253	17326	17326	17326

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

(三) 内生性处理

数字化转型和制造业企业劳动力结构可能存在反向因果的关系，高技能员工占比高的企业通常具有较高的盈利能力和技术水平，往往更有意愿和能力进行数字化转型。为了克服内生性问题，借鉴孙伟增和郭冬梅（2021）构建工具变量的方法，采用各地

区 1984 年固定电话数量与上一年数字化转型的交互项作为数字化转型的工具变量，进行二阶段最小二乘法（2SLS）回归。由表 6 模型（1）的估计结果可知，工具变量的第一阶段回归 F 统计值为 181.81，不存在弱工具变量问题，工具变量回归系数显著为正，表明工具变量对企业数字化转型具有显著的促进作用，满足工具变量相关性要求。在第二阶段回归中，数字化转型的回归系数和显著性与基准回归相比并未有实质性的改变。上述结果说明，在解决内生性问题后，数字化转型仍然推动企业劳动力结构升级，这与前文的结论相同。

表 6 2SLS 估计

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	第一阶段	第二阶段					
	数字化转型	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型		-0.6563 ** (0.2910)	-0.0692 (0.2090)	0.7256 ** (0.2863)	-1.0197 *** (0.1945)	0.1913 ** (0.0911)	0.8284 *** (0.1769)
工具变量	0.1912 *** (0.0142)						
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是
F 统计值	181.8080						
样本量	17253	17253	17253	17253	17326	17326	17326

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

（四）机制检验

1. 产业链优化的中介作用

产业链优化一方面是指企业在生产组织中采取专业化分工的形式，将更多资源聚焦在产品的核心环节上，实现企业内部生产链条的专业化优势，另一方面是指企业将非核心产品外包给合作企业后，企业外部供应链分工协作效率的提升。根据前文的理论分析，依托互联网、人工智能、区块链等数字技术推动产业链优化，从而推动企业更倾向于雇佣高技能员工，进而引发劳动力结构升级。接下来将产业链优化（*ICO*）作为中介变量检验数字化转型对劳动力结构影响的作用机制。

首先，测算专业化分工水平（ VSI ）。在企业分工相关研究中，企业的纵向一体化和专业化分工是一对反向概念。借鉴张倩肖和段义学（2023）的做法，采用修正的价值增值法测算企业的纵向一体化程度（ VAS ），具体计算公式如式（2）：

$$VAS = \frac{\text{增加值} - \text{税后净利润} + \text{正常利润}}{\text{主营业务收入} - \text{税后净利润} + \text{正常利润}} \quad (2)$$

由此，企业的专业化分工程度（ VSI ）可以通过式（3）测算得到：

$$VSI = 1 - VAS \quad (3)$$

当 VSI 指标的数值越大时，这意味着企业在生产过程中专业化分工程度越高。同时，为了确保测量的有效性，剔除 VSI 偏离 $[0, 1]$ 的企业样本。

其次，测算供应链效率（ SCE ），采用库存周转率衡量供应链效率，库存周转率由式（4）计算得到：

$$SCE = \frac{\text{营业成本}}{\text{存货净额平均余额}} \quad (4)$$

最后，测算产业链优化水平（ ICO ）。专业化分工是产业链优化的模式之一，但考虑到企业在专注于生产自身具备比较优势和战略价值的核心产品时，将非核心产品的生产环节外包给产业链上游或下游的供应链合作者。为综合评估产业链的优化水平，还需考虑企业外部供应链的分工协作效率，产业链优化取决于专业化分工水平和供应链效率的乘积：

$$ICO = VSI \times SCE \quad (5)$$

为了检验数字化转型、产业链优化与劳动力结构的关系，借鉴温忠麟和叶宝娟（2014）的方法，构建产业链优化的中介效应模型如下：

$$ICO = \gamma_0 + \gamma_1 Digital_{it} + \gamma_2 X_{it} + \sigma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$Labor_{it} = \beta_0 + \beta_1 Digital_{it} + \beta_2 ICO + \beta_3 X_{it} + \sigma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

表7是产业链优化中介效应的回归结果。模型（1）检验了制造业企业数字化转型对产业链优化的影响，可以看出，企业进行数字化转型后，对其产业链优化具有显著的推动作用，且在模型（2）至模型（7）控制产业链优化后的估计结果中，数字化转型对高学历员工和技术型员工占比产生显著的正向促进作用，而对生产型员工占比产生显著的负向抑制作用，说明产业链优化是数字化转型促进劳动力结构升级的重要渠道。数字化转型通过推动企业产业链结构的优化升级促使企业减少对一些从事重复性、常规性任务的低技能劳动力的雇佣，同时更倾向于雇佣从事复杂性、知识性任务的高技能劳动力，促进制造业企业劳动力结构升级，验证了假设1。

表 7 产业链优化中介效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	产业链优化	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型	4.0533 ** (1.6862)	-0.2312 (0.2034)	-0.0469 (0.1321)	0.2780 * (0.1613)	-0.5465 *** (0.1307)	0.0908 (0.0677)	0.4557 *** (0.1150)
产业链优化		-0.0048 *** (0.0017)	0.0012 (0.0013)	0.0035 *** (0.0013)	-0.0038 ** (0.0016)	0.0030 * (0.0016)	0.0008 (0.0008)
常数项	-4.3703 * (2.6345)	0.2712 (0.2468)	0.4994 ** (0.2053)	0.2294 (0.2042)	0.3243 ** (0.1615)	0.2905 *** (0.1026)	0.3852 *** (0.1414)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.7671	0.6711	0.5482	0.6905	0.7654	0.8139	0.6933
样本量	12539	12375	12375	12375	12426	12426	12426

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

2. 劳动保护的调节作用

为检验劳动保护能否缓解制造业企业数字化转型对劳动力结构的冲击，进一步明确劳动保护在两者间的调节和稳定器角色，建立调节效应模型如下：

$$Labor_{it} = \eta_0 + \eta_1 Digital_{it} + \eta_2 Digital_{it} * Prot_{it} + \eta_3 Prot_{it} + \eta_4 X_{it} + \sigma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中， $Prot_{it}$ 表示企业 i 在 t 年的劳动保护程度，从社会保险（ SSF ）和最低工资（ MWS ）两个角度检验劳动保护在企业数字化转型对劳动力结构冲击下的调节效应。参考鄢伟波和安磊（2021），采用企业社会保险缴费当期增加额除以上一年度职工应付薪酬总额用以衡量社会保险（ SSF ），数据来源于 Wind 数据库；考虑企业所在城市的最低工资制度对数字化的就业冲击有缓冲作用，将企业与企业所处城市最低工资标准进行匹配，采用各城市月最低工资标准衡量制造业企业的最低工资（ MWS ），并取对数处理，数据来源于各城市政府官网。

表 8 是劳动保护调节效应的回归结果。由模型（1）至模型（6）社会保险调节效应的回归结果来看，社会保险加剧了数字化转型对制造业企业劳动力结构的调整。社会保险费的提升加剧了数字化转型对低学历和生产型员工占比的替代效应，同时在一定程度上增强了企业高学历员工和技术型员工占比的促进作用，这可能是由于社会保险的上涨增加了企业的用工成本，企业更倾向于采用智能化、自动化或临时工替代了

低技能员工，以减少社会保险费用的支出，从而对低技能劳动力的就业形成更大冲击（张雪凯、宁光杰，2020）。而由于高技能员工在企业引进数字技术后具有更大的比较优势，与数字技术有更强的适配性，企业更偏好高技能劳动力，再加上工作岗位的技术含量越高，被替代的可能性越低（于长永等，2021）。综上，社会保险费的上涨通过改变不同技能水平劳动力的比较优势，促使数字化转型的劳动力结构调整，企业减少低技能员工，同时增加高技能劳动力的雇佣。

表8 劳动保护的调节作用

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型	-0.3079* (0.1789)	-0.0982 (0.1376)	0.4061** (0.1899)	-0.6760*** (0.1185)	0.1456** (0.0723)	0.5304*** (0.0961)
数字化转型× 社会保险	-0.8547** (0.3357)	0.1439 (0.3141)	0.7107** (0.3046)	-0.0821 (0.2105)	0.0303 (0.1439)	0.0518 (0.1876)
社会保险	-0.0290 (0.0183)	0.0107 (0.0143)	0.0182 (0.0150)	-0.0088 (0.0102)	-0.0044 (0.0069)	0.0133 (0.0091)
常数项	0.1924 (0.2507)	0.7047*** (0.1975)	0.1028 (0.2101)	0.1367 (0.1640)	0.3862*** (0.0927)	0.4771*** (0.1330)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.7339	0.6327	0.7449	0.8116	0.8516	0.7533
样本量	13103	13103	13103	13156	13156	13156
数字化转型	-0.3051 (0.1893)	-0.1050 (0.1273)	0.4101** (0.1704)	-0.6267*** (0.1165)	0.1594** (0.0665)	0.4673*** (0.0980)
数字化转型× 最低工资	-0.2014 (0.4484)	-0.1614 (0.3361)	0.3628 (0.3370)	-0.3223 (0.2788)	-0.0668 (0.1716)	0.3890* (0.2230)
最低工资	-0.0154 (0.0410)	-0.0250 (0.0324)	0.0405 (0.0358)	0.0383 (0.0233)	-0.0396** (0.0166)	0.0013 (0.0191)
常数项	0.3668 (0.3659)	0.7624*** (0.2892)	-0.1292 (0.3235)	-0.0147 (0.2236)	0.6534*** (0.1636)	0.3613* (0.1898)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.6852	0.5631	0.6959	0.7795	0.8228	0.7125
样本量	17253	17253	17253	17326	17326	17326

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报、CSMAR 数据库、Wind 数据库和各城市政府网数据计算得到。

由模型（7）至模型（12）最低工资调节效应的回归结果来看，最低工资对数字化转型与劳动力结构的关系具有一定的强化作用。最低工资标准强化了数字化转型对高学历员工和技术型员工占比的促进作用，同时在一定程度上加剧了数字化转型对低学历和生产型员工占比的替代作用。这可能的原因是当最低工资标准超过低技能员工的平均工资时，企业不得不提高这些劳动者的工资，促使企业用工成本增加，进一步削弱市场竞争力（李后建等，2018），从而推动企业增加人工智能等数字技术替代劳动雇佣。因此，提高最低工资标准反而加剧数字技术对低技能劳动力的替代作用，同时最低工资上涨促使企业增加资本投入的比例，深化资本劳动比，由于劳动成本的上升和生产结构中资本的深化，企业调整了其雇佣结构，更加偏向于雇佣高技能水平的劳动力（唐镛、马银坡，2023）。综上，最低工资标准的提升促使企业减少低技能员工，同时增加高技能劳动力的雇佣。

（五）异质性分析

1. 企业规模异质性

根据《统计上大中小微型企业划分方法（2017）》将制造业企业中从业人员大于1000人并且营业收入大于4亿元的企业划分为大型企业，其余企业划分为中小型企业进行分组回归，表9为企业规模异质性回归结果。由模型（1）至模型（6）的回归结果可知，首先从低学历员工占比来看，大型企业中数字化转型对低学历员工占比产生了显著的负向影响，而中小型企业对低学历员工占比的影响则不显著；其次从中学学历员工占比来看，无论是在大型企业还是在中小型企业，数字化转型对中学学历员工占比的影响均不显著；最后从高学历员工占比来看，大型企业中数字化转型对高学历员工占比产生了显著的正向促进作用，而中小型企业对于高学历员工占比的影响则不显著。

表9 企业规模异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	大型企业			中小型企业		
	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比	低学历员工占比	中学学历员工占比	高学历员工占比
数字化转型	-0.4053* (0.2076)	-0.1359 (0.1395)	0.5412** (0.2223)	-0.1163 (0.2951)	-0.1265 (0.2187)	0.2428 (0.2104)
常数项	0.2182 (0.2458)	0.5679*** (0.1901)	0.2139 (0.2094)	0.3580 (0.4089)	0.6633* (0.3814)	-0.0213 (0.4415)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	大型企业			中小型企业		
	低学历员工 占比	中学学历员工 占比	高学历员工 占比	低学历员工 占比	中学学历员工 占比	高学历员工 占比
调整后 R ²	0.6717	0.5521	0.6770	0.7222	0.6002	0.7349
样本量	13126	13126	13126	4127	4127	4127
变量	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	大型企业			中小型企业		
	生产型员工 占比	销售型员工 占比	技术型员工 占比	生产型员工 占比	销售型员工 占比	技术型员工 占比
数字化转型	-0.6738 *** (0.1274)	0.1395 ** (0.0622)	0.5343 *** (0.1203)	-0.6983 ** (0.2735)	0.2122 (0.1853)	0.4860 *** (0.1580)
常数项	0.3801 ** (0.1628)	0.2893 *** (0.1013)	0.3307 ** (0.1362)	0.0672 (0.3057)	0.6163 *** (0.2084)	0.3165 (0.2288)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
调整后 R ²	0.7786	0.8442	0.6934	0.7651	0.7314	0.7308
样本量	13179	13179	13179	4147	4147	4147

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

由模型（7）至模型（12）的回归结果可知，首先从生产型员工占比来看，无论是在大型企业还是在中小型企业，数字化转型均对生产型员工占比产生显著的负向影响，但对中小型企业生产型员工占比替代作用更为明显；其次从销售型员工占比来看，大型企业中数字化转型对销售型企业具有显著的正向促进作用，而对中小型企业来说则不显著；最后从技术型员工占比来看，无论是在大型企业还是在中小型企业，数字化转型均对技术型员工占比具有显著的正向促进作用，但对大型企业的技术型员工占比促进作用更明显。

总体来说，制造业企业数字化转型对劳动力结构的影响在大型企业和中小型企业中存在明显的异质性。在大型企业中数字化转型对于高学历员工以及技术型员工占比的正向促进作用尤为明显，这可能是因为在大型企业在技术、资金等方面具有规模经济和技术优势，进行数字化转型成本相对较低，更容易进行数字化转型，从而在实施数字化转型的过程中扩大了对高技能人才的需求。相比之下，对于中小型企业而言，企业数字化转型成本相对较高，实施数字化转型的意愿相对偏低，因此数字化转型对劳动力结构的优化升级在中小型企业中还没有呈现。

2. 技术创新依赖性

根据企业对技术创新的依赖程度，将研究样本划分为高新技术企业和非高新技术企业^①，采用 2SLS 估计，表 10 为技术创新依赖异质性的回归结果。由模型（1）至模型（6）的回归结果可知，首先从高新技术企业来说，数字化转型对低学历员工占比产生了显著的负向影响，对高学历员工占比则产生了显著的正向影响，但对中学历员工占比的影响不显著；从非高新技术企业来说，数字化转型对于不同学历结构的员工占比的影响均不显著。

表 10 技术创新依赖异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	高新技术企业			非高新技术企业		
	低学历员工占比	中学历员工占比	高学历员工占比	低学历员工占比	中学历员工占比	高学历员工占比
数字化转型	-0.6375* (0.3531)	-0.0367 (0.2880)	0.6743* (0.3547)	-0.5937 (0.4941)	-0.0154 (0.2868)	0.6091 (0.3983)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
第一阶段 F 值	146.2020	146.2020	146.2020	79.8543	79.8543	79.8543
样本量	6786	6786	6786	10391	10391	10391
变量	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比	生产型员工占比	销售型员工占比	技术型员工占比
数字化转型	-1.2052*** (0.3226)	0.2020 (0.1498)	1.0032*** (0.2791)	-0.9003*** (0.2117)	0.2309* (0.1242)	0.6694*** (0.1733)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
第一阶段 F 值	146.0832	146.0832	146.0832	79.5239	79.5239	79.5239
样本量	6804	6804	6804	10446	10446	10446

注：括号内为聚类到企业层面的稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。
资料来源：根据各上市企业的年报和 CSMAR 数据库数据计算得到。

① 参照中国证监会颁布的《上市公司行业分类指引》（2012 年修订），将属于医药制造业、仪器仪表制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、化学原料和化学制品制造业、化学纤维制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业的企业划分为高新技术企业，其余则划分为非高新技术企业。

由模型（7）至模型（12）的回归结果可知，首先从生产型员工占比来看，数字化转型对两类企业的生产型员工占比均产生显著的负向影响，但对高新技术企业生产型员工占比的替代作用更大；其次从销售型员工占比来看，非高新技术企业中数字化转型对销售型员工占比产生显著的正向影响，而高新技术企业则不显著；最后从技术型员工占比来看，数字化转型对两类企业的技术型员工占比均产生显著的正向影响，但对高新技术企业技术型员工占比推动效果更为明显。

总体来说，制造业企业数字化转型对劳动力结构的影响，在高新技术企业和非高新技术企业中存在明显的异质性。在高新技术企业中，数字化转型对于高学历员工以及技术型员工占比的正向促进作用尤为明显，这可能的原因是高新技术企业具备更丰富的创新资源基础与更高的技术创新研发需求，有助于其充分发挥自身的优势并顺利开展数字化转型，加速生产方式、企业形态、业务模式等方面的全方位变革，从而带动高技能员工占比的提升。

五 结论

随着数字化转型的推进，数字技术对劳动力结构的冲击引起广泛关注。本文基于微观企业主体视角，采用2011-2020年中国沪深上市企业面板数据，研究数字化转型对制造业企业劳动力结构变动的的影响及内在机理。研究表明，从劳动力学历结构来看，数字化转型减少低学历劳动者的需求，同时增加高学历劳动者的需求，优化企业的学历结构；从劳动力岗位结构来看，数字化转型对生产型员工产生替代作用，对销售型和技术型员工产生互补作用，推动劳动力岗位结构调整，经过稳健性检验和内生性处理后，结论依然稳健。机制检验表明，数字化转型有助于企业对内增强专业化分工优势，对外提升供应链效率，以优化产业链结构，从而增加企业对高技能员工的需求，进而促进劳动力结构升级；同时劳动保护水平的提升使得企业更倾向于雇佣高技能劳动力，挤压低技能劳动力需求。异质性分析发现，相对于中小型企业和非高新技术企业，数字化转型对大型企业和高新技术企业劳动力结构升级的推动作用更为明显。研究结论对制定数字化发展的政策以及推动经济的高质量发展具有重要的政策启示。

政府应鼓励龙头企业将数字信息技术与要素资源进行深度融合，提高企业数字化程度，带动更多的企业加入数字化转型的行列，不断释放数字技术在企业转型升级过程中的潜能，促使技术创新和应用创新相互促进，推动企业高质量发展。政府应加强

对数字化转型推动产业链优化进而引发劳动力结构变动这一发展路径的引导,助力微观企业高质量发展。企业应通过数字技术的应用加快对产业链治理的反应速度,从而提升产业链供应链在数字经济时代下的韧性,增强抵御风险的能力,运用数字化管理理念优化产业链,进一步增加企业对高技能员工和技术型员工的需求,打造适应新质生产力的高素质劳动力队伍。

政府应优化劳动保护体系,为低技能人员的就业稳定提供兜底保障。应鼓励企业增强对员工的内部培训,为职工提供在岗和转岗的技能培训活动,助力员工提升技能水平并实现就业转移。同时,鼓励人力资源机构建立线上线下双线并行的信息服务平台,以实时监测重点企业的用工需求和人员流动情况,更好地把握市场需求,确保人力资源的精准匹配。企业应积极顺应数字化转型发展趋势,主动抓住机遇,并应对数字化转型过程中的挑战。企业在进行数字化转型过程中,应采取“因企制宜”,根据企业的自身优势,制定个性化的转型策略,以确保转型成功和可持续性,避免“一刀切”的方式。

参考文献:

- 蔡昉(2017),《中国经济改革效应分析——劳动力重新配置的视角》,《经济研究》第7期,第4-17页。
- 官华平、郭滨华、李萍(2023),《数字化转型对劳动力技能结构升级的影响研究——基于上市公司数据的文本分析》,《西北人口》第4期,第16-28页。
- 孔高文、刘莎莎、孔东民(2020),《机器人与就业——基于行业与地区异质性的探索性分析》,《中国工业经济》第8期,第80-98页。
- 李后建、秦杰、张剑(2018),《最低工资标准如何影响企业雇佣结构》,《产业经济研究》第1期,第90-103页。
- 李磊、王小霞、包群(2021),《机器人的就业效应:机制与中国经验》,《管理世界》第9期,第104-119页。
- 明娟、胡嘉琪(2022),《工业机器人应用、劳动保护与异质性技能劳动力就业》,《人口与经济》第4期,第106-121页。
- 宁光杰、林子亮(2014),《信息技术应用、企业组织变革与劳动力技能需求变化》,《经济研究》第8期,第79-92页。

- 芮明杰、刘明宇 (2006), 《产业链整合理论述评》, 《产业经济研究》第3期, 第60-66页。
- 孙楚仁、马艳君、陈瑾 (2020), 《最低工资对企业内部雇佣技能结构的影响》, 《经济科学》第4期, 第97-110页。
- 孙伟增、郭冬梅 (2021), 《信息基础设施建设对企业劳动力需求的影响: 需求规模、结构变化及影响路径》, 《中国工业经济》第11期, 第78-96页。
- 孙早、侯玉琳 (2019), 《工业智能化如何重塑劳动力就业结构》, 《中国工业经济》第5期, 第61-79页。
- 唐鏊、马银坡 (2023), 《最低工资上涨、企业资本深化与企业劳动雇佣》, 《上海金融》第5期, 第54-68页。
- 陶锋、王欣然、徐扬、朱盼 (2023), 《数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率》, 《中国工业经济》第5期, 第118-136页。
- 温忠麟、叶宝娟 (2014), 《中介效应分析: 方法和模型发展》, 《心理科学进展》第5期, 第731-745页。
- 吴非、胡慧芷、林慧妍、任晓怡 (2021), 《企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据》, 《管理世界》第7期, 第130-144页。
- 鄢伟波、安磊 (2021), 《社会保险缴费与转嫁效应》, 《经济研究》第9期, 第107-123页。
- 杨白冰、杨子明、郭迎锋 (2023), 《企业数字化转型中的就业结构效应——基于制造业上市企业年报文本挖掘的实证分析》, 《中国软科学》第4期, 第141-150页。
- 于长永、王雯、李孜 (2021), 《人力资本、劳动保护与劳动力的失业风险——基于CGSS四期混合截面数据的实证分析》, 《西南民族大学学报(人文社会科学版)》第12期, 第49-56页。
- 袁淳、肖土盛、耿春晓、盛誉 (2021), 《数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化》, 《中国工业经济》第9期, 第137-155页。
- 张倩肖、段义学 (2023), 《数字赋能、产业链整合与全要素生产率》, 《经济管理》第4期, 第5-21页。
- 张雪凯、宁光杰 (2020), 《劳动力市场管制与企业雇佣合同选择——来自世界银行中国企业调查的证据》, 《经济科学》第6期, 第86-97页。
- 张远、李焕杰 (2022), 《企业智能化转型对内部劳动力结构转换的影响研究》, 《中国

人力资源开发》第 1 期，第 98 - 118 页。

- Acemoglu, Daron, Philippe Aghion, Claire Lelarge, John Reenen & Fabrizio Zilibotti (2007). Technology, Information and the Decentralization of the Firm. *The Quarterly Journal of Economics*, 122 (4), 1759 - 1799.
- Akerman, Anders, Ingvil Gaarder & Magne Mogstad (2015). The Skill Complementarity of Broadband Internet. *The Quarterly Journal of Economics*, 130 (4), 1781 - 1824.
- Autor, David, Frank Levy & Richard Murnane (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118 (4), 1279 - 1333.
- Balsmeier, Benjamin & Martin Woerter (2019). Is This Time Different? How Digitalization Influences Job Creation and Destruction. *Research Policy*, 48 (8), 103765.
- Bradley, Daniel, Incheol Kim & Xuan Tian (2017). Do Unions Affect Innovation? *Management Science*, 63 (7), 2251 - 2271.
- Brynjolfsson, Erik, Thomas Malone, Vijay Gurbaxani & Ajit Kambil (1994). Does Information Technology Lead to Smaller Firms? *Management Science*, 40 (12), 1628 - 1644.
- Chen, Wenjie & Fariha Kamal (2016). The Impact of Information and Communication Technology Adoption on Multinational Firm Boundary Decisions. *Journal of International Business Studies*, 47 (5), 563 - 576.
- Feenstra, Robert & Gordon Hanson (1996). Globalization, Outsourcing, and Wage Inequality. *The American Economic Review*, 86 (2), 240 - 245.
- Katz, Lawrence & Kevin Murphy (1992). Changes in Relative Wages 1963 - 1987: Supply and Demand Factors. *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (1), 35 - 78.
- Kong, Dongmin, Shasha Liu & Junyi Xiang (2018). Political Promotion and Labor Investment Efficiency. *China Economic Review*, 50, 273 - 293.
- Zammuto, Raymond & Edward O'Connor (1992). Gaining Advanced Manufacturing Technologies Benefits: The Roles of Organization Design and Culture. *Academy of Management Review*, 17 (4), 701 - 728.

Digital Transformation, Industrial Chain Optimization, and the Labor Demand Structure of Enterprises

Ming Juan^{1,2} & Li Qiongxia¹

(School of Economics, Guangdong University of Technology¹;

Key Laboratory of Digital Economy and Data Governance, Guangdong University of Technology²)

Abstract: With the advancement of digital transformation, the impact of digital technology on labor structure has attracted widespread attention. Based on the micro enterprise subject perspective, the paper adopts the panel data of Chinese listed enterprises in Shanghai and Shenzhen from 2011 to 2020 to study the impact of digital transformation on the changes in the labor force structure of manufacturing enterprises and the internal mechanism. The paper indicates that, in terms of the educational structure of the workforce, digital transformation reduces the demand for low-educated labor while simultaneously increasing the demand for high-educated labor, optimizing the educational structure of enterprises. Regarding the occupational structure of the workforce, digital transformation has a substitutive effect on production-oriented employees, a complementary effect on sales and technical employees, promoting workforce job structure adjustment. After robustness checks and endogenous treatment, the conclusions remain robust. The mechanism test shows that digital transformation helps enterprises enhance the advantages of specialized division of labor internally and improve the efficiency of the supply chain externally in order to optimize the industrial chain structure, which increases the demand for high-skilled employees and thus promotes the upgrading of the workforce structure; meanwhile, the improvement of the level of labor protection makes the enterprises more inclined to hire high-skilled labor and reduces the demand for low-skilled labor. Heterogeneity analysis finds that digital transformation promotes the upgrading of the labor structure of large enterprises and high-tech enterprises more significantly than that of small and medium-sized enterprises and non-high-tech enterprises.

Keywords: digital transformation, labor structure, industry chain optimization, labor protection

JEL Classification: J21, J24, M51

(责任编辑：封永刚)