

投入数字化与制造业全球价值链攀升： 基于世界投入产出数据的全球检验

项松林^{1,2} 田容至¹

(1. 中共中央党校(国家行政学院), 北京 100091; 2. 新疆生产建设兵团党委党校,
新疆 五家渠市 831300)

摘要: 本文基于世界投入产出数据测算制造业投入数字化水平, 实证检验了投入数字化对制造业全球价值链分工地位的影响。研究结果显示: 投入数字化对制造业全球价值链分工地位提升有显著的正向影响, 并主要通过数字交易投入及数字基础设施投入发挥作用; 投入数字化对发展中国家制造业全球价值链位置攀升的作用大于发达国家; 对技术密集型、资本密集型及劳动密集型制造业均具有正向影响。本文的研究为推进投入数字化、实现制造业向全球价值链高端跃进提供了经验证据与决策参考。

关键词: 投入数字化; 制造业; 全球价值链; 投入产出分析

中图分类号: F742

文献标识码: A

文章编号: 1006-1894 (2022) 06-0013-14

随着互联网、大数据、人工智能等新一代信息网络技术的渗透, 全球制造业进行全方位、多层次的数字化转型, 数字技术投入成为一项新的关键生产要素。学术界对数字经济发展背景下投入要素数字化转型的概念描述在理论和实证层面基于显著特征、驱动路径以及统计核算等多个角度展开。在理论层面, 郭周明和裘莹(2020)将数字经济影响全球价值链重构归纳为要素禀赋、投入产出结构、价值链治理和升级、地理距离、国内制度与相关政策 5 个理论机制; 吕铁和李载驰(2021)基于价值创造和价值获取, 定性分析了数字技术对制造业高质量发展的赋能。实证层面的投入数字化效应检验多基于宏观层面展开。Hellmazik 和 Schmitz(2015)、Fernandes 等(2020)发现, 互联网普及等数字化发展促进出口产品增长; 何文彬(2020)分析了投入数字化对中国制造业各部门全球价值链参与度的正向影响; 张晴和于津平(2020)研究了投入数字化对中国制造业全球价值链分工地位攀升的作用机制。

综合来看, 目前数字经济与全球价值链的文章多为定性分析, 少数实证研究度量数字经济的指标多限于采用增加值等表征, 且主要基于个别视角展开, 无法确切展现制造部门对数字化产业的依赖程度。价值链高端化的研究多集中于中国制造业,

作者简介: 项松林, 中共中央党校(国家行政学院)国际战略研究院副研究员, 新疆生产建设兵团党委党校经济学教研部副研究员, 研究方向: 世界经济; 田容至(通信作者), 中共中央党校(国家行政学院)国际战略研究院硕士研究生, 研究方向: 全球价值链与国际贸易。

基金项目: 中央党校 2015 年度校级科研青年项目(思想库)“亚太自贸区: 动因、障碍和对策”; 国家社会科学基金一般项目“新一新贸易理论拓展模型视角下的中国外贸结构转型升级研究”(项目编号: 15BJL086); 国家社会科学基金重大项目“推动一带一路建设多边合作研究”(项目编号: 18DV003)。

国别层面的分析较欠缺，更鲜有文献运用投入产出进行国别研究。因此，本文可能的边际贡献为：基于全球价值链视角探讨投入数字化效应，在国别视域下探究投入数字化对制造业全球价值链重构的影响；使用基于完全消耗系数的投入数字化指标及考量跨境次数的全球价值链指标进行衡量更具代表性；从国家、行业等角度分析数字化效应的异质性，为推进投入数字化、促进制造业全球价值链攀升提供经验证据，拓宽理论研究的政策内涵。

一、理论机制与研究假设

投入数字化从降低成本、提高创新效率等方面促进制造业全球价值链重构，而“数字鸿沟”、行业数字要素密集度差异也会对不同国家和行业的全球价值链分工位置带来不同的影响。

（一）投入数字化促进制造业全球价值链重构的逻辑

投入数字化打破资源配置垄断局面，形成新型组织结构、成本机制和价值体系。

投入数字化具有技术创新、制度创新、流程创新的创新驱动效应，能有效提高投入产出效率及出口产品质量（张晴和于津平，2020）、优化人力资本结构、增强股票流动性及其渠道机制（吴非等，2021）、推动先进制造业和现代服务业融合发展并通过降低成本促进全要素生产率提升（Fernandes et al, 2020），以资源配置优化和有效竞争促进制造业创新性变革，推动全球价值链功能升级。

投入数字化具有主体交互、分工细化、业态重构的产业融合效应，在科技革命和产业转型的背景下，投入数字化程度的变化导致全球制造业劳动分工调整及价值体系重构（王永龙等，2020），从而形成多产业交互融合的新业态，进一步优化价值链结构，在互联网转型下充分释放主体潜力，推动全球价值链要素升级。

投入数字化具有人才培育、效率拉升、外部助力的价值创造效应（吕铁和李载驰，2021），实现信息传递效率及贸易便利化水平的提升，从而加快价值链融入速度并降低企业参与国际分工的门槛与固定成本（UNCTAD，2019），从根本上改变制造业全球价值链各环节的空间布局与价值分配，通过发挥网络连接效应、成本节约效应等影响一国及其特定部门参与全球价值链的广度与深度，带来新的价值增值，推动全球价值链效率升级。据此，本文提出如下假设：

假设 1：投入数字化对制造业全球价值链重构有正向影响。

（二）投入数字化提升制造业全球价值链分工位置的国别与行业异质性

Dewan 和 Kraemer（2000）通过对国别面板数据的研究发现，数字信息产业投资对发达国家和发展中国家的生产率存在显著差别。对于国家间差异主要有两种观点：一是认为存在数字壁垒效应，即当前全球价值链在空间布局以及国别差异上具有明显的中心—外围结构（郭周明和裘莹，2020），因此，基于新技术要素应用背景下的机会和地位不平等将进一步拉大发达国家和发展中国家的差距；二是认为存

在后发优势效应，即投入数字化增加能够改变原有国际分工秩序，充分释放各类主体潜力，使得落后国家能够通过对数字红利的把握走上制造业高端发展道路，在新一轮国际竞争中实现“变道超车”（党琳等，2021）。

此外，在创新驱动的作用机制下，投入数字化进一步推进产业间分工向产业内和产品内分工转变，具有不同行业特点的制造部门对投入数字化的依赖程度存在差别。这种差别体现在行业要素属性及上下游关联程度上，在资本密集型制造业中，源于投资市场驱动的质量变革主要由资本赋能，表现为持续的产能扩张和低端制造向中高端制造升级（王永龙等，2020），从而有效推动制造业全要素生产率提升。

技术密集型行业更易与数字技术相结合，将传统的线性供应链改造成以数据分析为核心的一体化供应链生态系统（李月和蔡礼辉，2020），从而使得制造业产业链各环节不断向纵深发展，增加基于产业个别环节上的专业化集聚优势和规模经济效益（Caselli et al, 2020）。同时，数字技术发展能有效缩小全球劳动力成本差异，突破劳动密集型制造业对低成本劳动力等传统生产要素的依赖，推动价值链向高端攀升。综上，本文提出如下假设：

假设 2：投入数字化对不同经济发展水平国家及不同制造行业全球价值链分工位置的影响程度存在差别。

二、研究设计

（一）模型设定

结合理论分析及已有文献的研究，本文设定如下基本计量模型：

$$\ln GVC_P_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DIG_{it} + \alpha_2 \ln X_{it} + \phi_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中， i 和 t 分别表示国家与时间； GVC_P_{it} 表示制造业全球价值链分工地位； DIG_{it} 为制造业投入数字化水平； ϕ_i 与 ϕ_t 分别表示国别和年份的控制变量； X_{it} 为影响全球价值链分工地位的其他控制变量； ε_{it} 为误差项； α_0 、 α_1 和 α_2 为待估计系数。根据前文的分析， α_1 是模型重点关注对象，预计其估计系数符号为正。

（二）变量选择与处理

1. 投入数字化（ DIG_{it} ）。投入数字化是核心解释变量。为构造这一指标，我们结合 OECD 的数字经济概念框架，

表 1 数字经济依托行业划分

将投入数字化界定为通过数字基础设施、数字交易、数字媒体等投入要素全方位变革研发设计、制造流程、商业运营、组织结构的过程（张晴和于津平，2020）。以《国际标准行业分类》（ISIC Rev4.0）为依据，在世界投入产出数据库中筛选出数

分类	行业代码	行业名称
数字基础设施	J61	有线、无线、卫星及其他电信活动
	J62、J63	计算机软件研发、咨询及数据信息服务
	C26	计算机、电子和光学设备的制造
数字媒体	J58	出版活动
	J59、J60	录像、电视和电影节目的制作、录音和广播节目的制作
数字交易	G46	网络贸易代理与批发
	G47	互联网零售

资料来源：作者整理。

字经济要素的依托行业（表1）。

张晴和于津平（2020）在计算数字化依赖度时，先计算各个部门的完全消耗系数，再根据完全消耗系数构建数字化完全依赖度，但各部门完全消耗系数简单相加并不能代表制造部门对其他所有部门的完全依赖度。为此，参考刘斌和赵晓斐（2020）基于投入产出数据以服务投入与总投入的比值测算要素投入程度的方法，首先将世界投入产出表中的部门分为基础行业、制造业、服务业、创新部门和数字经济等5类（World Bank, 2020），^①然后使用如下公式合并各部门的中间投入：

$$x_im_{cj} = \sum_{c=1}^N x_{cj} \quad (2)$$

$$x_new_{cj} = \sum_{j=1}^N x_im_{cj} \quad (3)$$

其中， x_{cj} 为原投入产出表第 c 部门对第 j 部门的中间投入， x_new_{cj} 为第 c 部门对第 j 部门的中间投入， N 代表需要合并的部门总数。式（2）为行合并的公式，式（3）为列合并的公式，在基础行业部门中，先对农林、牧、渔、矿业等4个部门的中间投入进行行合并，再对合并后4个部门的中间投入进行列合并。同理，对行列均合并完毕的投入产出表的制造部门进行合并，重复上述步骤后，再同理对服务业部门、创新部门以及数字经济部门进行合并，最终将原 56×56 部门的投入产出表合并为 5×5 部门的投入产出表。

采用直接依赖度反映数字化投入在所有投入中的相对重要程度，即测算制造业对数字经济的直接消耗占所有直接消耗的比重。此处计算的直接依赖度可在后续稳健性检验中充当替换的解释变量，直接依赖度的计算见公式（4）：

$$DirDIG_{dj} = \frac{\sum_d a_{dj}}{\sum_k a_{kj}} \quad (4)$$

其中， a_{dj} 代表制造业部门 j 对数字经济依托部门 d 的直接消耗， a_{kj} 代表制造业部门 j 对任一部门 k 的直接消耗。但直接依赖度忽视各部门之间的间接联系，因此还需要测算其完全依赖度。计算出新的投入产出表后，根据公式（5）测算完全消耗系数：

$$Complete_{dj} = a_{dj} + \sum_{m=1}^N a_{dm} a_{mj} + \sum_{l=1}^N \sum_{m=1}^N a_{dl} a_{lm} a_{mj} + \dots \quad (5)$$

其中， a_{dj} 表示部门 j 对数字经济依托部门 d 的直接消耗； $\sum_{m=1}^N a_{dm} a_{mj}$ 表示部门 j 借由部门 m 对部门 d 的第一轮间接消耗； $\sum_{l=1}^N \sum_{m=1}^N a_{dl} a_{lm} a_{mj}$ 表示部门 j 借由部门 m 和部门 l 对部门 d 的第二轮间接消耗，依次类推。在实际计算过程中，本文还利用公式 $Complete = (I - A)^{-1}$ 计算所需的完全消耗系数矩阵，并结合张晴和于津平（2020）的数字化程度计算公式，将各国投入数字化程度表示为公式（6）：

① 基础部门为农林、牧、渔、矿业等，部门编号依次为A01、A02、A03、B；制造部门包括19个大类，部门编号为C10~C25、C27~C33；服务部门包括22个大类，部门编号为D35、E36~E39、F、G45、H49~H53、I、M69~M75、N、O84、P85、R~S、T、U；创新部门有5个大类，部门编号为K64~K66、L68、Q。以上行业分类采用ISIC Rev4.0进行。

$$DIG_{dj} = \sum_d \frac{Complete_{dj}}{Complete_{kj}} \quad (6)$$

其中, $Complete_{kj}$ 为部门 j 对任一部门 k 的完全消耗系数。

以 WIOD 数据库

为基础, 图 1 报告了 6 个代表性国家的制造业投入数字化程度的变化情况。从整体趋势看有以下特点: 发达国家的投入数字化水平要高于发展中国家, 但发展中国家投入数字化水平增幅更快, 比如, 俄罗斯和印度较平稳地上升, 而英国和日本总体呈现下降趋势; 中美两国投入数字化水平均呈现 U 型特征, 且美国投入数字化水平高于中国。

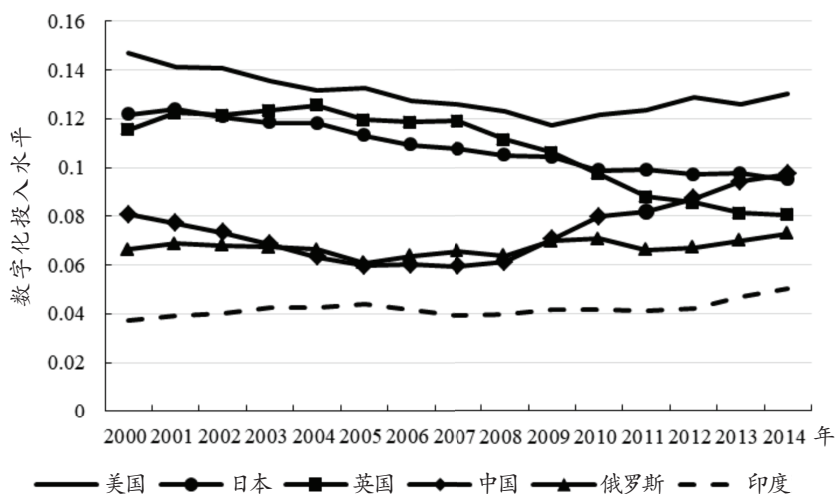


图 1 主要国家制造业数字化投入水平

各样本国家制造业投入数字化程度 (DIG_{it}) 原始测算数据源自 2000~2014 年 WIOD 数据库与 1995~2018 年 TiVA 数据库, 并取其自然对数代入计量方程。

2. 全球价值链位置 (GVC_P_{it})。采用 Wang 等 (2017) 对生产长度的测度方法, 根据总产出生产函数和行业平衡条件得到式 (7):

$$Z^s = A^{ww}Z^{ww} + \sum_{r \neq w}^M A^{wr}Z^r + Y^{ww} + E^w \quad (7)$$

其中, Z^s 表示 s 国的总产出, A^{ww} 表示 w 国内对 w 国的消耗系数矩阵, A^{wr} 表示 r 国内对 w 国的消耗系数矩阵, Y^{ww} 表示 w 国内部的最终需求矩阵, E^w 表示 w 国总出口的列向量。

结合增加值 WWYZ 分解法, 计算出 w 国的行业增加值 Va^w , 处理结果见公式 (8):

$$\begin{aligned} (Va^w) &= \hat{V}^w L^{ww} Y^{ww} + \hat{V}^w L^{ww} E^w = \hat{V}^w L^{ww} Y^{ww} + \hat{V}^w L^{ww} \sum_{r \neq w} Y^{wr} + \hat{V}^w L^{ww} \sum_{r \neq w} A^{wr} \sum_{\mu} \left(B^{\mu} \sum_t \mu t \right) \\ &= V_D + V_RT + V_GVC_R + V_GVC_D + V_CVG_F \end{aligned} \quad (8)$$

其中, $\hat{V}^w$ 代表 w 国的增加值系数, 为 $1 \times N$ 矩阵; Y^{wr} 表示 r 国对 w 国的最终需求, 为 $N \times 1$ 矩阵。最终各构成部分的经济含义为: V_D 属于国内价值链部分, 用于满足国内最终需求; V_RT 为包含在最终出口产品中的国内增加值, 虽然用于满足国外最终需求, 但增加值出口仅为消费, 不产生跨境迂回的生产过程; V_GVC_R 为隐含在中间产品中跨境一次的增加值, 即 A 国出口到 B 国的中间产品, 被 B 国的

最终需求吸收； V_GVC_D 为不包含第三国的隐含在中间产品中跨境两次的增加值，即 A 国出口到 B 国又出口至 A 国用于生产中间产品或最终产品，被 A 国最终需求吸收； V_GVC_F 为包含第三国的隐含在中间产品中跨境两次的增加值，即 A 国出口到 B 国又出口到 C 国的中间产品及 B 国和 C 国在整个过程中生产的最终产品，被 B 国或 C 国的最终需求吸收。因此，从国家部门层面最终产品生产的角度进行分解，式（9）和式（10）得到 w 国基于前向联系的全球价值链参与度 GVC_F^w 和基于后向联系的全球价值链参与度 GVC_B^w 为：

$$GVC_F^w = \frac{V_GVC^w}{\hat{V}^w X^w} = \frac{V_GVC_R^w}{\hat{V}^w X^w} + \frac{V_GVC_D^w}{\hat{V}^w X^w} + \frac{V_GVC_F^w}{\hat{V}^w X^w} \quad (9)$$

$$GVC_B^w = \frac{Y_GVC^w}{Y^w} = \frac{Y_GVC_R^w}{Y^w} + \frac{Y_GVC_D^w}{Y^w} + \frac{Y_GVC_F^w}{Y^w} \quad (10)$$

其中， Y^w 表示 w 国的最终产品和服务。 GVC_F 从生产者的角度测度全球价值链生产和贸易活动的增加值在总部门增加值中的比例，将国内生产总值分解为利用国内生产要素且在本国内完成所有生产过程创造的价值，或者在全球价值链中作为中间产品参加过至少跨境一次生产的价值。 GVC_B 从使用者的角度测度跨境生产的国内和国际要素生产的最终产品占比，计算全部生产最终产品过程中使用主要投入要素的初始国或者部门，并根据是否具有跨越国界的生产来分类其使用国内或国外要素的过程是否是全球价值链下的生产活动。于是， GVC_F 及 GVC_B 的比值就能够度量一国或一部门在全球价值链中的相对位置 GVC_P ：

$$GVC_P^w = \frac{GVC_F^w}{GVC_B^w} \quad (11)$$

GVC_P 作为一个相对指标，表示一国或行业全球价值链分工地位的高低，会随着本国或本行业嵌入全球价值链的特定生产阶段而变化。如果位于该国或该行业之前的生产阶段越少，则在全球价值链中的分工地位就越趋于上游；如果在其之后的生产阶段越少，则在全球价值链中的分工地位就越趋于下游（Wang et al, 2017）。因此，如果一国或行业处于全球价值链上游，则其获得的国内增加值较高，从而能够在全全球价值链中处于有利的竞争地位；反之，则其获得的国内增加值较低，在全球价值链中处于不利的竞争地位。测算各样本国家制造业全球价值链位置指标及其前向、后向全球价值链参与度指数的原始数据源自历年 WIOD 和 TiVA 数据库，取其自然对数代入计量方程。

3. 控制变量（ X_{it} ）。影响制造业全球价值链分工地位的因素还有很多。为避免遗漏因素的不可测性使模型产生估计偏误，本文将这些因素作为控制变量纳入其中：经济发展禀赋（ $pgdp$ ）采用人均国内生产总值表示；制度禀赋（ $Govc$ ）使用政府消费支出与国内生产总值的比值表示；资本禀赋（ $Capfor$ ）使用资本形成总额占国内生产总值的百分比表示；人力资本禀赋（ $Lgpeo$ ）使用各国总劳动力参与数占 15 岁以上总人口的百分比表示；自然资源禀赋（ $Resource$ ）使用各国燃料、矿石和金属产品出口占总出口的比重表示。实际处理中取自然对数代入计量方程，控制变量相

关原始数据来自世界银行统计数据库。主要变量描述性统计结果见表2。

三、实证结果及分析

(一) 基准回归分析

首先使用面板模型对WIOD数据进行基准回归。分两种方式检验实证结果的稳健性：一是仅对核心解释变量 $\ln DIG$ 进行回归，即表3的列(1)、列(3)和列(5)；二是加入其他控制变量的回归，即表3的列(2)、列(4)和列(6)。各种方式的内部区别在于是否分别控制了国家、年份、国家一年份的固定效应。

表3证实了投入数字化对制造业全球价值链重构有正向效应，因为无论是否加入控制变量、是否控制国家和年份的差异，所有实证结果中的 $\ln DIG$ 均显著为正，一方面初步证实了假设1成立，另一方面表明投入数字化确实有利于提升各样本国家制造业全球价值链分工地位。

经济发展禀赋($\ln pgdp$)系数显著为正，表明经济发展程度对制造业全球价值链分工地位的提具有正向影响，经济发展程度较高的国家具有较强的规模优势和国家地位，通过强大经济实力占据全球价值链更为有利的位置。

人力资本禀赋($\ln Lgpeo$)系数显著为正，表明提高人力资本水平对制造业全球价值链分工地位具有正向影响。人才差异是国家间比较优势的重要来源，人力资本水平提升能促进知识资本积累，提高制造业中高技能劳动力的占比并有效提升制造业劳动生产率，促进产业结构及贸易结构的合理化和高级化，提高全要素生产率(李月和蔡礼辉，2020)，从而有利于制造业全球价值链分工地位的提

表2 主要变量的描述性统计

变量	含义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
GVC_P	价值链分工位置	630	1.088	0.364	0.256	4.505
DIG	投入数字化	630	0.128	0.050	0.038	0.314
$\ln pgdp$	经济发展禀赋	630	10.95	1.945	7.901	17.54
$Govc$	制度禀赋	630	0.183	0.038	0.065	0.279
$Capfor$	资本禀赋	630	0.243	0.056	0.116	0.478
$Lgpeo$	人力资本禀赋	630	0.594	0.057	0.451	0.774
$Resource$	自然资源禀赋	630	0.046	0.048	0.003	0.382

数据来源：作者整理。

表3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln DIG$	0.0819* (1.69)	0.3168*** (7.20)	0.1805*** (3.68)	0.2552*** (5.57)	0.2535*** (4.66)	0.3114*** (6.28)
$\ln pgdp$		0.1582*** (7.65)		0.0252 (1.38)		0.1469*** (3.46)
$\ln Govc$		-0.7590*** (-6.69)		-0.3633*** (-3.53)		-0.8906*** (-6.97)
$\ln Capfor$		-0.7808*** (-15.10)		-0.6249*** (-11.09)		-0.7632*** (-12.10)
$\ln Lgpeo$		0.7301*** (3.98)		0.5969*** (3.82)		0.7353*** (3.96)
$\ln Resource$		0.1262*** (4.55)		0.0129 (0.44)		0.1641*** (4.21)
常数项	0.2110** (2.04)	-2.3332*** (-6.29)	0.3338*** (3.00)	-0.7010** (-2.11)	0.4830*** (4.22)	-2.3259*** (-4.40)
控制国家	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
控制年份	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Obs	630	630	630	630	630	630
R^2	0.005	0.314	0.049	0.292	0.091	0.327

注：***、**和*表示在1%、5%和10%水平上显著；括号内为t统计值；Yes表示加入控制变量，No表示不加入控制变量。下表同。

自然资源禀赋 ($\ln Resource$) 系数为正, 符合理论预期。自然资源禀赋高的国家能通过自身优势向世界其他国家出口自然资源密集型中间投入, 从而处于全球价值链上游地位 (黄灿和林桂军, 2017), 全球价值链垂直专业化分工模式也使得初级资源品出口国拥有较高的全球价值链前向参与度和较低的后向参与度, 因此其全球价值链分工地位较高。

政府消费支出所代表的制度禀赋 ($\ln Govc$) 呈现负向影响, 原因可能是, 政府消费支出越大, 越容易产生挤出效应, 毕竟政府消费支出投入并没有全部进入制造业, 挤出效应越大, 越容易对制造业全球价值链升级产生负向影响。

资本存量所表征的资本禀赋 ($\ln Capfor$) 呈现负向影响, 可能是由于边际报酬递减引起的。在物质资本水平提高的过程中, 经济增长往往会产生边际报酬递减的趋势, 而且物质资本的大量投入会抑制人力资本与技术创新水平的提高, 制造业资本总额的存量效应会导致其发展过程中相对固守原有的发展路径, 从而创新发展模式的动力较小, 使得制造业全球价值链向高端攀升受到一定阻碍 (黄琼和李娜娜, 2019)。

(二) 稳健性检验

制造业全球价值链位置的测算指标还有很多, 除 Wang 等 (2017) 从生产过程复杂程度出发, 构建从一个国家或行业的原始投入到另一国家或行业最终产品过程中平均生产阶段数的生产长度, 并基于此构建全球价值链分工位置指数外, Koopman 等 (2014) 还从一国或者部门在全球价值链分工中的参与度出发, 定义了价值链地位指标 GVC_PO_{ms} , 计算方法见公式 (12):

$$GVC_PO_{ms} = \ln(1 + \frac{IV_{ms}}{E_{ms}}) - \ln(1 + \frac{FV_{ms}}{E_{ms}}) \quad (12)$$

其中, E_{ms} 表示增加值计算的总出口, IV_{ms} 表示 s 国 m 部门的间接增加值出口, FV_{ms} 表示 s 国 m 部门的出口中包含的国外增加值。那么, 投入数字化对制造业全球价值链重构的正向提升效应, 是否会因为全球价值链位置的计算方法不同出现结论差异? 使用上式计算方法得出的指标作为替代被解释变量, 再次使用面板模型进行稳健性检验, 从表 4 列 (1) 可以看出, $\ln DIG$ 的系数依然显著为正, 说明即便使用不同方法作为测算全球价值链位置的指标, 上述结论依然成立。

同样使用公式 (4) 计算不包含间接影响的直接依赖度 ($\ln DirDIG_{dj}$) 并将其作为投入数字化的替代变量, 使用相同的计量方法重新回归后, 表 4 列 (2) 估计结果显示, 投入数字化对制造业全球价值链重构的正向提升效应依然成立。

为检验内生性问题, 在基准模型中使用核心解释变量 ($\ln DIG$) 作为工具变量进行处理。滞后变量的面板模型估计可以分为两阶段最小二乘法估计 (2SLS) 和广义矩估计 (GMM), 本文也使用上述方法进行再检验。从表 4 列 (3) 和列 (4) 可以看出, 不可识别检验、弱识别检验在较高水平分别拒绝“工具变量识别不足”和“工具变量为弱识别”的原假设, 确保了工具变量的合理性。更重要的是, 投入数字化 ($\ln DIG$) 正向影响样本国家制造业全球价值链分

工地位的主要结论依然成立。

为进一步增强结论的可信度,再以 OECD 提供的 TiVA 投入产出表数据为基础,采取相同方法进行稳健性再检验。之所以使用 TiVA 数据集进行再分析,是因为前文中 WIOD 投入产出数据只能更新到 2014 年,而 TiVA 数据集更新到 2018 年,不过由于 TiVA 数据集的部门划分为 44 个,不同于 WIOD 数据集的 56 个,因此需对部门进行拆分后使用,从而导致数字化投入程度的解释力相对较低。但更换数据集后上述结论仍然成立,检验结果见表 4 列(5)。

表 4 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>GVC_PO</i>	<i>GVC_P</i>	<i>IV(2SLS)</i>	GMM	<i>GVC</i>
<i>lnDIG</i>	0.4812*** (7.14)		0.3920*** (6.50)	0.2130*** (3.97)	0.3068*** (5.81)
<i>lnDirDIG</i>		0.3123*** (6.55)			
<i>L.lnfb</i>				0.5172*** (11.18)	
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-0.5947*** (-6.78)	-1.9613*** (-3.58)		0.5780*** (7.39)	-2.5446*** (-4.49)
不可识别检验			387.390 [0.0000]		
弱识别检验			1287.149 {16.38}		
AR(1)				0.1238	
AR(2)				0.2909	
控制国家	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Obs</i>	240	630	588	588	1,560

注: {} 为 Cragg-Donald Wald F Statistic 在 10% 显著水平下的临界值; [] 为指标 *p* 值。

四、扩展性分析

(一) 国家异质性

上述分析结果是否会因国家异质性出现不同也值得进一步分析。表 5 给出了异质性检验的实证结果,列(1)和列(2)为发达国家与发展中国家的对比检验。表 5 中的 *lnDIG* 系数均显著为正,说明即使区分经济发展水平差异,投入数字化对制造业全球价值链分工地位也均有正向提升效应,再次验证假设 1 成立。对比发达国家与发展中国家 *lnDIG* 系数发现,投入数字化对不同类型国家制造业全球价值链分工地位的影响存在差别,对发展中国家的影响程度要高于发达国家,这一方面符合假设 2 的预期,另一方面表明发展中国家的投入数字化发展具有较强的后发优势。

此外,发达国家和发展中国家在人力资本等控制变量上的差异,表明两者不论是在传统制造业发展还是数字产业与数字化发展方面也都存在明显差距,表 5 的实证结果进一步证明了这一点。对于发展中国家而言,由于市场机制不健全以及价格信号扭曲导致资源配置不均衡现象的存在,物质资本水平提高可能出现大量不良投资,造成物质资本边际报酬递减下的小规模与低效率生产,因此对制造业全球价值链攀升的抑制作用更明显(黄琼和李娜娜,2019),同样在发展中国家,低效消耗和资源错配下以政府投资所表征的制度禀赋也表现出更强的抑制效应。自然资源禀赋对发展中国家制造业全球价值链分工位置的攀升具有更显著的正向作用,但对发达国家呈现负向影响,这体现了丰裕的自然资源是促进发展中国家制造业全球价值链分

工地位提升的因素（黄灿和林桂军，2017），发展中国家在技术劣势下需要通过资源型产业的开发提升自身制造业全球价值链的分工位置。

（二）行业异质性

行业异质性是否也会影响实证结果的稳健性？借鉴许和连等（2017）、张晴和于津平（2020）的行业划分思路，将WIOD的制造行业划分为资本密集型、劳动密集型和技术密集型3类。^①

表5列（3）~列（5）给出了3类制造业的对比结果。从中可以看出，*ln_{cap}_DIG*、*ln_{lab}_DIG*和*ln_{tec}_DIG*的系数均显著为正，说明即使区分行业差异，数字化投入对3类制造业全球价值链分工地位均有显著的正向影响，符合假设1的结论。

对比系数大小后发现，投入数字化对技术密集型制造业全球价值链分工位置提高具有更大的促进作用，原因是技术密集型制造业工艺较先进，更容易被数字化改造转向集约发展。因此，在与数字化融合中，高技术制造业部门更侧重研发和创新环节，以便实现产业链的整体跃迁，获得更丰厚的数字化红利（何文彬，2020）。投入数字化对资本密集型制造业也具有较高的影响，可见资本赋能是加强数字化转型的重要推动力量，促进制造业全球价值链高端攀升。相反，劳动密集型制造业由于数字化投入力度不足，更容易陷入低端锁定，因此投入数字化对其影响程度相对较弱。上述分行业实证结论不仅再次验证了假设2的预期，也说明要重视不同行业投入数字化程度对制造业全球价值链分工地位的异质性。

（三）细化数字要素的影响差异

根据投入数字化指标构建的思路分解测算制造业对各类数字经济活动的投入，分

表5 国家与行业的异质性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	发达国家	发展中国家	资本密集型	劳动密集型	技术密集型
<i>lnDIG</i>	0.2621*** (12.91)	0.3421*** (4.30)			
<i>ln_{cap}_DIG</i>			0.2925*** (5.16)		
<i>ln_{lab}_DIG</i>				0.1437*** (3.62)	
<i>ln_{tec}_DIG</i>					0.3054*** (7.15)
<i>lnpgdp</i>	0.1202*** (3.73)	0.1700*** (6.43)	0.2038*** (7.65)	0.1213*** (6.50)	0.0590*** (2.94)
<i>lnGovc</i>	-0.2659*** (-3.47)	-0.8915*** (-5.13)	-0.8500*** (-5.82)	-0.7595*** (-7.42)	-0.5344*** (-4.86)
<i>lnCapfor</i>	-0.5092*** (-10.53)	-0.8384*** (-11.98)	-0.8653*** (-12.98)	-0.5486*** (-11.75)	-0.5186*** (-10.33)
<i>lnIgpeo</i>	0.1794 (0.99)	0.9589*** (2.95)	0.9114*** (3.85)	0.4217** (2.54)	0.4958*** (2.78)
<i>lnResource</i>	-0.0724*** (-4.61)	0.2424*** (5.65)	0.1273*** (3.56)	0.0589** (2.35)	0.1113*** (4.13)
常数项	-1.9907*** (-3.88)	-2.3489*** (-4.90)	-2.7889*** (-5.83)	-2.7738*** (-8.28)	-0.9307*** (-2.59)
控制国家	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Obs</i>	255	375	630	630	630
<i>R</i> ²	0.601	0.338	0.260	0.225	0.190

① 劳动密集型：C10~C16、C31~C32，即食品、饮料、烟草、纺织品、服装、皮革、木材及相关产品的制造；资本密集型：C17~C20、C22~C24，即纸制品、焦炭和石油产品、化学制品、橡胶和塑料制品、基本金属、其他非金属矿物制品及相关产品的制造；技术密集型：C21、C25~C30，即药品、金属制品、计算机电子学设备、电力设备、未另分类的机械设备、汽车和其他运输设备及相关产品的制造。以上行业分类采用ISIC Rev4.0进行。

别记为数字基础设施依赖度 inf_DIG 、数字媒体依赖度 med_DIG 、数字交易依赖度 tra_DIG ，以探究其对制造业全球价值链的不同影响。

表6列(1)~列(3)的回归结果显示， $\ln inf_DIG$ 、 $\ln med_DIG$ 和 $\ln tra_DIG$ 的估计系数均显著为正，对比各细化要素的投入数字化效应可知，数字交易依赖对制造业全球价值链影响最大，其次为数字基础设施依赖，而数字媒体的影响并不显著。由此可见，数字贸易作为数字经济的重要组成部分是发展

表6 国家经济发展程度异质性及外国投资调节效应分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	数字基础设施	数字媒体	数字交易	外商投资	对外投资
$\ln DIG$				0.2356*** (4.94)	0.2255*** (4.70)
$\ln inf_DIG$	0.1214*** (3.40)				
$\ln med_DIG$		0.0123 (0.86)			
$\ln tra_DIG$			0.2461*** (6.46)		
$\ln IFDI$				0.4873*** (8.34)	
$\ln OFDI$					0.4291*** (8.49)
$\ln DIG \times \ln IFDI$				0.5888*** (4.95)	
$\ln DIG \times \ln OFDI$					0.7348*** (6.45)
常数项	-2.4133*** (-5.65)	-2.7125*** (-7.26)	-2.3746*** (-5.13)	-2.9429*** (-6.29)	-2.6054*** (-5.57)
控制国家	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
控制年份	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Obs	630	630	630	630	630
R^2	0.267	0.253	0.302	0.406	0.408

外向型数字经济的主要载体 (Richard, 2020)，能够推动货物贸易和服务贸易向数字化交易方式转型，从而有效降低价值链的嵌入门槛，利用数字交付平台优势完善新型分工模式下的供应链体系，成为制造业全球价值链攀升的主要推动力；数字基础设施作为数据生成、采集、存储和流动的通道，能够有效打造数字化价值创造方案，释放要素增强效应和结构性增长效应，通过提升知识溢出效率和激发创新型产业发展促进国家融入新一轮全球生产分工，提升国家价值链分工地位 (戴翔和宋婕, 2021)，对推动制造业全球价值链高端化发挥重要支撑作用；数字媒体能够降低信息搜寻成本，缩小数字鸿沟带来的差距，在一定程度上破除信息不对称的障碍以及精准打造定制化产品获取价值链升级效益 (郭周明和裘莹, 2020)，但其发挥的影响主要为间接作用且具有一定的滞后效应，因此对制造业全球价值链攀升的影响并不明显。

(四) 外部投资的调节效应

在投入数字化推动全球价值链升级的路径中，外部投资水平变化会产生一定的影响 (张鹏杨和唐宜红, 2018)。一方面，外部资金的良性使用及由此激发的制度创新会彻底改写原有的价值分工体系和竞争格局 (Fernandes et al, 2020)；另一方面，一国的对外投资也能通过市场内部化效应、边际产业转移效应和逆向技术溢出效应促进企业价值链升级 (邱斌和陆清华, 2020)。因此，外商直接投资 (IFDI) 和对外直接投资 (OFDI) 较强的创新驱动作用能够对投入数字化影响制造业全球价值链攀升产生调节效应，引入 IFDI 和 OFDI 与投入数字化指标的交互项进行回归分析：

$$\ln GVC_P_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DIG_{it} + \alpha_2 \ln IFDI_{it} + \alpha_3 \ln DIG_{it} \times \ln IFDI_{it} + \alpha_4 \ln X_{it} + \phi_t + \phi_i + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

$$\ln GVC_P_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DIG_{it} + \alpha_2 \ln OFDI_{it} + \alpha_3 \ln DIG_{it} \times \ln OFDI_{it} + \alpha_4 \ln X_{it} + \phi_t + \phi_i + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

其中， $\ln IFDI$ 表示对数处理后的外商直接投资， $\ln OFDI$ 表示对数处理后的对外直接投资，数据均来自世界银行数据库。

再次使用面板模型进行回归，表6列（4）和列（5）的结果显示：投入数字化对制造业全球价值链分工地位提升均有显著的正向影响，可见全球价值链分工模式下国际资本流动能有效推进贸易领域结构性改革（吴非等，2021）。在理论层面，外商直接投资是推动东道国参与全球价值链分工的重要手段，外商直接投资往往具有新型生产技术和组织管理经验，能够通过示范、竞争、培训效应对东道国产生技术溢出，拉升东道国的市场竞争优势；对外直接投资是带动生产技术、管理及营销等生产要素流动的重要途径（Strange，2020），发展中国家可以借助对外直接投资的逆向技术溢出，发达国家可以通过将低附加值行业转移至发展中国家的方式降低其制造业全球价值链的后向参与度，从而在与投入数字化的新型驱动力的相互影响下更好地推动制造业全球价值链攀升。

五、结论与启示

本文实证探讨了投入数字化对各国制造业全球价值链的影响，主要结论为：投入数字化对各国制造业全球价值链攀升具有显著的促进作用；投入数字化对发展中国家的影响程度要高于发达国家，对技术密集型、资本密集型及劳动密集型的制造业均具有正向影响但依次减弱，且主要通过数字交易投入及数字基础设施投入的增加发挥影响；对外直接投资和外国直接投资增加能够对投入数字化推动价值链攀升产生促进作用。

上述结论为数字经济与制造部门的深度融合、实现制造业向全球价值链高端跃进提供了证据，相应的政策启示如下。

推进数字中国建设，形成数字产业化、产业数字化的创新生态环境。第一，推动以人工智能、云计算、大数据为代表的数字科技发展。发挥数据要素核心动力作用，加大对工业互联网核心技术研发的支持力度，推动成果在重点行业和应用场景中先导应用。第二，以共通、共生、共融为手段推动多产业融合发展。完善数字化产业链，推进公有云服务的实施进程，逐步形成数据产业化，营造适合产业数字化转型的良好生态环境，找准产业叠加以及潜能倍增的突破点，在全社会范围内形成共振效应。第三，形成以数字化发展为依托的顶层设计以及政策协调。构建数字经济法律监管规则及治理体系，拓宽数字技术融资渠道，产业数字化发展政策突出精准化，有效破解转型技术欠缺、转型成本高及人才储备不足等问题。

推进制造强国战略，探索数字化转型下的要素支撑和模式创新。第一，聚焦战略性新兴产业，充分释放数字化创新赋能。聚焦对国民经济有重大影响以及技术深度较高、产业链相对较长的战略性新兴产业，整合优势资源构建专业化技术优势，以功能升级为导

向推动产业政策与创新政策融合,推动战略性新兴产业的根本性突破。第二,立足核心技术,发挥数字互联网科技平台重要支撑作用。重构工业全要素连接、产业融合创新协作的价值生态平台,推动数字端技术渗入制造端,打通政府、科研机构、企业协同创新链,为中小企业“上云、用数、赋智”提供核心支撑,整合上下游产业资源,冲破低端锁定陷阱。第三,增强创新属性,构建以数据为核心驱动要素的新型工业体系。提升自主创新和关键技术研发能力,培养创新型人才,加速产业链上下游要素资源数字化的有效整合,促成数字成果应用,增强创新对价值链高端攀升的数字化支撑。

推进“一带一路”倡议,加强数字经济背景下国际经贸合作与全球治理规则制定。第一,提高沿线国家数字贸易规模,不断创新优化数字贸易营商环境。重视数字贸易营商环境的特殊性,推动沿线国家信息共建共享,实现链条共赢,最大限度发挥数据要素的价值创造功能,补足产业链、供应链、价值链、服务链和技术链短板,构筑面向数字经济变革的核心竞争力。第二,推动沿线国家信息基础设施建设,制定“新基建”长期、中期和短期战略规划。以“一带一路”建设为桥梁推进沿线国家制造业公共数据库工程建设,形成数字化建设新业态,关注新基建的承载规模、技术前瞻及节能环保等领域,提高数字采集与传输、分析与处理、共享与应用能力。第三,参与数字规则制定,参与构建全球价值链治理模式和协同转型机制。着力加强数字经济等前沿领域合作,做好全球市场资源整合和要素聚集,规范数据流动标准并打破数据流动壁垒,增强规则制定的国家话语权,为加快中国产业结构升级提供重要支撑,也为全球价值链重塑和优化治理做出贡献。

参考文献:

- [1] 戴翔,宋婕.“一带一路”倡议的全球价值链优化效应——基于沿线参与国全球价值链分工地位提升的视角[J].中国工业经济,2021,(6).
- [2] 党琳等.制造业行业数字化转型与其出口技术复杂度提升[J].国际贸易问题,2021,(6).
- [3] 郭周明,裘莹.数字经济时代全球价值链的重构:典型事实、理论机制与中国策略[J].改革,2020,(10).
- [4] 何文彬.数字化推动中国制造业价值链高端化效应解析——基于全球价值链视角[J].华东经济管理,2020,(12).
- [5] 黄灿,林桂军.全球价值链分工地位的影响因素研究:基于发展中国家的视角[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2017,(2).
- [6] 黄琼,李娜娜.制造业全球价值链地位攀升影响因素分析——基于发达国家与发展中国家的比较[J].华东经济管理,2019,(1).
- [7] 李月,蔡礼辉.结构性改革能否促进全球价值链地位的攀升?——基于中国工业面板数据的实证研究[J].南开经济研究,2020,(5).
- [8] 刘斌,赵晓斐.制造业投入服务化、服务贸易壁垒与全球价值链分工[J].经济研究,2020,(7).
- [9] 吕铁,李载驰.数字技术赋能制造业高质量发展——基于价值创造和价值获取的视角[J].学术月刊,2021,(4).
- [10] 邱斌,陆清华.对外直接投资对中国全球价值链分工地位的影响研究——来自中国企业的证据[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2020,(5).
- [11] 吴非等.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[J].管理世界,2021,(7).
- [12] 王永龙等.数字经济赋能制造业质量变革机理与效应——基于二元边际的理论与实证[J].中国流通经济,2020,(12).
- [13] 许和连等.制造业投入服务化对企业出口国内增加值的提升效应——基于中国制造业微观企业的经验研

- 究[J].中国工业经济,2017,(10).
- [14] 张鹏杨,唐宜红.FDI如何提高我国出口企业国内附加值?——基于全球价值链升级的视角[J].数量经济技术经济研究,2018,(7).
- [15] 张晴,于津平.投入数字化与全球价值链高端攀升——来自中国制造业企业的微观证据[J].经济评论,2020,(6).
- [16] Antràs,P.,Chor,D.Global Value Chains[R].NBER Working Paper,2021,(3).
- [17] Caselli,F.,et al.Diversification through Trade[J].The Quarterly Journal of Economics,2020,135(1).
- [18] Dewan,S.,Kraemer,K. L.Information Technology and Productivity:Evidence from Country-level Data[J].Management Science,2000,46(4).
- [19] Fernandes,A. M.,et al.Determinants of Global Value Chain Participation:Cross-country Evidence[J].The World Bank Economic Review,2022,36(2).
- [20] Hellmanzik,C.,Schmitz,M.Virtual Proximity and Audiovisual Services Trade[J].European Economic Review,2015,77(3).
- [21] Baldwin,R.,Ito,T.The Smile Curve: Evolving Sources of Value Added in Manufacturing[J].Canadian Journal of Economics,2021,54(4).
- [22] Koopman,R.,et al.Tracing Value-added and Double Counting in Gross Exports[J].American Economic Review,2014,104(2).
- [23] Richard,Pomfret.Global Production Networks,New Trade Technologies and the Challenge for International Institutions[J].Foreign Trade Review,2020,55(1).
- [24] Strange,R.The 2020 COVID-19 Pandemic and Global Value Chains[J].Journal of Industrial and Business Economics,2020,47(3).
- [25] UNCTAD.Digital Economy Report 2019:Value Creation and Capture:Implication for Developing Countries[M].New York:United Nations Publishing,2019,(9).
- [26] Wang,Z.,et al.Measures of Participation in Global Value Chains and Global Business Cycles[R].National Bureau of Economic Research,2017,(3).
- [27] World Bank.World Development Report 2020:Trading for Development in the Age of Global Value Chains[R].The World Bank,2020,(3).

Input Digitization and Climbing Global Value Chain in Manufacturing: A Global Test Based on World Input-output Data

XIANG Songlin TIAN Rongzhi

Abstract: Based on the world input-output data, this paper calculates the input digitization level of manufacturing industry, and empirically tests the impact of input digitization on the status of division of labor in global value chain in manufacturing industry. The results show that input digitization has a significant positive impact on the promotion of the division of labor position of manufacturing global value chain, and mainly plays a role through digital transaction input and digital infrastructure input. At the same time, the impact of input digitization on the climbing position of global value chain in manufacturing in developing countries is greater than that in developed countries. And for technology-intensive, capital-intensive and labor-intensive manufacturing industries, the impact is positive to all three but weaken in the order. The conclusion of the research provides empirical evidence and decision-making reference for promoting the input digitization and realizing a high-end leap forward of the global value chain in manufacturing.

Keywords: input digitization; manufacturing; global value chain; input output analysis

(责任编辑: 张建华)