

分类号 C8/335

U D C

密级

编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 全球价值链位置、技术差距与中国技术进步：

基于中美制造业的实证研究

研究生姓名：张明旭

指导教师姓名、职称：马蓉教授

学科、专业名称：应用经济学 统计学

研究方向：经济与社会统计

提交日期：2023年5月30日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 张明旭 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 白蓉 签字日期： 2023.5.30

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 张明旭 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 白蓉 签字日期： 2023.5.30

**Global Value Chain Position, Technology
Gap and China's Technological Progress:
Based on the Empirical Study of Chinese
and American Manufacturing Industry**

Candidate : Zhang Mingxu

Supervisor: Ma Rong

摘要

全球价值链（GVC）改变了传统贸易格局，成为世界经济新的主导特征。中国自加入 WTO 以来，利用人口红利、资源禀赋优势，以加工贸易为手段，逐步嵌入发达国家主导的 GVC。然而，对于中国嵌入 GVC 能否推进技术发展水平、缩小同发达国家的技术差距等成为研究焦点。鉴于此，本文以制造业为例，对中国和美国嵌入全球价值链位置进行测度和比较分析，基于全球价值链位置指标对中美两国的产业技术差距进行测度。基于综合技术效率、纯技术效率和规模效率对中国制造业的技术进步进行测度分析，最后分析基于 GVC 地位指数及参与度指数的中美技术差距对我国制造业技术进步的影响情况。

研究结果表明：第一，基于 GVC 地位指数的中美技术差距测算结果显示，中美两国制造业产业技术差距较大的行业是电气及电子机械器材制造业（C14），机械制造业（C13），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05）；基于 GVC 参与度指数（Koopman 等，2010）测算结果显示，中美两国制造业技术差距较大的行业是皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），纺织及服装制造业（C04），其他制造业及资源回收加工业（C16）。第二，综合技术效率结果说明我国制造业整体技术水平不高；纯技术效率结果说明我国制造业整体上注重新产品、新工艺的研发；规模效率结果说明我国制造业大部分行业通过扩大生产规模、专业化分工等方法提高其规模效率，进而促进技术进步。第三，基于 GVC 地位指数与基于 GVC 前向参与度指数的中美技术差距能显著提高制造业技术进步，且技术差距越大，越能促进我国制造业技术进步。第四，由于中国在国际分工中承担着加工组装等低技术、低附加值活动，高端人才、先进技术等投入要素不足，长期被俘获和锁定在 GVC 低端环节，因此基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距不能促进技术进步。第五，行业规模（Scale）、行业出口密度（Open）、研发投入（RD）、资本强度（Capd）与技术进步显著负相关，而人力资本（HC）与技术进步显著正相关，人力资本是促进我国制造业技术进步的重要因素。

关键词：全球价值链位置 中美技术差距 技术进步 制造业

Abstract

The Global value chain (GVC) has changed the traditional trade pattern and become the new dominant feature of the world economy. Since its accession to the WTO, China has taken advantage of its demographic dividend and resource endowment to gradually embed itself in the GVC led by developed countries by means of processing trade. However, whether China's embedding GVC can promote the level of technological development and narrow the technological gap with developed countries has become the focus of research. In view of this, this paper takes the manufacturing industry as an example to measure and compare the embedded position of China and the United States in the global value chain, and measures the industrial technology gap between China and the United States based on the position index of the global value chain. This paper measures and analyzes the technological progress of China's manufacturing industry based on total factor productivity, and finally analyzes the influence of the technological gap between China and the United States based on GVC status index and participation index on the technological progress of China's manufacturing industry.

The research results show that: First, the technology gap between China and the United States based on GVC status index shows that the industries with a large technology gap between China and the United States

are electrical and electronic machinery equipment manufacturing (C14), machinery manufacturing (C13), leather, fur, feather (velvet) and footwear industry (C05); Based on the GVC participation Index (Koopman et al., 2010), the calculation results show that the industries with a big gap in manufacturing technology between China and the United States are leather, fur, feather (velvet) and footwear industry (C05), textile and clothing manufacturing industry (C04), other manufacturing industries and resource recycling processing industry (C16). Second, the comprehensive technical efficiency results show that the overall technical level of China's manufacturing industry is not high; The results of pure technical efficiency show that China's manufacturing industry as a whole pays attention to the research and development of new products and new processes; The scale efficiency results show that most manufacturing industries in China improve their scale efficiency by expanding production scale and specialized division of labor, thus promoting technological progress. Third, the technology gap between China and the US based on GVC status index and GVC forward participation index can significantly improve manufacturing technology progress, and the larger the technology gap, the more it can promote China's manufacturing technology progress. Fourth, because China is engaged in low-technology, low-value-added activities such as processing and assembly in the international division of labor, high-end talents, advanced technology and other input factors are insufficient,

and it has been captured and locked in the low-end link of GVC for a long time, so the technology gap between China and the United States based on the GVC backward participation index cannot promote technological progress. Fifth, industry Scale (Scale), industry export density (Open), investment in research and development (RD), capital intensity (Capd) are significantly negatively correlated with technological progress, while human capital (HC) is significantly positively correlated with technological progress. Human capital is an important factor promoting technological progress in China's manufacturing industry.

Keywords: Global Value Chain Position; Technology Gap between China and America; Technology Progress; Manufacturing Industry

目 录

1 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究目的	2
1.1.3 研究意义	2
1.2 研究内容	3
1.3 研究方法	5
1.4 创新性工作	5
2 相关研究综述	6
2.1 全球价值链相关研究综述	6
2.1.1 全球价值链的概念	6
2.1.2 全球价值链产生的影响	7
2.1.3 全球价值链参与程度及嵌入位置的测度	9
2.2 技术进步相关研究综述	10
2.2.1 技术引进与技术进步	10
2.2.2 模仿创新与技术进步	11
2.2.3 自主创新与技术进步	11
2.3 技术差距相关研究综述	13
2.3.1 技术差距的有关概念和测度	13
2.3.2 全球价值链和技术差距	14
2.3.3 全球价值链和技术进步	15
2.3.4 技术差距与技术进步	16
2.4 文献述评	16
3 基于全球价值链视角中美技术差距的测度	17
3.1 嵌入全球价值链位置的测度方法	17
3.1.1 GVC 位置指数及参与度指数	17

3.1.2 GVC 地位指数及参与度指数.....	19
3.2 中美产业技术差距的测度结果及分析.....	21
3.2.1 数据来源及产业分类.....	21
3.2.2 基于 GVC 位置指数及参与度指数的产业技术差距测度.....	22
3.2.3 基于 GVC 地位指数及参与度指数的产业技术差距测度.....	29
3.3 测度指标的比较.....	36
4 中国制造业技术进步的测度.....	37
4.1 技术进步测算方法及数据处理.....	37
4.1.1 测算方法.....	37
4.1.2 数据处理及来源.....	37
4.2 技术进步的测度.....	38
4.2.1 技术效率分析.....	38
4.2.2 规模报酬分析.....	43
5 中美技术差距对中国技术进步的影响研究.....	45
5.1 模型设定.....	45
5.1.1 基于 GVC 地位指数的模型设定.....	45
5.1.2 基于 GVC 参与度指数的模型设定.....	45
5.2 变量说明及来源.....	46
5.3 实证结果分析.....	47
5.3.1 基于 GVC 地位指数的模型回归结果.....	47
5.3.2 基于 GVC 参与度指数的模型回归结果.....	48
5.4 稳健性检验.....	50
6 结论与建议.....	51
6.1 研究结论.....	51
6.2 政策建议.....	54
参考文献.....	57
致谢.....	65

1 绪 论

1.1 问题的提出

1.1.1 研究背景

制造业在国民经济中占有主要地位，直接反映一国生产力水平的高低，对提高国家综合国力起到决定性作用。近年来，我国制造业迅猛发展，持续推动经济增长。据世界银行提供的资料，中国自加入 WTO 以来，制造业发展迅速，拥有联合国产业分类中所有工业门类的产业。2010 年中国制造业产值占全球制造业总产值的 19.4%，首次超越美国（18.2%），跻身成为制造大国。党的十八大以来，国家开始实施制造强国战略，鼓励制造业企业自主研发和技术创新，2018 年中国成为真正意义上的制造业大国，其制造业产值为世界制造业总产值的 27.8%，远超美国占比 16.57%。中国制造业应抓住技术革命的机会，创造国际竞争优势，推动“中国制造”向“中国创造”转变的进程。

当前，生产环节国际分割已成为世界经济的突出特征，全球价值链（GVC）兴起，全球范围内产品的生产组织形式发生了巨大变化。GVC 在世界经济一体化、贸易碎片化趋势下发挥的作用越来越大，对于国际贸易具有深远的意义，在很大程度上改变着世界上各个国家（或地区）之间贸易、投资与生产模式。先进发达国家制造业凭借其科技优势，长期位于产业链高端，从事产品设计、开发等核心技术生产环节，尤其是世界技术中心的美国。而中国的制造业凭借其人口红利，从事产品加工、装配为主的劳动密集型产业，在 GVC 中整体上处于中低端。因此，从全球范围内看，我国应加快发展制造业，积极融入国际经济合作与竞争之中。但中国与美国等先进发达国家在技术创新、核心技术研发、产品质量等方面还存在一些技术差距。一直以来，中外学者普遍认为中国经济的飞速发展及技术进步是中国制造业深度嵌入 GVC 的结果，理由是：第一，发达国家企业为了追求自身利益的最大化，将积极主动地开展技术的转移与扩散，由于中国制造业深度嵌入 GVC，因此推动其技术进步；第二，参与 GVC，通过国际合作可以获

取大量外部资源，可以丰富中间产品的种类，这是技术进步最为显著的表现，从而有利于推动我国制造业技术水平提高；第三，因为发达国家和发展中国家在技术方面存在着垂直差距，因此发达国家外包产业要求与高技能劳动力相匹配，高技能劳动力则更易与技术进步相匹配，技术进步则进一步拉动了高技能劳动力需求，这样就构成了良性循环，最终使中国制造业出口部门技术水平提高。技术进步、与发达国家技术差距的缩小，又会对 GVC 地位的提高产生更加显著的作用，而这一效应具有长期性，唯有持续创新突破，谋求技术进步，以提高其在 GVC 上的分工地位（杨蕙馨和田洪刚，2020；司增绰和羊宇宁，2022）。

因此，我国制造业如何在嵌入 GVC 的过程中提升技术创新能力、驱动其在全球价值链中的地位升级、缩小与发达国家的技术差距，提升技术进步水平，成为亟待解决的重要难题。

1.1.2 研究目的

首先本文基于 GVC 位置指标对中美两国制造业细分行业的产业技术差距进行测度，选择全球价值链位置指数及参与度指数（Wang 等，2017）、全球价值链地位指数及参与度指数（Koopman 等，2010）分别对中美制造业细分行业的产业技术差距进行测度与分析，并对各指标进行比较；其次，利用数据包络法（DEA）测度中国制造业细分行业的全要素生产率及其分解指标，进而体现技术进步；最后实证分析基于 GVC 地位指数、前向及后向参与度指数的中美制造业产业技术差距分别对中国制造业技术进步的影响研究。根据测度结果发现中国与美国技术差距较大、发展较差的行业，影响中国技术进步的因素，最后为中国的制造业发展提供参考建议。有侧重地进行引导，且及时发现并纠正制造业发展中存在的问题，不断提升其国际竞争力，提高 GVC 地位，提高技术进步水平，进而促进制造业结构优化。

1.1.3 研究意义

目前中国是世界制造业大国而非世界制造业强国，其制造业在技术创新、科研能力等方面与先进发达国家还存在着较大的技术差距，特别是与世界技术创新

中心、技术领先全球的美国之间的差距，但技术差距越大，追赶国提升到发达国家技术水平的潜力就越大。本文通过测度分析中美制造业细分各行业的 GVC 位置、GVC 地位及 GVC 前后向参与度，并分别基于上述指标对中美产业技术差距进行测度并对比分析，因此对揭示中国制造业的发展潜力、发展方向具有重要意义；本文的研究对我国制造业需选择合适的技术进步路径，加快技术进步脚步，推动制造业高质量发展，加深制造业 GVC 嵌入程度以及缩小与发达国家之间的技术差距有着重大意义；本文的研究突破了以往仅将全要素生产率作为技术进步的核心变量，用其差距衡量中美技术差距，加入 GVC 位置指标衡量中美技术差距，丰富了相关领域的研究文献。

1.2 研究内容

从研究背景出发，本文梳理了全球价值链、技术进步、技术差距相关文献和理论，基于 GVC 位置指标测度中美技术差距，测度中国技术进步水平，通过多元面板回归模型，实证分析中美技术差距及各控制变量对技术进步的影响情况，并进行稳健性检验，并根据结论提出相关建议。具体分为以下六章：

第一章是绪论。主要包括问题的提出、研究内容、研究方法和创新性工作。

第二章是相关研究综述。分别为 GVC 相关研究综述、技术进步相关研究综述、技术差距相关研究综述和文献述评。

第三章是基于 GVC 视角中美技术差距的测度。选取 Wang 等提出的 GVC 位置指数、前向及后向参与度指数；Koopman 等提出的 GVC 地位指数、前向及后向参与度指数分别对中美制造业各细分行业的 GVC 位置进行测度和比较分析，并基于上述指标分别测算中美制造业各细分行业的产业技术差距。

第四章是中国制造业技术进步的测度。首先对测度方法、数据处理及来源进行说明，其次对各细分行业的全要素生产率、纯技术效率、规模效率以及规模报酬依次进行测度和分析。

第五章是中美技术差距对中国技术进步的影响研究。首先构建了回归模型，然后对变量选取和处理进行说明，并对模型回归结果进行分析总结，最后进行稳健性检验。

第六章是研究结论和政策建议。对实证结果做出总结，并结合相关理论提出合理的政策建议。

研究路线图如下，如图 1.1 所示。

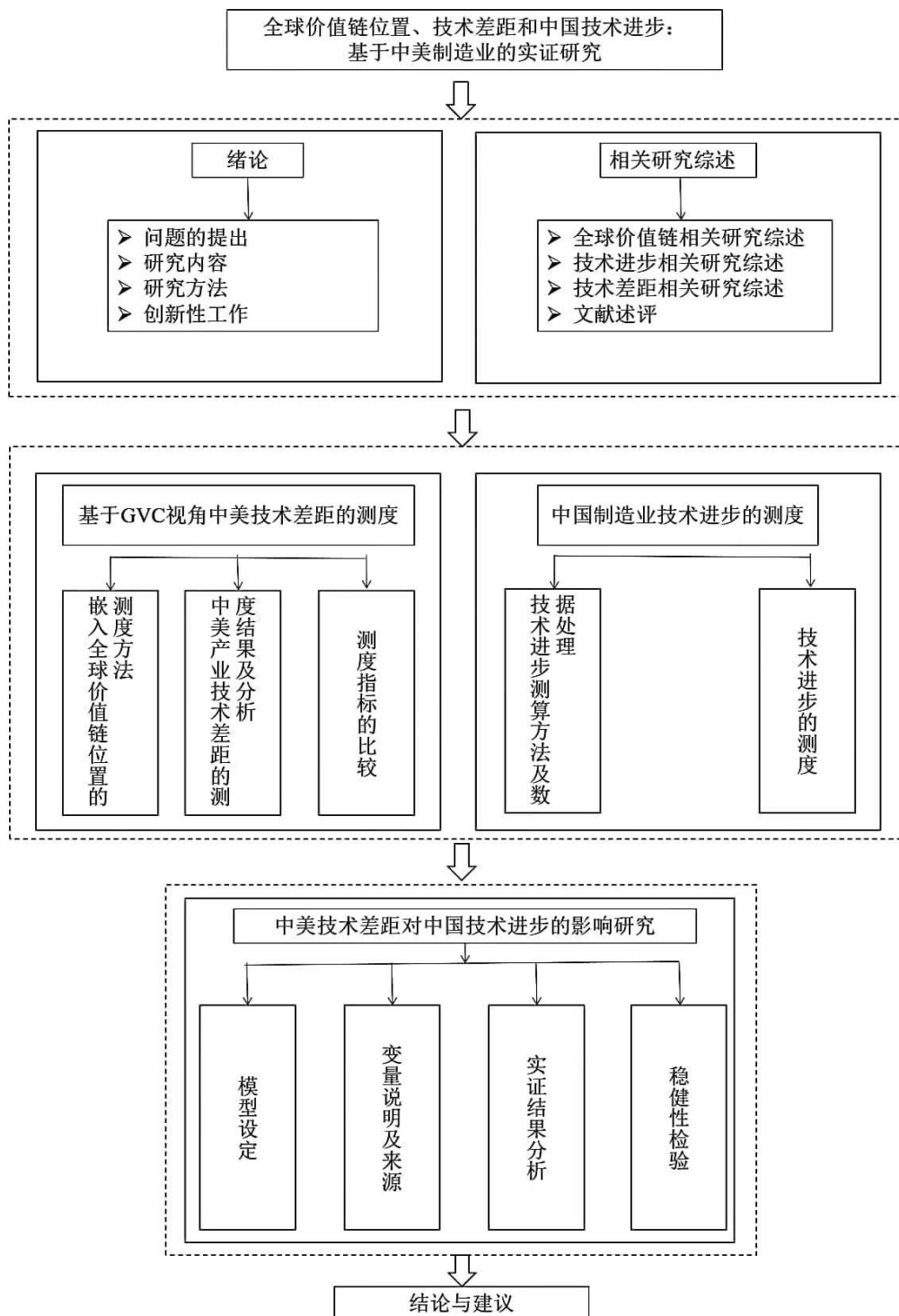


图 1.1 研究路线图

1.3 研究方法

本文主要采用文献分析法与实证分析法对研究内容进行深入探究。

文献分析法：阅读相关文献，并将研究文献进行梳理，并总结为三部分，分别为全球价值链相关研究综述、技术进步相关研究综述以及技术差距相关研究综述，以此作为本文实证分析的理论基础。

实证分析法：本文选取 GVC 嵌入位置指标(Wang 等提出的 GVC 位置指数、前向及后向参与度指数；Koopman 等提出的 GVC 地位指数、前向及后向参与度指数)对中美制造业各细分行业分别进行测度和分析，并基于上述各指标分别测算中美各细分行业的产业技术差距。利用数据包络法(DEA)对中国制造业各细分行业的技术进步进行测度和分析。最后以技术进步为被解释变量，基于 GVC 地位指数、前向及后向参与度的技术差距指标作为核心解释变量，并引入相关控制变量，通过构建多元面板回归模型实证检验中美技术差距对中国技术进步的影响情况。

1.4 创新性工作

本文基于全球价值链位置角度对中美制造业技术差距进行测度与分析。以往衡量国家(产业)之间技术差距的评价指标主要有全要素生产率(侧重技术进步差距)，研发投入(侧重技术投入差距)，人均 GDP(侧重技术产出差距)，劳均 GDP(侧重劳动生产率差距)，科技创新、发明或专利申请量、技术成就水平(侧重技术成就总和差距)等。但本文经查阅文献从 GVC 嵌入位置的角度对中美技术差距重新进行测度，选取 GVC 位置指数及参与度指数(Wang 等)、GVC 地位指数及参与度指数(Koopman 等)分别对中美制造业各细分行业的产业技术差距进行测度与分析。

2 相关研究综述

2.1 全球价值链相关研究综述

国内外学者最早认识到全球价值链分工,始于 20 世纪 70 年代以来对中间品贸易的理论与经验研究,期间国际分工经历了产业间分工、产业内分工和产品内分工不断深化的过程(刘奕和夏杰长,2009)。学者们普遍认为 20 世纪 90 年代以来,通讯和运输成本的不断降低、生产技术的模块化、贸易和投资的便利化这三者的共同作用加速了国际生产分割的进程,使得生产的分散化与贸易的一体化成为国际分工的显著趋势,不同要素密集度的生产环节被安排到与之相匹配的国家,编织成复杂的国际生产网络,最终形成以实现资源的优化配置和价值增值为目的全球价值链(GVC)分工体系(尚涛,2015;刘琳,2015;戴翔和李洲,2017;苏丹妮等,2020;盛斌,2020)。在 GVC 分工网络中,国家(地区)所在的位置通常是其比较优势的集中反映(陈晓珊,2017)。GVC 的兴起改变了世界分工格局,生产结构变得日益复杂,国际生产分工细化,打破传统一国资源被约束的局面,从而拓展了生产可能性边界(吕延方等,2019)。总而言之,GVC 是新型国际分工体系,是资本、劳动、技术等不同要素密集度在各国家、甚至各生产环节之间的分工(杨仁发和刘勤玮,2019)。在 GVC 分工网络中,企业分工的界限不再是产品,而是以生产环节(工序)进行分工,通常只占据一个或几个生产环节(李向毅等,2021)。当前,GVC 分工模式已经成为经济全球化与国际分工的新常态(程大中,2015;许冬兰等,2019)。面对新型国际分工格局,中国和美国已然成为 GVC 上的重要受益者,两国应充分利用各自的要素禀赋优势,积极融入到 GVC 分工体系之中(尹伟华,2017)。

2.1.1 全球价值链的概念

全球价值链(Global Value Chain,GVC)的概念最早由 Gereffi (2001) 提出,此后,国内外许多学者对 GVC 进行归纳与界定。所谓 GVC,指的就是以实现产品(服务)价值最大化为目的,将设计、生产、销售到回收处理连接的跨国家跨企业网络组织,涵盖原料的采购、运输,半成品及成品的制造、配送,消费及回

收处理全过程，在世界范围内形成由研发设计方（品牌商）为主导、发展中国家作为制造基地进行分工的模式，通常的经验为技术发达国家凭借其先进的科学技术与品牌优势，在 GVC 中处于高端，是价值链领导者，甚至是治理者，而发展中国家的技术研发或销售领域处于比较不利的位置，但是凭借其丰裕和低廉的人口红利优势，使其能够参与到全球价值链中，并且长期在 GVC 下游（陈仲常等，2012）。戴翔（2017）提出，传统国际分工模式以最终产品作为边界，GVC 分工相对于传统模型以生产环节，生产阶段为界，使生产过程碎片化，全球化，通过跨境流动中间产品，不同国家产业之间形成一种相互投入与产出关系，各国产业发展不再独立，不再封闭，日益成为 GVC 中不可分割的一部分生存和发展。

20 世纪 90 年代以来，GVC 的广度与深度都不断发展。就其广度来看，GVC 涉及国家及产业数量呈现上升态势，构成 GVC 的重要组成部分；就其深度来看，特定产品（服务）在 GVC 中的分工越来越细，生产工序的国际分割程度进一步提高（刘洪愧和谢谦，2017）。

2.1.2 全球价值链产生的影响

在世界经济一体化、贸易碎片化的发展趋势中，全球价值链扮演着日益重要的角色（赖伟娟和钟姿华，2017）。全球价值链是由不同国家和地区之间的分工与协作所形成的价值网络，当前生产环节国际分割的 GVC 已成为世界经济的显著特点，GVC 的崛起，使全球商品与服务生产组织形式发生了很大变化，对于国际贸易来说，投资模式、竞争力和宏观经济政策影响深远，在很大程度上改变着世界上各个国家（地区）之间的贸易、投资与生产方式（尹伟华，2016）。

GVC 能够增强本国的经济效应。参与到全球生产中的各国，逐渐在自身内部进行产业升级，在全球价值链分工中的地位也在不断上升，因此特别是对发展中国家来说，参与 GVC 国际分工，不仅可以在短时间内带动就业，增加经济效益，对发展中国家具有重要意义。更重要的是，在国际分工与合作的进程中，通过技术溢出效应和学习效应，共同拉动自身出口产品的质量与技术提高，提升价值链分工地位，给本国产业逐步由价值链低端到中高端的飞跃攀升带来契机，这种方式虽然取得了一些成效，但却无法改变其比较劣势。改革开放以来，中国利

用人口红利优势，生产要素，如土地、能源、环境等低成本优势，采用粗放式加工贸易方式，积极参与 GVC 生产体系的构建。无可否认，我国对外贸易飞速发展，贸易规模扩张，出口产品结构改善，行业升级，国际分工地位亦有不同程度的提高（王岚，2014）。

GVC 推动新的贸易模式崛起。吕延方等（2019）认为由于产品生产与最终消费脱离，导致中间产品贸易比最终产品贸易增长快得多，国际分工向垂直专业化方向不断发展，使得全球范围内资源配置优化。近年来，GVC 已成为当今产品与服务供给的一种主要方式，它的发展是随着国际生产分工由产品层面过渡到工序层面，实现全球采购和离岸外包、企业内贸易和其他新型贸易模式崛起（罗伟和吕越，2019）。

作为发展中的贸易大国，中国国际分工参与模式也逐渐发展到垂直专业化分工，并以加工贸易为主要方式嵌入了 GVC 低端环节（刘奕和夏杰长，2009）。魏龙和王磊（2017）认为，中国实行改革开放政策后，尤其是加入 WTO 后，凭借人口红利、资源禀赋（土地、能源）生产要素优势和基础设施建设优势，在产品组装环节上形成了相对优势，采用粗放式加工贸易方式，逐渐嵌入以欧美日发达国家为主的全球价值链中，并且寻求全球价值链的攀升（吕越等，2020；郑江淮和郑玉，2020）。中国是全球最大的发展中国家，利用其劳动力丰富但廉价的“先天优势”，借助进入 WTO 的“东风”，快速融入全球价值链，通过引进国际上先进技术和管理经验，通过学习和模仿，创造了令人瞩目的经济发展奇迹（戴翔和金碚，2014；盛斌等，2020；黎峰，2021）。GVC 背景下，中国以积极参与全球价值分工的方式，成绩斐然，成为第一大贸易国、第二大对外投资国，同时也是全球价值链上参与度最大的国家（吕越等，2017；高翔等，2019）。由于中国与发达国家的技术前沿、创新体系等均存在一定差距，对发达国家高技术零部件的进口依赖，被强制锁定价值链低端，因此中国本土企业在嵌入 GVC 的过程中，只能凭借其劳动力、自然资源等优势，从事低附加值、但高能耗的加工组装部分。同时，随着全球化进程加快，发达国家为了实现产业升级，不断加大研发投入，大量资金投向高科技领域，从而进一步加剧了这种局面。对中国位于 GVC 低端环节这一现象的解释主要是：（1）发达国家垄断其高端核心技术。发达国家凭借强大的研发实力，拥有世界上最先进的制造设备及生产流水线，掌握着核

核心技术。中国的出口多为技术成熟型或者劳动密集型产品，成本较低，这种格局极易被占统治地位的国际购买商、跨国公司“俘获”；（2）以跨国公司为代表的各行业龙头企业，控制了行业主要资源，如产品设计、新技术、品牌营销或者消费者需求。

2.1.3 全球价值链参与程度及嵌入位置的测度

本文对相关文献进行了梳理，中外学者在 GVC 嵌入程度、嵌入位置测度等方面做出了许多探索。Hummels 等（2001）首次构建出垂直专业化率（VSS）来衡量贸易垂直专业化程度。Antràs 等（2012）、Fally（2012）等构造了上游度、下游度来衡量一国总体及其行业在 GVC 上的分工位置。尽管上述指标在相关研究中得到广泛应用，但是这些指标仅限于一个国家的分析框架，不能明确进口品价值来源与出口品价值去向，与全球价值链现实不符。

Koopman 等（2010）基于增加值贸易理论构建了总出口分解模型，构建 GVC 参与指数、GVC 地位指数，对一国参与 GVC 分工地位进行了量化评估。该模型克服了传统分析方法存在的诸多不足，能够更为客观地反映各国在全球价值链上的作用和贡献。Koopman 等（2014）进一步完善出口分解模型（记为 KWW 模型），纠正 VSS 指标中存在的不足，并对深入分析全球价值链提供相对成熟的理论框架。Wang 等（2013）修正了以往出口分解模型仅考虑到出口贸易环节，提出了多层次（国家—部门层面）的出口贸易分解法，重新构建了总出口分解模型（记为 WWZ 模型），对出口贸易更进一步细分。Wang 等（2017a）又拓展了 WWZ 模型，重新构建生产分解模型的测度框架，将 GVC 的分析框架从出口阶段延伸至生产阶段，对国内生产创造增加值去向（即前向联系），以及国内生产使用增加值来源（即后向联系）进行分解，还重新确定了国家（部门）层面参与 GVC 的程度及位置。通过生产分解模型的构建，可以从前向联系和后向联系的角度综合考察一国在 GVC 中的位置。

2.2 技术进步相关研究综述

2.2.1 技术引进与技术进步

国外早期的文献往往是对技术进步路径自身进行考察,对各种技术进步路径适用条件及其优缺点进行了分析。例如, Mansfield (1981) 提出技术引进可以有效地缩小技术领先者与技术落后者之间的技术差距,但是,有必要关注引入过程中所造成的“路径依赖”效应;外商直接投资(FDI)所产生技术收敛效应的大小,与双方技术差距成呈正相关关系。国内学者则从不同角度探讨了影响我国引进外资促进技术进步效果的因素及其作用机理,并取得一些有意义的成果。此后的研究借鉴了早期的研究成果,较多的是在特定条件下以技术进步路径的选择为主线,许多研究都集中在后发国家选择何种技术进步路径,从而达到追赶先进国家的目的。早期要素禀赋论倡导者主张后发国家应选择与其要素禀赋水平匹配的技术进步路径,主张要依靠技术引进,通过模仿创新,迅速实现了与发达国家的技术趋同(邹薇和代谦, 2003)。在此基础上,一些学者提出了人力资本积累和制度变迁等因素能够促进发展中国家向发达经济体学习、吸收和借鉴先进的生产管理经验,进而提高技术水平并缩小与发达经济体之间的技术差距,但是,长期以来,如果一直坚持走技术引进为先导的技术进步道路,它可能导致引进方出现“途径依赖性”,从而加大同先发国家之间的技术差距(Basu, 1998; Acemoglu, Zilibotti, 2001)。技术差距对技术追赶者来说,其面临的市场风险越大,技术学习能力不足,引进技术的成本收益比就越低,因而技术赶超进程中往往容易出现后发制人现象。所以,技术差距论的观点是国与国之间技术差距越大, FDI 所产生的技术溢出作用越显著,优先选择外国直接投资技术引进路径,能够更加有效地加速技术落后国和先进国之间的技术趋同(Kinoshita, 1998)。现代科学技术飞速发展,技术更新提速,技术落后的国家或地区,因其经济实力不足,技术水平不高,必须用更短的时间实现技术进步,要想取得国际上的技术优势是有一定难度的,技术落后的企业必须尽快取得技术突破,塑造竞争优势,技术引进是实现技术进步的一条重要的选择途径。以技术进步后发理论为基础,技术引进对于技术后发国家建设技术强国具有十分重要意义,靠技术引进,后发国家得以从

先进国家（地区）引进技术、设备和先进管理经验，且获取技术成本较低，耗时较少，能够节约研发费用和时间，迅速为自己国家或地区培养人才，从而加速赶超发达国家（林毅夫和张鹏飞，2005）。

但不管以何种技术引进方式，外方均不转让产品核心技术及工艺技术，也无法促进合资企业进行自主研发，制造业容易陷入“引进技术—技术差距暂时缩小—技术水平停滞在原引进水平—差距再次拉大—再次引进”的低技术循环，这就使得我国制造业企业很难获得长期稳定发展所需的核心技术能力，难以从国际市场竞争中获取持续优势地位。因此，杨燕（2020）认为制造业企业必须具有长远眼光，着眼国际高端市场，重塑国际制造优势应由技术引进向自主创新，着力提升创新能力。

2.2.2 模仿创新与技术进步

技术差距论认为，当各区域间经济差距大，经济实力较弱、科技实力较低的一方可能有通过学习模仿的方式来追赶较强一方的技术。随着对技术进步影响因素认识的深入，人们开始从经济结构、制度安排等角度探讨技术进步路径选择问题。科学知识的公共性特点，由此使革新后的技术呈现出非专有性和非排他性，但在技术转移过程中，会出现外溢现象，因此后发地区有可能效仿先进地区（田永晓，2015），技术模仿作为一个重要的技术追赶策略被广泛使用于发达国家与发展中国家间技术扩散过程中。技术后发地区进行技术模仿的时候，一定程度上会提高产品质量，为自身发展累积，最终达到超越的目的。同时，技术后发地区还可以将自己所拥有的研发资源与其他技术与领先地区进行合作或互补。所以模仿创新是经济体获取技术优势、实现技术进步的合理方式，技术力量欠缺的国家和地区，向技术力量较强的国家和地区进行模仿学习，能更快地缩小两国技术差距，继而加快自身产业结构调整的速度。

2.2.3 自主创新与技术进步

有学者将技术差距论与要素禀赋论相结合并进行深入研究，从而形成要素禀赋匹配理论。Ogawa（1982）认为后发国家应认识到，其与先发国家之间存在技

术差距,发展其要素禀赋和技术能力。在技术赶超过程中,应注意避免过度模仿,而要注重本土企业研发投入、人力资本积累及自主创新等方面的发展。在本国要素禀赋水平得到显著改善之后,应开始努力积极地选择内源型的技术进步道路。根据要素禀赋匹配理论,内源型的技术进步路径要高于外源型,需要较高要素禀赋的支持(Fransman,1985)。林毅夫和张鹏飞(2005)认为我国现阶段应该采取“内生-外源”相结合的方式来实现技术进步目标。不发达国家或地区对技术进步路径的选择,要遵循比较优势原则,逐步由外源性路径过渡到内源性路径,培养自身的创新能力,促进经济增长(吴延兵,2008;刘小鲁,2011)。

伴随着中国本国产品技术水平不断提升,中美技术差距越来越小(谢建国和张宁,2020),传统以贸易促进技术进步的策略日益难见成效,这时增加科技投入,激励和推动中国国内自主研发,是提升国内技术水平和技术进步的基本策略。因为,在中国企业和世界先进国家技术差距越来越小的情况下,技术引进难度和费用加大,中国产业发展需要从引进模仿型转向自主创新开发型的技术发展战略(陈爱贞等,2018)。自主创新能力成为衡量一个国家(地区)核心竞争力水平的重要标志之一,应以自主创新为主体,利用好自身所拥有的技术禀赋,主动积极地独立发明和创新。自主研发的核心要素就是核心技术,而核心技术又包括知识创新能力和技术创新能力两个方面,其中后者在一定程度上决定了一国的竞争优势。

根据熊彼特创新理论,一般而言持续投资自主研发能持续带来技术进步,并形成独有的技术优势。技术创新可以在不同层面上促进经济增长,而其中最主要的就是通过技术溢出效应来带动其他相关部门技术外溢和扩散,进而提升整体经济效率。一方面,这一技术优势构成了对市场的引导效应,对消费产生了示范,由此派生了一系列的新兴产业,这些行业新技术、新产品等不断渗透到传统产业中去,扩散与融合导致新兴行业冲击传统行业,能够促使其技术水平得到持续提升,实现新老市场环境交替,进一步促进产业结构向着更高级的方向迈进。因此,辜秋琴和董平(2016)认为一定程度上自主研发是推动经济增长的内生动力之一,技术创新是一国或地区经济发展的主要动力之一,在产业内部,由于其创新水平不断提升,产业结构不断优化,还会给整个产业乃至国民经济的发展带来显著的影响。另外自主研发可以优化技术要素与市场要素的配置,重新合理地配

置现有生产要素与条件，继而影响到其生产率，有助于增强一国或地区自主创新能力，同时也将增强技术吸收与模仿创新能力。因此，本文认为，我国目前处于从粗放型到集约型的转型期，需要通过技术创新来推动我国经济社会的全面协调可持续发展。新经济增长理论突出了技术进步在经济增长中的中心地位，在行业的发展进程中，自主创新作为技术进步的主要途径，能够加速传统产业技术的完善与更新，推动其从劳动密集型产业走向技术密集型产业。

胡亚男和余东华（2021）研究表明，参与全球价值链分工虽然给后发国家带来了技术溢出机会，但低端锁定与竞争效应迫使后发国家制造业选择自主研发投入，并伴随着 GVC 不断嵌入，制造业高质量发展进程中，自主研发的正面影响正在逐步显现。王林辉和张伊依（2022）认为技术创新方向在技术追赶过程中扮演重要作用，在不同技术创新方向下，远离前沿行业、准前沿行业以及总体的技术追赶表现出差异性，自主创新可加快准前沿行业实现技术追赶，但远离前沿行业进行模仿创新更有利于缩小技术差距。

2.3 技术差距相关研究综述

2.3.1 技术差距的有关概念和测度

学者们主要关注国家、产业及企业三方面的技术差距，本文所关注的技术差距则是中美制造业细分产业上的技术差距。技术差距论（Theory of Technological Gap）最早由美国经济学家 Posner 于 1961 年在《国际贸易和技术变化》一文中提出的，他认为技术是生产的第三种要素，它既不同于劳动，也不同于资本，但决定一国国际贸易格局的比较优势。当一个国家发明新产品后，就会与他国形成技术上的领先地位，在模仿国技术赶超之前，发明国便能不断地出口这种新产品，并且出口额随技术差距缩小呈下降趋势，直到技术模仿国独立制造出同类产品，满足其国内需要，才结束出口。关于衡量技术差距，多用指标进行衡量，通常采用全要素生产率（TFP）、劳动生产率，人均 GDP、研发经费与 GDP 之比、联合国技术成就指标等。

Nelson 和 Phelps（1966）认为，一国技术进步的提升主要取决于该国与世界

技术前沿国家的技术差距。因此，测度主流方法是使用全要素生产率指标进行构造。衡量全要素生产率的方法很多，目前在衡量产业层面 TFP 时，使用较多的是数据包络分析法（DEA）、随机前沿生产函数法（SFA）与索洛余值法。当前，已有不少学者采用全要素生产率来衡量中美两国的技术差距，这些学者得出了大致相同的结论，中国与美国制造业行业之间的技术差距正在逐渐缩小，这时应该增加科技投入，激发和推动中国国内自主研发，提升国内技术水平，减少中美技术差距。

2.3.2 全球价值链和技术差距

杨飞等（2017）从世界投入产出表导出了 GVC 参与指数，用以度量一国在全球生产国际化分工中的地位，结果得出，2001 年后中国 GVC 嵌入程度（即中国加入 WTO 后）的加深显著缩小了中美制造业的技术差距，应进一步增加开放，加深 GVC 分工参与程度，增强吸收和改造发达国家高端技术能力，加强自身的技术研发能力。梳理以往文献发现，嵌入 GVC 能缩小技术差距，主要有以下几个原因：第一是发达国家的企业为了追求自身利益的最大化，确保中间产品的质量，维持市场竞争力，通常以技术输出或者人才培养等方式，积极主动地转让技术，扩散技术，这使得发展中国家能够通过与发展经济体建立长期稳定的合作关系来获得更多的发展机会。第二是中间品效应对发展中国家技术升级起促进作用。国外中间品通过与本土生产者合作形成了产业集群式分工模式，有利于国内企业学习先进的生产技术并进行技术创新，从而使本国的技术水平得到提升；国外中间品技术外溢效应对产品质量有促进作用，加速科技研发，提高效率；进口中间品能够提升本国技术水平，降低劳动力成本和原材料价格；随着进口品种增多，产品种类效应明显，帮助企业进行研发，产品升级；国内中间品进口可以降低要素成本，提升技术水平。第三是发展中国家出口中间品，拉动劳动力配置效应，促进技术升级。发达国家向发展中国家提供技术服务，是以高技术产品为基础的贸易模式，由于发达国家和发展中国家在技术方面存在垂直差距，发达国家外包产业要求与高技能劳动力相匹配，高技能劳动力则更易与技术进步相匹配，技术进步进一步拉动了高技能劳动力需求，这样就构成了良性循环，并且最终导

致发展中国家在出口部门取得技术进步，提升 GVC 的地位。

2.3.3 全球价值链和技术进步

(1) 主动嵌入全球价值链，才能推进技术进步

王玉燕和林汉川（2015）发现，当前绝大部分参与 GVC 分工的公司还处在工艺升级和产品升级阶段，链中学效应较显著，能凭借静态比较优势，资金、劳动力及技术流动积累，上下游产业关联效应等，获取技术外溢和扩散，因此，嵌入 GVC 体系是提升一国技术发展水平的有效途径。一方面，企业主动接受从 GVC 高端转移过来的技术，另一方面，增强自身的自主创新能力，增强自身的技术吸收能力，实现价值链的攀升，参与国能否把 GVC 技术红利变为本国技术进步等问题，很大程度上由各参与国的吸收和学习能力决定（王玉燕等，2014；潘安和戴岭，2014）。所以在当前全球化趋势下，如何充分利用国际国内两个市场两种资源，是我国经济增长所面临的新挑战。中国在劳动密集型产业的加工和组装环节上拥有相对优势，应通过学习效应从发达国家获取技术外溢，促进技术进步（王玉燕等，2014）。

参与 GVC 分工对于技术创新有积极作用，能通过中间产品效应、行业竞争效应以及大市场效应增加技术含量（胡昭玲和李红阳，2016；刘磊等，2019）。郑江淮和郑玉（2020）在 GVC 分工框架内，根据中国实际，提出了中间产品创新推动 GVC 爬升的作用机理和途径，也就是借助低成本比较优势，取得发达经济体低端中间产品的外包，在国内生产体系中实现规模经济和范围经济，引致本国中间产品之革新，继而诱发技能偏向性技术进步。由于不同类型的企业之间存在着“上下游”关系，这种关系决定了中间产品的研发模式与技术创新方式。发展中国家通过产业链的前后关联，可实现产品外源式技术进步，提高自身生产率（王玉燕和涂明慧，2021；梁经伟和刘尧飞，2021），可通过进口资本品所蕴涵的技术外溢来推动技术进步（张弘媛和丁一兵，2022）。

(2) 技术进步能够促进全球价值链嵌入位置的攀升

技术进步对于制造业在 GVC 中地位上升的作用具有长远性与决定性，技术

进步是制造业全球竞争力之源(杨蕙馨和田洪刚,2020;司增绰和羊宇宁,2022)。全球价值链嵌入位置不断攀升,关键在于推动技术进步(黄永明和张亚楠,2022),唯有持续创新突破,谋求技术进步,以提高全球价值链分工地位(屠年松和贾凤,2022)。

2.3.4 技术差距与技术进步

顾六宝和王俊霞(2021)认为中美技术差距的存在有利于美国向中国技术追赶国进行技术扩散,从而中国的技术进步起促进作用。而谢建国和张宁(2020)认为中国正逐渐缩小同美国制造业行业间的技术差距,部分产业实现了对美国相关产业的填补与替代,中美之间的进出口贸易能显著促进中国技术进步,但是贸易带来的技术进步却具有天花板效应。随着中美技术差距的缩小,通过贸易实现技术进步的难度加大,因此随着中美技术接近,通过贸易促进中国技术进步策略应该逐步过渡到通过自主研发创新来促进技术进步,特别是在当前技术前沿国家对中国实行技术遏制与技术封锁的大环境下更应如此。

2.4 文献述评

梳理文献发现,国内外学者对国家(或产业)参与 GVC 分工程度和嵌入位置、技术进步、技术差距的测算分析进行了丰富的研究,也取得了丰富的成果。对于国家层面或者产业层面技术差距的测度,多采用指标进行构建,常用的指标有全要素生产率(侧重技术进步差距)、劳动生产率(侧重劳动生产率差距)、人均 GDP(侧重技术产出差距)、研发经费占 GDP 比重(侧重技术投入差距)、专利申请量(侧重技术成就差距)。因此本文经查阅文献从全球价值链位置和参与度的角度对中美技术差距重新进行测度与分析,并实证分析基于全球价值链地位和参与度指数的中美技术差距对中国制造业技术进步产生如何影响。

3 基于全球价值链视角中美技术差距的测度

自中国成为 WTO 成员国后，以粗放式的加工贸易方式主动参与 GVC，发展至今，已是仅次于美国、德国，成为第三大 GVC 中心国家。然而，对于中国嵌入全球价值链是否推进了技术发展水平、缩小同技术前沿的技术差距等一系列关乎中国技术革命、经济发展的现实问题，均是大量学者研究的焦点。因此，无论是总体视角还是产业视角，在全球价值链、全球生产分工体系中，中国同技术前沿、技术创新中心——美国之间的位置所能体现的技术差距究竟为几何？这对中国今后各产业发展至关重要。鉴于此，本章基于全球价值链位置视角对中美制造业技术差距进行测度。

3.1 嵌入全球价值链位置的测度方法

目前测度一国（行业）嵌入全球价值链位置的指标主要有 Wang 等（2017b）提出的 GVC 位置指数及参与度指数、Koopman 等（2010）提出的 GVC 地位指数及参与度指数。

3.1.1 GVC 位置指数及参与度指数

Wang 等（2013，2017）和王直等（2015）将 GVC 的分析框架延伸到生产阶段，构建了 WWZ 生产分解模型，并基于前向联系和后向联系进行分解，重新定义 GVC 地位、参与度等指标，拓展 GVC 的理论应用范围，也丰富相关文献。

（1）GVC 位置指数

Wang 等（2017）构建的 GVC 位置指标由 GVC 生产长度指标构建而来，从生产技术的角度反映了一国（产业）所处具体生产环节，其基于生产工序来直接衡量一国（产业）的全球价值链位置（戴翔，2017）。考虑到国家产品部门层次的异质性，Wang 等（2017）对产业在 GVC 的位置进行了概括性的论述，定义一国（产业）前向、后向生产长度和 GVC 位置指数（前向/后向生产长度），其中前向生产长度指的是作为生产者其产品参与后续环节的 GVC 长度，后向生产长度指的是作为使用者其产品参与前序环节的 GVC 长度（郅曼琳等，2022）。GVC

位置指数越大，表示某国或某产业部门在 GVC 中所处地位越高，即处于 GVC 上游位置，反之则处于 GVC 下游位置（乔小勇等 2018；王欠欠和夏杰长，2019）。

Wang 等（2017）构建的 GVC 位置指数为：

$$GVC_Position = \frac{PLv_GVC}{PLy_GVC} \quad (3.1)$$

基于前向联系的生产长度为：

$$PLv_GVC = \frac{Xv_GVC}{v_GVC} \quad (3.2)$$

基于后向联系的生产长度为：

$$PLy_GVC = \frac{Xy_GVC}{y_GVC} \quad (3.3)$$

Wang 等（2017）所构造的 GVC 位置指数，是衡量国家-部门一级 GVC 位置的最新指标，但较为复杂的方法，其合理衡量一国（产业）在 GVC 中所处的相对地位，丁一兵和张弘媛（2020）认为其与其他指标无明显差异。在全球加总层面上，GVC 位置指数约等于 1，因此某国（或产业）的 GVC 指数值在 1 的上下浮动（张会清和翟孝强，2018），即若位置指数大于 1，则表示某国（或行业）位于 GVC 中上游，若位置指数小于 1，则表示其位于 GVC 下游阶段。

（2）GVC 参与度指数

全球价值链参与度指的是在产出或需求当中全球价值链环节的比例（黄新飞等，2022）。Wang 等对前向参与度定义如下：

$$GVC_Pat_f = \frac{V_GVC}{\hat{V}X} = \frac{V_GVC_R}{\hat{V}X} + \frac{V_GVC_D}{\hat{V}X} + \frac{V_GVC_F}{\hat{V}X} \quad (3.4)$$

其中， $\hat{V}X$ 表示 GDP， V_GVC 表示隐含在中间产品出口中的国内增加值； V_GVC_R 表示直接被伙伴国家 r 吸收的国内增加值； V_GVC_D 表示重新返回且被出口国吸收的国内增加值； V_GVC_F 表示间接被进口国吸收或重新出口到第三方国家的部分。

在前向分解的参与度，体现了 GVC 生产和贸易活动所产生的国内增加值占全行业增加值（GDP）的份额，其数值越大，说明这一行业国内生产要素在 GVC 活动中占有越大的份额，其分工环节增值能力越强（黄繁华和洪银兴，2020）。如果一个国家更多以前向方式参与到 GVC 生产分工中，说明其在 GVC 生产环节里承担产品研发设计、核心零部件生产供应、品牌创新等附加值较高的活动（王

思语和郑乐凯，2019）。

Wang 等对后向参与度定义如下：

$$GVC_Pat_b = \frac{Y_GVC}{Y} = \frac{Y_GVC_R}{Y} + \frac{Y_GVC_D}{Y} + \frac{Y_GVC_F}{Y} \quad (3.5)$$

其中， Y 表示最终产品， Y_GVC 表示隐含在中间产品进口中的国内和国外增加值； Y_GVC_R 表示直接被来源国吸收的中间产品进口的伙伴国增加值； Y_GVC_D 表示中间产品进口，用来生产最终产品的国内增加值； Y_GVC_F 表示进口中间产品来生产最终产品的国外增加值。

后向分解的参与度体现了一国（或部门）最终产品源自与 GVC 相关的贸易活动所占份额，其值越大，说明这一行业的 GVC 后向参与度越高。进一步研究发现，若一国（或部门）更多以后向方式嵌入 GVC 生产分工中，说明其在生产环节中主要担任加工组装、贴牌代工等低技术、低附加值的劳动组装活动，如果在高端人才培养、先进技术等方面缺乏投入，就会长期被技术发达国家锁定在产品价值链低端环节（王思语和郑乐凯，2019）。

3.1.2 GVC 地位指数及参与度指数

GVC 地位指数最早由 Koopman 等（2010）提出，被广泛用于分析一国（行业）的 GVC 经济地位（葛海燕等，2021）。Koopman 等构建一国（或产业）GVC 地位指数的思路是：当一国（或产业）主要向其他国家提供中间产品（向别国出口中间产品）时，可以推断出，此国（或产业）在国际分工中处于比较有利的位置；当一国（或产业）主要从他国引进中间产品（向别国进口中间品），可以推断出，此国（或产业）在国际分工中处于劣势（尹伟华，2017）。

在构建 GVC 地位指数之前，Koopman 等先构建了 GVC 前向参与度指数 $\frac{IV_{ir}}{E_{ir}}$ 和后向参与度指数 $\frac{FV_{ir}}{E_{ir}}$ ，前向参与度指的是 r 国 i 产业出口中间品被进口国用于本国生产，以及出口到第三国的程度，后向参与度就是出口的国外附加值率，且前者数值越大，表示该产业处于 GVC 上游，后者数值越大则越趋于 GVC 下游（李焱等，2018；徐姗和李容柔，2020；蔡礼辉等，2020）。张亚斌等（2021）则认为，如果 r 国 i 部门的前向参与度大于后向参与度，说明其出口的中间产品

增加值大于进口的中间产品的增加值，就处于 GVC 较高位置，反之就处于较低的位置。

koopman 等构建出前向、后向参与度指数之后，在其基础上构建出了 r 国 i 部门的 GVC 地位指数 $GVC_Position_{ir}$ 和 GVC 参与度指数 $GVC_Participation_{ir}$ ，如下式：

$$GVC_Position_{ir} = \ln\left(1 + \frac{IV_{ir}}{E_{ir}}\right) - \ln\left(1 + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}}\right) \quad (3.6)$$

$$GVC_Participation_{ir} = \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}} \quad (3.7)$$

式中， E_{ir} 表示 r 国 i 部门的总出口贸易额； IV_{ir} 表示 r 国 i 部门的中间产品增加值； FV_{ir} 表示 r 国 i 部门的国外附加值。由于 Wang 等（2013）、王直等（2015）利用 WWZ 模型将总出口分解为 16 个部分，对外经贸大学 GVC 研究院的 UIBE GVC Index 数据库在 ADB-MRIO 投入产出原数据库的基础上借鉴 Wang 等（2013）、王直等（2015）的 WWZ 模型分解了各国双边和部门层面的贸易流量，根据分解后的结果， $GVC_Position_{ir}$ 和 $GVC_Participation_{ir}$ 可进一步表示为：

$$GVC_Position_{ir} = \ln\left(1 + \frac{IV_{ir}}{E_{ir}}\right) - \ln\left(1 + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}}\right) = \ln\left[1 + \frac{DVA_INTrex_{ir}}{E_{ir}}\right] - \ln\left[1 + \frac{FVA_FIN_{ir} + FVA_INT_{ir}}{E_{ir}}\right] \quad (3.8)$$

$$GVC_Participation_{ir} = \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}} = \frac{DVA_INTrex_{ir}}{E_{ir}} + \frac{FVA_FIN_{ir} + FVA_INT_{ir}}{E_{ir}} \quad (3.9)$$

式中 E_{ir} 表示总出口贸易额， DVA_INTrex_{ir} 表示被进口国生产以及向第三国出口所吸收的国内增加值； FVA_FIN_{ir} 表示一国最终产品出口中所包含的国外增加值； FVA_INT_{ir} 表示一国中间产品出口中所包含的国外增加值。如果 r 国 i 部门的 GVC 地位指数 $GVC_Position_{ir}$ 越大，则表示 r 国 i 部门在 GVC 中所处地位越高，处于 GVC 上游位置；反之则 GVC 地位较低，处于 GVC 下游位置。如果 r 国 i 部门的 GVC 参与度指数 $GVC_Participation_{ir}$ 越大，则表示 r 国 i 部门参与 GVC 产业分工的程度越深，行业的对外开放水平越高，在 GVC 中更为重要（乔小勇等，2018；余振等，2018）。

查阅文献知，GVC 地位指数测算结果的取值范围为在 -1 到 1 之间，当其大于 0 时，说明一国（或行业）出口所包含本国的中间产品价值大于外国的中间产品价值；当小于 0 时，结论相反。GVC 地位指数越接近 1，说明一国（或行业）

位于GVC的上游环节,主要从事设计研发等高附加值活动;反之说明其位于GVC的下游环节,主要从事加工等低附加值活动,以加工贸易方式位于GVC的下游,赚取廉价加工费用。一般而言,当一国(行业)的GVC参与度指数大于0.5时,表明其在GVC参与程度较高(赵家章等,2022)。由于GVC地位指数与GVC参与度指数是从不同角度说明一国(或行业)的GVC分工程度,所以分析一国(或行业)在GVC中的地位需将GVC地位指数与GVC参与度指数结合(乔小勇等,2018)。

3.2 中美产业技术差距的测度结果及分析

3.2.1 数据来源及产业分类

本章测度全球价值链指标的数据均来自UIBE GVC Index中的亚洲开发银行投入产出数据库(ADB-MRIO2021),时间跨度为2007-2021年。ADB-MRIO2021的行业分类标准采用国际标准行业分类(ISIC/Rev.3)。该国际标准将制造业细分为14个行业,具体行业编码及名称如表3.1所示:

表 3.1 制造业行业编码及名称

行业代码	行业名称
C03	食品、饮料制造及烟草业
C04	纺织及服装制造业
C05	皮革、毛皮、羽毛(绒)及鞋类制品业
C06	木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业
C07	纸浆、纸张、印刷和出版业
C08	焦炭、精炼石油和核燃料加工业
C09	化学原料及化工产品制造业
C10	橡胶和塑料制品业
C11	非金属矿物制品业
C12	金属及加工金属制品业
C13	机械制造业
C14	电气及电子机械器材制造业
C15	交通运输设备制造业
C16	其他制造业及资源回收加工业

3.2.2 基于 GVC 位置指数及参与度指数的产业技术差距测度

中美 GVC 位置指数使用前向生产长度 PLv_GVC 和后向生产长度 PLy_GVC 数据和公式 $GVC_Position = \frac{PLv_GVC}{PLy_GVC}$ 计算得到，计算结果如表 4 所示。

(1) 中美制造业 GVC 位置指数比较

国家层面来看，2007-2021 年中美制造业整体层面的 GVC 位置指数变化趋势如图 3.1 所示，由图可知，中美 GVC 位置指数均呈现出下降的趋势，2019 年之后又稍有上升。其中 2007-2011 年及 2018 年，中国的 GVC 位置指数大于美国的 GVC 位置指数，说明这些年份中国相比美国处在 GVC 更上游的位置；而 2012-2017 及 2019-2021 年，美国的 GVC 位置指数大于中国的 GVC 位置指数，说明这些年份美国相比中国处在 GVC 更上游的位置。

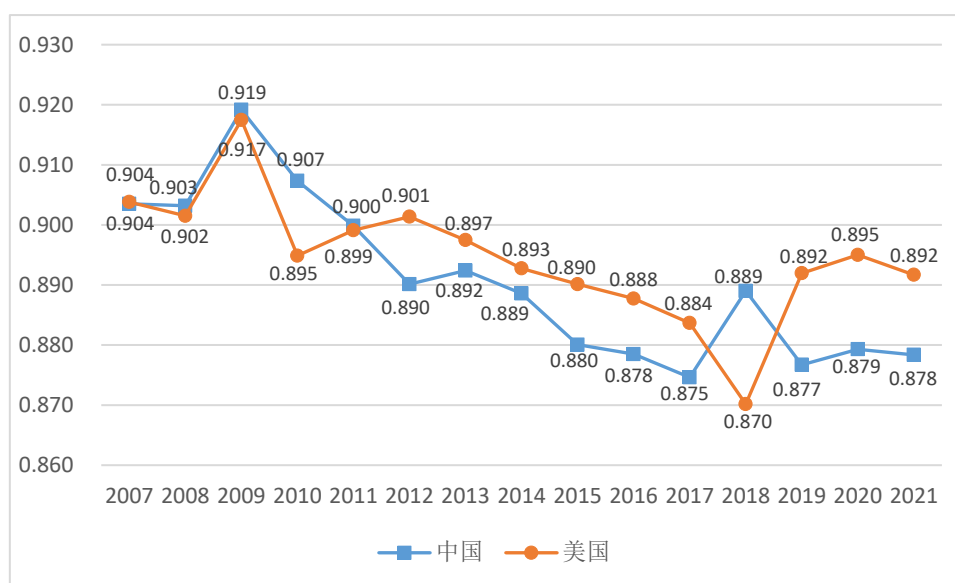


图 3.1 中美制造业 GVC 位置指数

产业层面来看，2007-2021 年中美制造业细分行业的 GVC 位置指数如表 3.2 所示。从 14 个细分行业来看，美国有 6 个行业的 GVC 位置指数大于中国，分别是纺织及服装制造业（C04），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14）和其他制造业及资源回收加工业（C16），说明美国上述行业较之于中国的同类行业而言，位于全球价值链的相对上游环节。其余 8 个行业，中国的 GVC 位置指数均大于

美国，分别是食品、饮料制造及烟草业（C03），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），化学原料及化工产品制造业（C09），金属及加工金属制品业（C12）及交通运输设备制造业（C15），说明中国上述行业与美国的同类行业相比，位于全球价值链的相对上游环节。

14个细分行业中，中国位于GVC中上游（GVC位置指数大于1）的行业有食品、饮料制造及烟草业（C03），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）和金属及加工金属制品业（C12）；而美国位于GVC中上游（GVC位置指数大于1）的行业是焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）。

表 3.2 中美制造业细分行业的 GVC 位置指数及产业技术差距

行业	中国 GVC 位置指数	美国 GVC 位置指数	产业技术差距
C03	1.117	0.860	-0.257
C04	0.755	0.847	0.092
C05	0.889	0.865	-0.024
C06	0.978	0.968	-0.010
C07	0.992	0.888	-0.104
C08	1.378	1.193	-0.185
C09	0.998	0.983	-0.015
C10	0.906	0.909	0.003
C11	0.848	0.898	0.051
C12	1.012	0.995	-0.017
C13	0.844	0.866	0.022
C14	0.848	0.852	0.004
C15	0.811	0.777	-0.034
C16	0.754	0.846	0.092

数据来源：根据UIBE GVC Index数据测算所得；

数据说明：产业技术差距=美国GVC位置指数-中国GVC位置指数。

（2）基于 GVC 位置指数的产业技术差距分析

基于 GVC 位置指数的中美细分行业的技术差距如表 3.2、图 3.2 所示。测算结果显示，中美两国产业技术差距较大的行业是其他制造业及资源回收加工业（C16）、纺织及服装制造业（C04），非金属矿物制品业（C11），机械制造业

(C13)，产业技术差距分别为 0.092, 0.092, 0.051, 0.022；中美产业技术差距较小的行业有电气及电子机械器材制造业 (C14)、橡胶和塑料制品 (C10)、木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业 (C06) 和化学原料及化工产品制造业 (C09)，技术差距分别是 0.004、0.003、-0.010 和 -0.015。技术差距小于 0 的行业分别是木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业 (C06) 和化学原料及化工产品制造业 (C09)，金属及加工金属制品业 (C12)，皮革、毛皮、羽毛 (绒) 及鞋类制品业 (C05)，交通运输设备制造业 (C15)，纸浆、纸张、印刷和出版业 (C07)，焦炭、精炼石油和核燃料加工业 (C08)，食品、饮料制造及烟草业 (C03)，说明基于 GVC 位置指数，这 8 个行业的技术水平中国要高于美国。

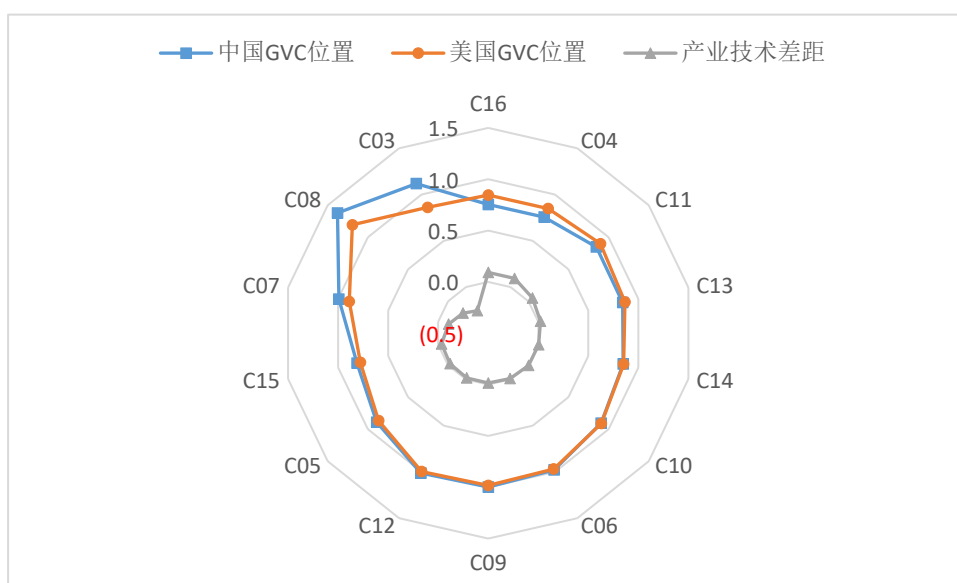


图 3.2 中美制造业产业技术差距

(3) GVC 参与度指数 (Wang 提出)

Wang 等 (2017) 提出的中美 GVC 前向参与度指数 GVC_pat_f 和后向参与度指数 GVC_pat_b 由 UIBE GVC Index 数据库中的数据筛选整理得到，结果如表 3.3 所示。

国家层面来看，2007-2021 年中美整体层面的 GVC 前向参与度指数变化趋势如图 3.3 所示。中国前向参与度指数自 2007 年后总体呈下降态势，美国前向参与度指数总体上呈增长态势。2007 和 2008 年中国的前向参与度指数大于美国的前向参与度指数，但 2009 年后，美国前向参与度指数均高于中国，表明在 2008

年前，中国国内生产要素在全球生产分工活动中的份额高于美国，中国以前进方向参与纳入全球价值链生产分工模式，在生产环节更是担负了原材料的供应和其他生产环节的任务，增值能力强。但 2009 年后，美国国内生产要素在全球生产分工活动中的占比高于中国，美国以前进方向参与纳入全球价值链生产分工模式，生产环节更是担负原材料供应的任务、研发设计及核心零部件的生产与供应，附加值较高。

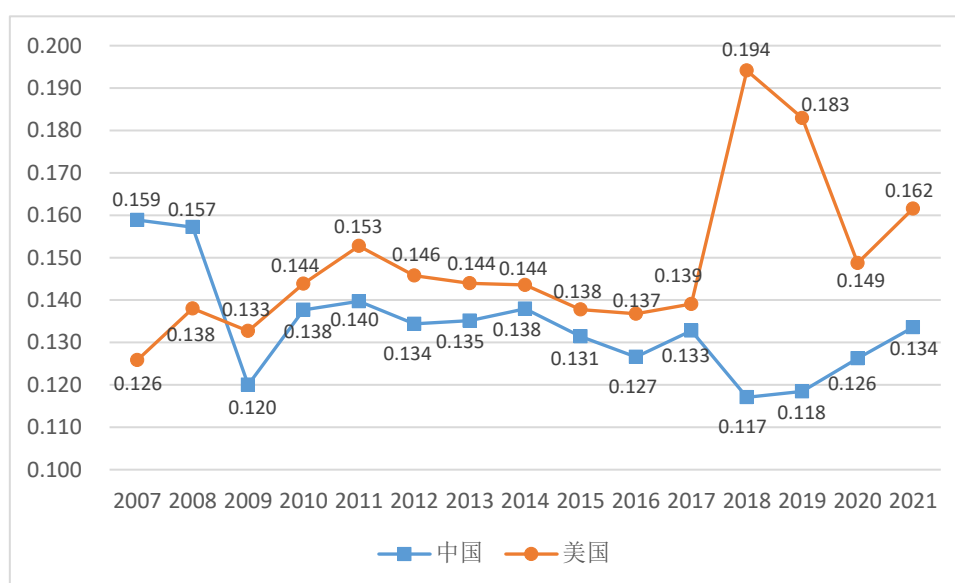


图 3.3 中美制造业 GVC 前向参与度指数

GVC 后向参与度指数变化趋势如图 3.4 所示。2014-2017 年，美国后向参与度指数高于中国，而在其余年份中，2007-2013 和 2018-2021 年间，中国后向参与度指数高于美国。表明从整体上看，中国最终产品生产中，来自 GVC 相关的生产贸易活动中所占比例高于美国，中国更多地以后向参与的方式融入 GVC 生产分工中，负责加工和装配、贴牌代工等低技术、低附加值的劳动组装活动，在高端人才培养方面，先进技术升级方面缺乏投入，被长期俘获锁定在产品价值链低端环节。

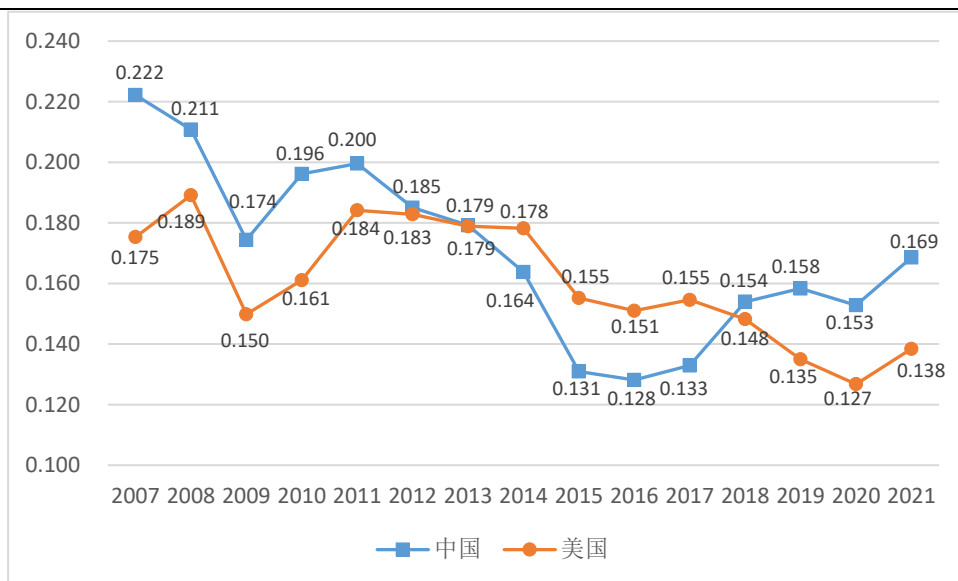


图 3.4 中美制造业 GVC 后向参与度指数

产业层面来看，中美 14 个细分行业的 GVC 前向参与度指数 GVC_pat_f 和 GVC 后向参与度指数 GVC_pat_b 如表 3.3 所示。中国有 6 个行业的 GVC_pat_f 大于美国同类行业，分别是食品、饮料制造及烟草业（C03），木材加工及木、竹、藤、棕、后草制品业（C06），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10），其他制造业及资源回收加工业（C16），说明这些行业的国内生产要素占全球生产分工活动的比重比美国同类行业高，这些行业在生产环节中更多地承担着原材料供应、研发设计或核心零部件生产供应等附加值较高的生产环节。而中国其余 8 个行业的 GVC_pat_f 小于美国，分别是纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮等制造业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），非金属矿物制品业（C11），金属及加工金属制品业（C12），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14），交通运输设备制造业（C15），说明美国这些行业的生产要素占全球生产分工活动的比重比中国同类行业高，在生产环节中更多地承担着原材料供应、研发设计或核心零部件生产供应等附加值较高的生产环节。

中国 14 个细分行业中，有 7 个行业的 GVC_pat_b 大于美国同类行业，分别是纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），金属及加工金属制品业（C12），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14），说明中

国这些行业最终产品生产来自全球价值链相关的生产和贸易活动的比重比美国高，中国更多地以后向参与的方式融入全球价值链的生产分工模式中，更多地承担着加工组装等低技术、低附加值的劳动装配活动，长期位于价值链的低端环节。而中国其余 7 个行业的 GVC_pat_b 小于美国，分别是食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），交通运输设备制造业（C15）和其他制造业及资源回收加后工业（C16），表明美国上述产业最终产品生产过程中与 GVC 有关的生产与贸易活动所占比中国高，以后向参与的方式嵌入 GVC 生产分工模式，负责加工和装配、贴牌代工等低技术、低附加值的劳动组装活动。

表 3.3 中美制造业细分行业的 GVC 参与度及产业技术差距

行业	中国 GVC_pat_f	美国 GVC_pat_f	产业技术差距	中国 GVC_pat_b	美国 GVC_pat_b	产业技术差距
C03	0.048	0.043	-0.005	0.087	0.117	0.029
C04	0.135	0.150	0.015	0.116	0.150	0.034
C05	0.070	0.085	0.015	0.135	0.199	0.064
C06	0.124	0.118	-0.006	0.134	0.153	0.018
C07	0.168	0.151	-0.017	0.158	0.079	-0.079
C08	0.155	0.160	0.005	0.274	0.299	0.024
C09	0.177	0.237	0.060	0.186	0.153	-0.033
C10	0.203	0.182	-0.021	0.187	0.181	-0.006
C11	0.083	0.139	0.056	0.154	0.125	-0.029
C12	0.164	0.215	0.051	0.209	0.177	-0.032
C13	0.124	0.155	0.030	0.189	0.168	-0.022
C14	0.208	0.215	0.006	0.273	0.099	-0.174
C15	0.079	0.163	0.084	0.177	0.227	0.050
C16	0.135	0.067	-0.069	0.106	0.122	0.016

数据来源：根据UIBE GVC Index数据库数据测算所得；

数据说明：产业技术差距=美国GVC前/后向参与度指数-中国GVC前/后向参与度指数。

（4）基于 GVC 参与度指数的产业技术差距分析

基于前向 GVC 参与度指数(Wang 等)的中美细分行业的技术差距如表 3.4、图 3.5 所示。测算结果表明，基于前向参与度指数，中美两国制造业的技术差距

较大的行业有交通运输设备制造业(C15)，化学原料及化工产品制造业(C09)，非金属矿物制品业(C11)，金属及加工金属制品业(C12)，机械制造业(C13)，纺织及服装制品业(C04)，皮革、毛皮等制品业(C05)，产业技术差距分别为0.084, 0.060, 0.056, 0.051, 0.030, 0.015及0.015。技术差距较小的行业电气及电子机械器材制造业(C14)，焦炭、精炼石油和核燃料加工业(C08)，食品、饮料制造及烟草业(C03)，皮革、毛皮、羽毛(绒)及鞋类制品业(C06)，产业技术差距分别是0.006, 0.005, -0.005以及0.006。技术差距小于0的行业有食品、饮料制造及烟草业(C03)，皮革、毛皮、羽毛(绒)及鞋类制品业(C06)，纸浆、纸张、印刷和出版业(C07)，橡胶和塑料制品业(C10)，其他制造业及资源回收加工业(C16)，说明这5个行业的技术水平中国要高于美国。

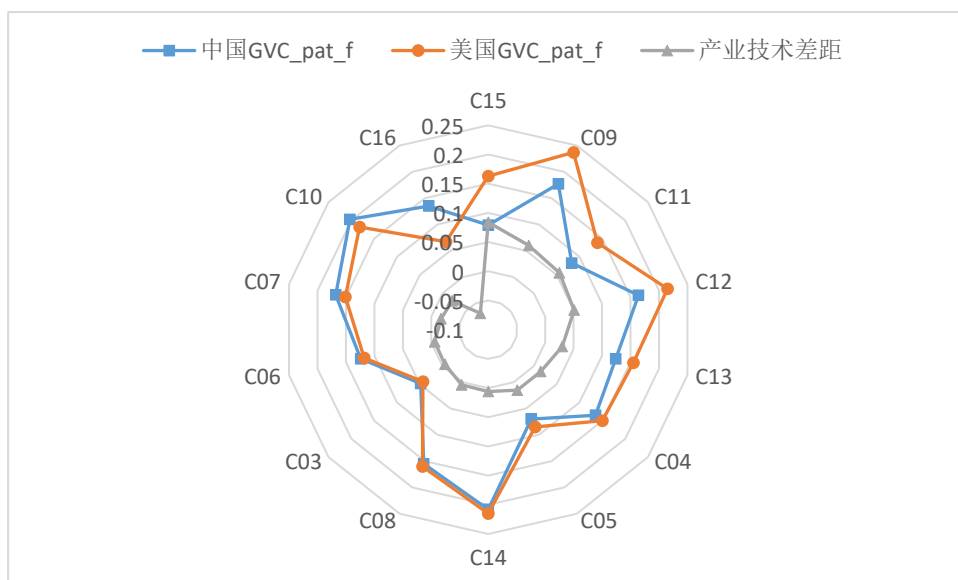


图 3.5 中美制造业技术差距

基于后向 GVC 参与度指数(Wang 等)的中美细分行业的技术差距如表 3.4、图 3.6 所示。由于后向参与度指数越大，说明行业更多地承担着加工组装、贴牌代工等生产活动，位于价值链的低端环节。结果显示，中美两国制造业的技术差距较大的行业有电气及电子机械器材制造业(C14)，纸浆、纸张、印刷和出版业(C07)，化学原料及化工产品制造业(C09)，金属及加工金属制品业(C12)，非金属矿物制品业(C11)，产业技术差距分别是-0.174, -0.079, -0.033, -0.032及-0.029。技术差距较小的行业是机械制造业(C13)，橡胶和塑料制品也(C10)，

其他制造业及资源回收加工业（C16），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），产业技术差距分别是-0.022，-0.006，0.016，0.018。此时技术差距大于0的行业有其他制造业及资源回收加工业（C16），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），交通运输设备制造业（C15），皮革、毛皮等制造业（C05），说明这7个行业的技术水平中国大于美国。

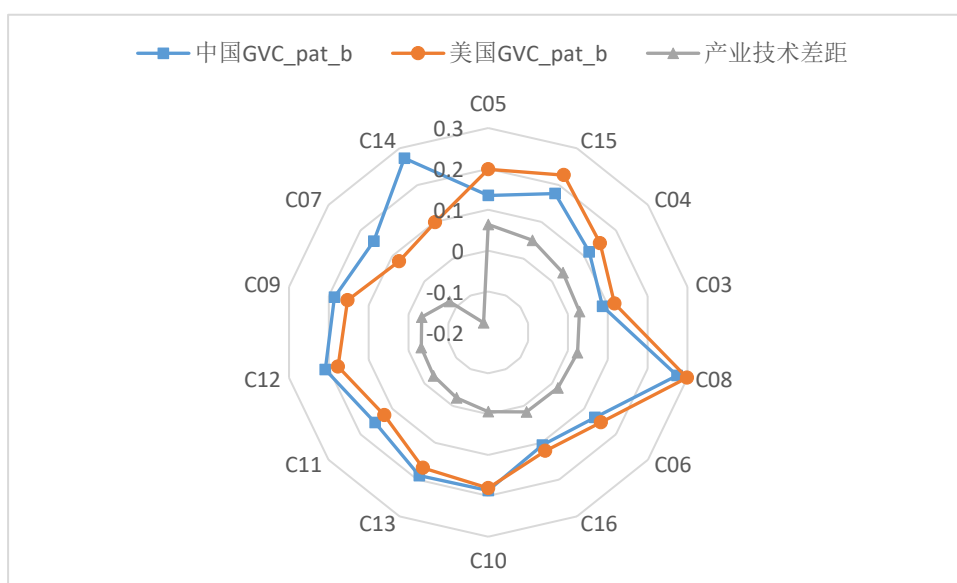


图 3.6 中美制造业产业技术差距

3.2.3 基于 GVC 地位指数及参与度指数的产业技术差距测度

(1) 中美制造业 GVC 地位指数比较

中美 GVC 地位指数使用总出口贸易额（EX）、最终产品出口和中间产品出口中包含的国外增加值（FVA）以及被进口国生产向第三国出口所吸收的国内增加值 DVA_INTrex 数据和公式 $GVC_Position_{ir} = \ln \left[1 + \frac{DVA_INTrex_{ir}}{E_{ir}} \right] - \ln \left[1 + \frac{FVA_{ir}}{E_{ir}} \right]$ 计算得到，计算结果如图 3.7，表 3.4 所示。

国家层面来看，2007-2021 年中美整体层面的 GVC 地位指数变化趋势如图 3.7 所示。考察期内中美 GVC 地位指数均呈现出上升趋势，但美国大致呈现 U 型，而中国大致呈现倒 U 型。2014-2017 年，中国的 GVC 地位指数大于美国的

GVC 地位指数，说明期间中国出口所含的本国中间产品价值比进口中间产品所含的价值更大，赚取了更多的附加值，比美国处于 GVC 更上游的位置；2007-2013 年以及 2018-2021 年，美国的 GVC 地位指数大于中国的 GVC 地位指数，说明期间美国出口所含的本国中间产品价值大于进口中间产品的价值，赚取了较多的附加值，位于 GVC 上游位置。

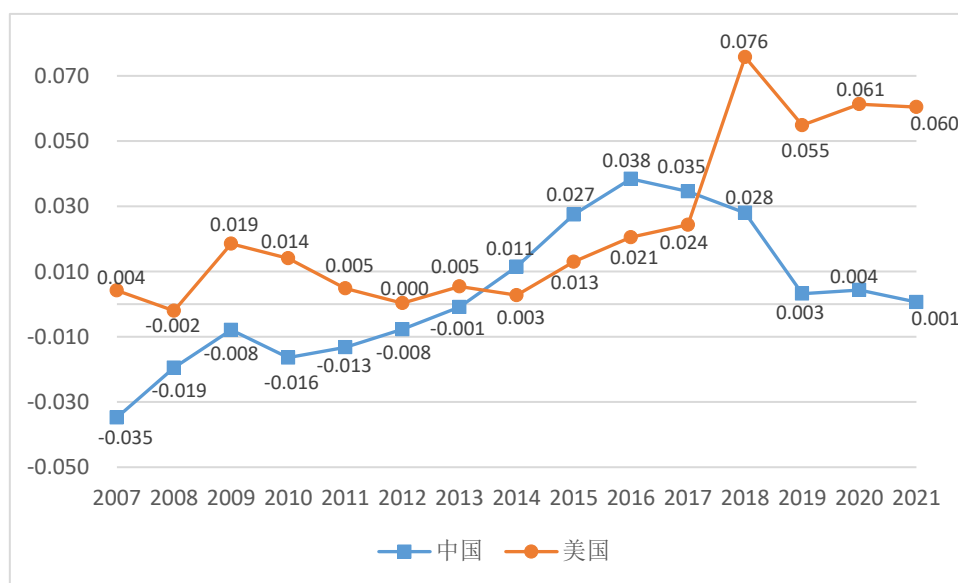


图 3.7 中美 GVC 地位指数

产业层面来看，中美 14 个细分行业的 GVC 地位指数比较如表 3.4 所示。从测算结果来看，美国有 9 个行业的 GVC 地位指数大于中国，这些行业分别是纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），化学原料及化工产品制造业（C09），非金属矿物制品业（C11），金属及加工金属制品业（C12），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14）和其他制造业及资源回收加工业（C16），说明美国这些行业出口所含的本国中间产品价值比进口中间产品价值的比例更大，赚取了更多的附加值，位于 GVC 上游位置，而中国这些行业相比美国位于 GVC 下游位置。中国只有 5 个行业的 GVC 地位指数大于美国，这些行业分别是食品、饮料制造及烟草业（C03），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），橡胶和塑料制品业（C10）以及交通运输设备制造业（C15），说明中国这些行业相比美国位于 GVC 上游位置。

表 3.4 中美制造业细分行业的 GVC 地位指数及产业技术差距

行业	中国 GVC 地位指数	美国 GVC 地位指数	产业技术差距
C03	-0.022	-0.039	-0.017
C04	-0.011	0.016	0.027
C05	-0.088	-0.047	0.040
C06	0.040	0.024	-0.017
C07	0.062	0.090	0.028
C08	0.028	-0.037	-0.065
C09	0.098	0.110	0.012
C10	0.052	0.046	-0.005
C11	-0.002	0.027	0.029
C12	0.063	0.084	0.021
C13	-0.040	0.006	0.046
C14	-0.075	0.112	0.188
C15	-0.019	-0.031	-0.012
C16	-0.043	-0.028	0.014

数据来源：根据UIBE GVC数据库数据测算所得；

数据说明：产业技术差距=美国GVC地位指数-中国GVC地位指数。

(2) 基于 GVC 地位指数的产业技术差距分析

基于 GVC 地位指数的中美细分行业的技术差距如表 3.4、图 3.8 所示。测算结果显示，中美两国制造业技术差距较大的行业是电气及电子机械器材制造业（C14），机械制造业（C13），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），非金属矿物制品业（C11），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），纺织及服装制造业（C04）和金属及加工金属制品业（C12），产业技术差距分别是 0.187, 0.046, 0.041, 0.029, 0.028, 0.027 以及 0.021。中美两国制造业技术差距较小的行业时其他制造业及资源回收加工业（C16），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10）以及交通运输设备制造业（C15），产业技术差距分别是 0.015, 0.012, -0.006 以及 -0.012。技术差距小于 0 的行业分别是橡胶和塑料制品业（C10），交通运输设备制造业（C15），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），食品、饮料制造及烟草业（C03），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），说明这 5 个行业的技术水平中国高于美国。

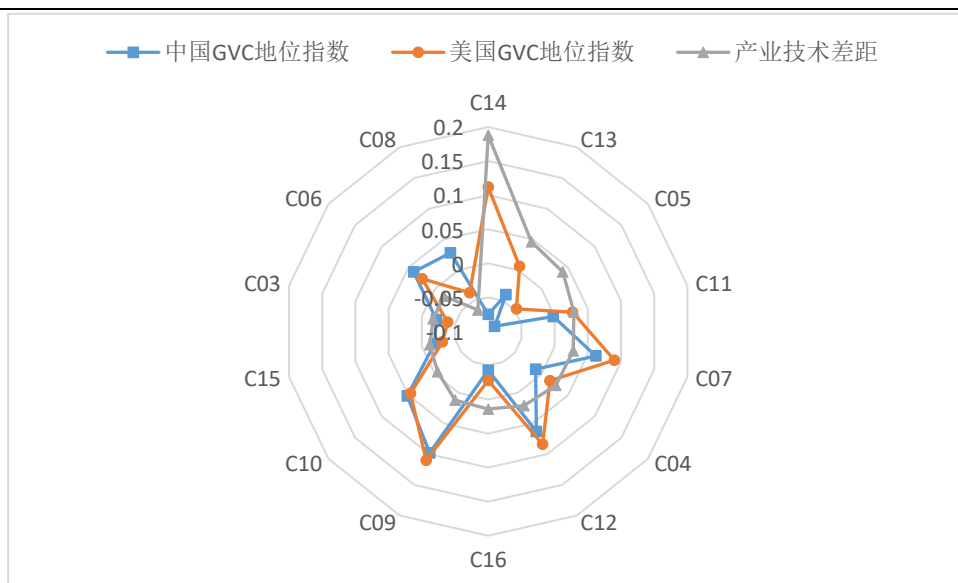


图 3.8 中美制造业产业技术差距

(3) GVC 参与度指数 (Koopman 提出)

使用总出口贸易额 (EX)、最终产品出口和中间产品出口中包含的国外增加值 (FVA) 以及被进口国生产向第三国出口所吸收的国内增加值 DVA_INT_{rex} 数据, 分别计算出中国和美国的前向参与度指数 $\frac{DVA_INT_{rex}_{ir}}{E_{ir}}$, 后向参与度指数 $\frac{FVA_{ir}}{E_{ir}}$ 以及总的参与度指数 $GVC_Participation_{ir} = \frac{DVA_INT_{rex}}{E_{ir}} + \frac{FVA_{ir}}{E_{ir}}$, 结果如图 3.9, 图 3.10, 图 3.11 和表 3.5 所示。

国家层面来看, 2007-2021 年, 美国的前向参与度指数呈现上升趋势, 而中国总体变化幅度不大, 2007-2013 年间中美两国前向参与程度相当, 2014-2017 年间中国的前向参与指数大于美国, 说明此期间中国相比美国处于 GVC 更上游的位置, 而 2018 年以后美国位于 GVC 上游位置, 且与中国相差较远。中美后向参与度指数均呈现下降趋势, 但美国的下降趋势更为明显, 2014-2017 年, 中国的后向参与度指数小于美国, 说明期间内中国相比美国处于 GVC 上游, 而其余年份美国的后向参与度指数均小于中国, 说明美国处于 GVC 上游位置。从总参与度指数 (即前向参与度指数与后向参与度指数相加) 来看, 除 2015、2018 年外, 其余年份中国的参与度指数均大于美国的参与度指数, 说明中国参与全球价值链分工的程度更深。

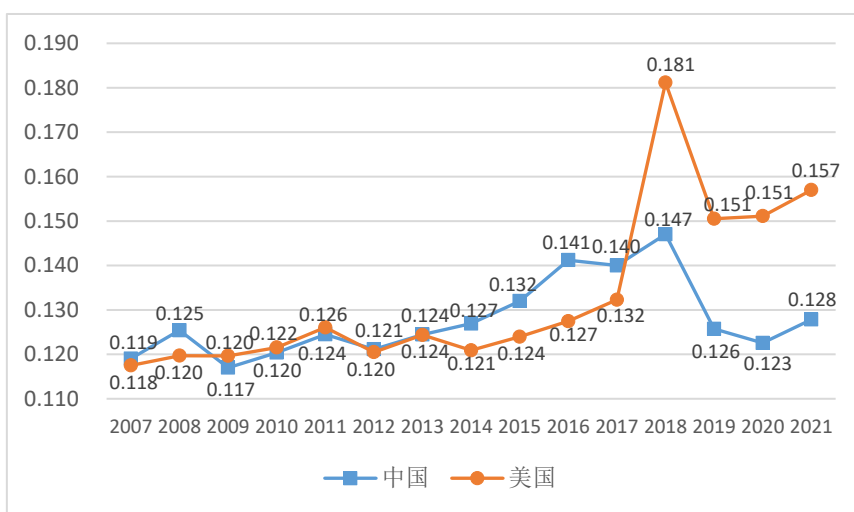


图 3.9 中美制造业 GVC 前向参与度指数

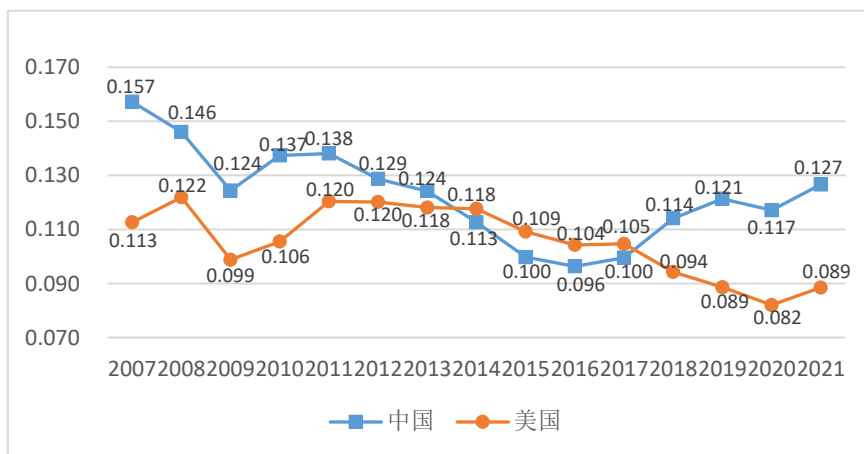


图 3.10 中美制造业 GVC 后向参与度指数

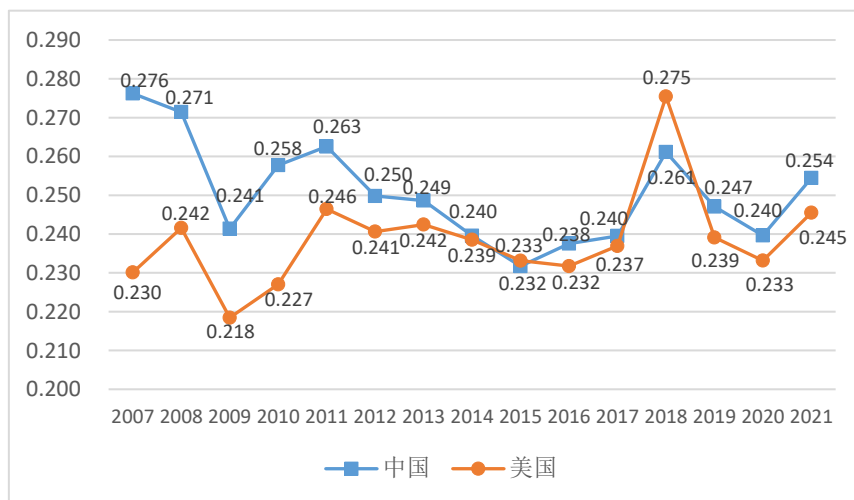


图 3.11 中美制造业 GVC 参与度指数

产业层面来看，从 GVC 前向参与度指数得出，中国相比美国位于 GVC 上游的行业有木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10），金属及加工金属制品业（C12），交通运输设备制造业（C15），美国相比中国位于 GVC 上游的行业有食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），非金属矿物制品业（C11），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14），其他制造业及资源回收加工业（C16）；从 GVC 后向参与度指数得出，中国相比美国位于 GVC 上游的行业有食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），交通运输设备制造业（C15），其他制造业及资源回收加工业（C16）；美国相比中国位于 GVC 上游的行业有纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），金属及加工金属制品业（C12），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14）；从总参与度指数得出，中国参与全球价值链分工程度更深的行业有木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），金属及加工金属制品业（C12），机械制造业（C13），电气及电子机械器材制造业（C14），而美国参与全球价值链分工程度更深的行业有食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），交通运输设备制造业（C15），其他制造业及资源回收加工业（C16）。

表 3.5 中美制造业细分行业的 GVC 参与度指数比较

行业	中国前向参与度	美国前向参与度	中国后向参与度	美国后向参与度	中国总参与度指数	美国总参与度指数	产业技术差距
C03	0.052	0.055	0.075	0.097	0.128	0.152	0.025
C04	0.083	0.115	0.095	0.097	0.177	0.212	0.034
C05	0.026	0.098	0.120	0.149	0.146	0.247	0.101

续表 3.5

C06	0.144	0.129	0.099	0.102	0.244	0.230	-0.012
C07	0.180	0.153	0.109	0.053	0.289	0.207	-0.083
C08	0.200	0.150	0.167	0.194	0.368	0.344	-0.023
C09	0.226	0.214	0.112	0.088	0.338	0.302	-0.036
C10	0.184	0.151	0.124	0.099	0.308	0.250	-0.058
C11	0.114	0.120	0.117	0.089	0.231	0.209	-0.022
C12	0.205	0.189	0.131	0.093	0.336	0.282	-0.054
C13	0.102	0.123	0.147	0.116	0.248	0.239	-0.010
C14	0.110	0.184	0.197	0.058	0.307	0.242	-0.065
C15	0.115	0.113	0.136	0.148	0.251	0.261	0.010
C16	0.045	0.067	0.091	0.098	0.136	0.164	0.029

数据来源：根据UIBE GVC数据库数据测算所得；

数据说明：产业技术差距=美国 GVC 总参与度指数-中国 GVC 总参与度指数。

(4) 基于 GVC 参与度指数的产业技术差距分析

基于 GVC 参与度指数的中美细分行业的技术差距如表 3.5、图 3.12 所示。测算结果显示，中美两国制造业技术差距较大的行业有皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），纺织及服装制造业（C04），其他制造业及资源回收加工业（C16），食品、饮料制造及烟草业（C03），产业技术差距分别是 0.101，0.034，0.029 以及 0.025。中美两国制造业技术差距较小的行业有机械制造业（C15），机械制造业（C13），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），产业技术差距分别是 0.010，-0.010 以及-0.012。技术差距小于 0 的行业分别是机械制造业（C13），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），非金属矿物制品业（C11），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），化学原料及化工产品制造业（C09），金属及加工金属制品业（C12），橡胶和塑料制品业（C10），电气及电子机械器材制造业（C14），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），说明中国这 9 个行业参与全球价值链分工的程度高于美国。

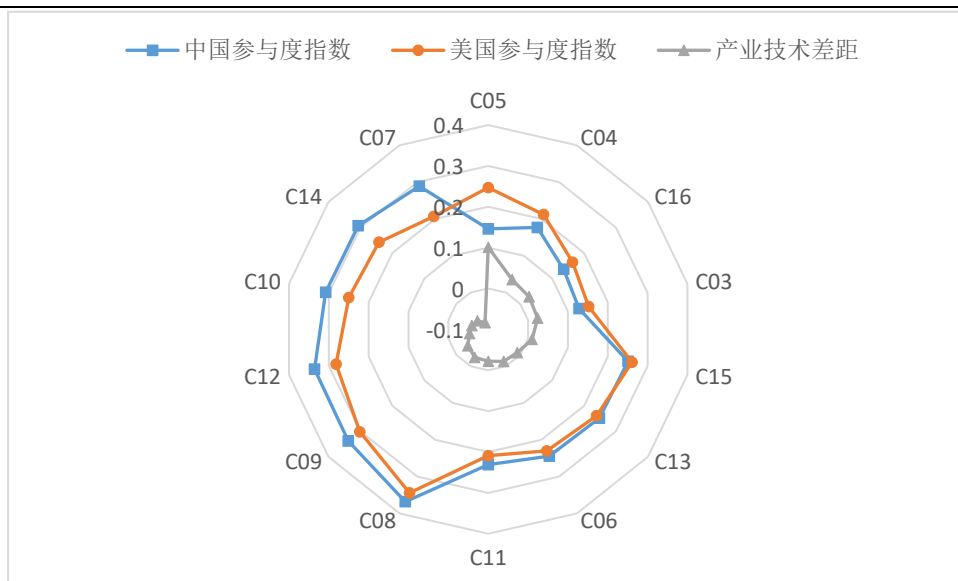


图 3.12 中美制造业产业技术差距

3.3 测度指标的比较

伍先福（2019）认为全球价值链位置指标大致分为两种。一种是可体现价值增值水平的经济地位，例如 koopman 等提出的 GVC 地位指数，因其界定简单、内涵清晰等优点被国内学者所常用；另一种是可度量生产分工环节的物理位置，例如 Wang 等提出的 GVC 位置指数。葛海燕等（2021）认为“GVC 位置”的高低只能从侧面体现一国（产业）所处地位，但不能等价于后者，重要的是，一国产业处于 GVC 较高的“位置”并不一定意味着其在 GVC 中拥有较强的竞争力和主导权。

从测算结果来看，2007-2021 年 GVC 位置均值为 0.938，大于美国的 GVC 位置均值 0.911；而 2007-2021 年 GVC 地位均值为 0.003，小于美国的 GVC 地位均值 0.024，GVC 地位所测得结果接近现实，因此第五章实证分析所需的技术差距数据由 Koopman 提出的 GVC 地位指数及相应的 GVC 参与度指数得到。

4 中国制造业技术进步的测度

Krugman (1979) 使用综合技术效率 (即 TFP) 作为广义技术进步的替代, 顾六宝和王俊霞 (2021), 任韬和宋子琨 (2022) 认为大多数中外学者也通过测算 TFP 衡量技术进步水平。因此, 本文使用 TFP 来代表技术进步水平。

4.1 技术进步测算方法及数据处理

4.1.1 测算方法

数据包络法 (DEA) 不需要设定函数的形式和分布假设, 生产前沿面仅通过线性规划的方法就可求得。同时, 还有现成的分析软件, 为数据测算提供软件支撑。数据包络模型分为规模报酬不变的 CCR 或 CRS 模型, 或可变的 CRS 或 BBC 模型。本章采用 DEAP2.1 软件, 选用 DEA 分析法, BCC 模型, 基于产出视角 (即产量最大化) 测度制造业细分行业技术进步水平。

该测算方法下, 综合技术效率体现了行业总体技术水平 (即 TFP), 可分解为纯技术效率、规模效率, 其中前者更多的反映出由于纯技术提升带来的技术效率水平提升, 反映出企业产品工艺创新带来了技术效率水平; 而规模效率是由于生产规模扩大而提高了行业生产效率水平。

4.1.2 数据处理及来源

为测算我国制造业各细分行业 TFP, 需要用到产出值、资本及劳动投入数据。由于工业行业统计口径调整, 工业总产值 2013 年后不再列出, 本文借鉴邱爱莲等 (2014), 李廉水等 (2020), 马建峰和赵田明娣 (2022) 的做法, 选取 2007-2016 年中国制造业各细分行业的工业销售产值作为测算的产出指标, 固定资产净值和年平均用工人人数作为测算的投入指标, 数据具体说明以及处理如下:

(1) 产出指标。工业销售产值是报告期内工业企业以货币表现的企业生产总值, 反映出工业企业的产出水平, 因此选取其为产出指标。为了避免价格对测算结果造成的影响, 本文采用分行业工业生产者出厂价格指数 (PPI), 并以 2006

年为基期，对各细分行业的工业销售产值进行价格指数平减。

(2) 投入指标。本文采用固定资产净值和年平均用工人人数作为测算的投入指标。由于统计年鉴中统计的是固定资产净值（固定资产原值减去累计折旧），所以并不需要做折旧处理。为了规避价格对测算结果造成的影响，本文采用固定资产投资价格指数，并以 2006 年为基期，对各细分行业的固定资产净值进行价格指数平减。

本文研究对象是制造业 27 个规模以上的工业企业，研究期为 2006—2016 年，本章原数据均来源于《中国工业统计年鉴》。

4.2 技术进步的测度

4.2.1 技术效率分析

由于 ADB-MRIO2021 数据库采用 ISIC/Rev.3（国际标准行业分类），所以将按国民经济行业分类的 27 个制造业细分行业合并整理为 14 个行业与之对应（见表 4.1）。运用 DEA-Multi Stage 方法对 2007-2016 年我国制造业 14 个细分行业的综合技术效率水平 TFP，及分解指标（纯技术效率、规模效率）进行测算，将整理结果见表 4.2、表 4.3、表 4.4。

表 4.1 国民经济行业分类与国际标准行业分类匹配

国际标准行业分类	国民经济行业分类
食品、饮料制造及烟草业	农副食品加工业 食品制造业 饮料制造业 烟草制品业
纺织及服装制造业	纺织业 纺织服装、鞋、帽制造业
皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业	皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品业
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业
纸浆、纸张、印刷和出版业	造纸及纸制品业 印刷业和记录媒介的复制
焦炭、精炼石油和核燃料加工业	石油加工、炼焦及核燃料加工业
化学原料及化工产品制造业	化学原料及化学制品制造业 医药制造业 化学纤维制造业

续表 4.1

橡胶和塑料制品业	橡胶制品业 塑料制品业
非金属矿物制品业	非金属矿物制品业
金属及加工金属制品业	黑色金属冶炼及压延加工业 有色金属冶炼及压延加工业 金属制品业
机械制造业	通用设备制造业 专用设备制造业
交通运输设备制造业	交通运输设备制造业
电气及电子机械器材制造业	电气机械及器材制造业 通信设备、计算机及其他电子设备制造业 仪器仪表及文化、办公用机械制造业
其他制造业及资源回收加工业	工艺品及其他制造业 废弃资源和废旧材料回收加工业

(1) 综合技术效率

综合技术效率是广义的技术水平，由纯技术效率与规模效率相乘得到。综合技术效率结果表明，2007年至2009年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）以及交通运输设备制造业（C15）成为技术前沿面，2010年至2012年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05）和焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）是技术前沿面；2013年至2016年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）以及其他制造业及资源回收加工业（C16）成为技术前沿面。

综合来看，中国制造业整体的综合技术效率呈现逐渐减小的趋势，均值为0.703。制造业细分行业中，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），其他制造业及资源回收加工业（C16），交通运输设备制造业（C15）以及食品、饮料制造及烟草业（C03）处于较高水平，其技术效率（0.809-1.000）远高于制造业平均水平；机械制造业（C13），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），电气及电子机械器材制造业（C14）以及纺织及服装制造业（C04）的综合技术效率（0.646-0.724）在制造业平均水平左右；而橡胶和塑料制品业（C10），金属及加工金属制品业（C12），化学原料及化工产品制造业（C09），非金属矿物制品业（C11）以及纸浆、纸张、印刷

和出版业（C07）的综合技术效率（0.379-0.594）远低于制造业平均水平。在所研究行业中，仅有6个行业的技术效率高于制造业平均水平，说明我国制造业整体技术水平不高。

表 4.2 2007-2016 年中国制造业细分行业的综合技术效率

行业	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值
C03	0.815	0.845	0.872	0.816	0.816	0.786	0.786	0.779	0.791	0.787	0.809
C04	0.634	0.647	0.665	0.665	0.665	0.644	0.637	0.632	0.637	0.631	0.646
C05	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C06	0.695	0.717	0.733	0.693	0.693	0.666	0.660	0.661	0.672	0.665	0.686
C07	0.428	0.410	0.421	0.381	0.381	0.338	0.335	0.340	0.376	0.384	0.379
C08	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C09	0.580	0.558	0.542	0.509	0.509	0.459	0.452	0.453	0.478	0.475	0.502
C10	0.613	0.637	0.651	0.615	0.615	0.577	0.574	0.562	0.557	0.542	0.594
C11	0.455	0.466	0.493	0.451	0.451	0.417	0.410	0.406	0.402	0.394	0.435
C12	0.722	0.703	0.649	0.582	0.582	0.508	0.474	0.460	0.464	0.485	0.563
C13	0.752	0.786	0.814	0.753	0.753	0.690	0.677	0.670	0.678	0.669	0.724
C14	0.787	0.740	0.783	0.698	0.698	0.610	0.594	0.584	0.596	0.588	0.668
C15	1.000	1.000	1.000	0.916	0.916	0.796	0.769	0.752	0.754	0.740	0.864
C16	0.920	0.967	0.975	0.972	0.972	0.972	1.000	1.000	1.000	1.000	0.978
均值	0.743	0.748	0.757	0.718	0.718	0.676	0.669	0.664	0.672	0.669	0.703

（2）纯技术效率

纯技术效率反映由纯粹技术带来的技术效率水平提升，即反映出产品工艺创新带来的技术效率水平提升。从纯技术效率结果表明，2007年至2011年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），金属及加工金属制品业（C12），交通运输设备制造业（C15）以及其他制造业及资源回收加工业（C16）成为技术前沿面，2012年及以后，木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06）不再是技术前沿面，综合技术效率降至0.697以下。

综合来看，中国制造业整体的纯技术效率呈现逐渐减小后又逐渐增大的趋势，均值为0.813，最小值出现在2012年，这一年中国制造业的纯技术效率为0.790。制造业细分行业中，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），金属及加工金属制品业（C12），交通运输设备

制造业（C15），其他制造业及资源回收加工业（C16）以及食品、饮料制造及烟草业（C03）处于较高水平，其纯技术效率（0.920-1.000）远高于制造业平均水平；木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），机械制造业（C13）和化学原料及化工产品制造业（C09）的纯技术效率（0.802-0.840）在制造业平均水平左右；而电气及电子机械器材制造业（C14），纺织及服装制造业（C04），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11）以及纸浆、纸张、印刷和出版业（C07）的纯技术效率（0.398-0.745）远低于全国平均水平。可见，在所研究的细分行业中，有 8 个行业的纯技术效率高于全国平均水平，这说明制造业大部分细分行业注重新产品以及新工艺研发。

表 4.3 2007-2016 年中国制造业细分行业的纯技术效率

行业	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值
C03	0.832	0.862	0.875	0.883	0.883	0.929	0.953	0.978	1.000	1.000	0.920
C04	0.655	0.669	0.690	0.733	0.733	0.753	0.774	0.797	0.814	0.808	0.743
C05	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C06	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.678	0.664	0.672	0.697	0.691	0.840
C07	0.437	0.411	0.423	0.389	0.389	0.342	0.348	0.365	0.431	0.446	0.398
C08	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C09	0.748	0.738	0.755	0.780	0.780	0.797	0.827	0.850	0.891	0.855	0.802
C10	0.644	0.641	0.657	0.641	0.641	0.600	0.612	0.634	0.682	0.668	0.642
C11	0.456	0.466	0.493	0.474	0.474	0.473	0.479	0.496	0.514	0.514	0.484
C12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C13	0.757	0.787	0.814	0.814	0.814	0.792	0.812	0.837	0.860	0.851	0.814
C14	0.803	0.754	0.788	0.737	0.737	0.700	0.702	0.720	0.758	0.755	0.745
C15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
均值	0.809	0.809	0.821	0.818	0.818	0.790	0.798	0.811	0.832	0.828	0.813

（3）规模效率

2007 年至 2009 年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）以及交通运输设备制造业（C15）成为技术前沿面，2010 年至 2012 年，交通运输设备制造业（C15）退出技术前沿面，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05）和焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）是技术前沿面；2013 年至 2016 年，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），

焦炭、精炼石油和核燃料加工业(C08)以及其他制造业及资源回收加工业(C16)成为技术前沿面。

综合来看,中国制造业整体的规模效率呈现逐渐减小的趋势,均值为0.872。制造业细分行业中,皮革、毛皮、羽毛(绒)及鞋类制品业(C05),焦炭、精炼石油和核燃料加工业(C08),其他制造业及资源回收加工业(C16),纸浆、纸张、印刷和出版业(C07),橡胶和塑料制品业(C10),非金属矿物制品业(C11),电气及电子机械器材制造业(C14)以及机械制造业(C13)处于较高水平,其规模效率(0.892-1.000)远高于制造业平均水平;饮料制造及烟草业(C03),纺织及服装制造业(C04)以及交通运输设备制造业(C15)的规模效率(0.864-0.885)在制造业平均水平左右;木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业(C06),化工产品制造业(C09)和金属及加工金属制品业(C12)的规模效率(0.563-0.832)远低于制造业平均水平。可见,在所研究的行业中,有10个行业的规模效率高于制造业平均水平,这表明我国制造业大部分行业是通过扩大生产规模以及专业化分工等提高其规模效率,从而使技术水平提升。

表 4.4 2007-2016 年中国制造业细分行业的规模效率

行业	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值
C03	0.979	0.979	0.996	0.924	0.924	0.846	0.825	0.796	0.791	0.787	0.885
C04	0.967	0.968	0.965	0.907	0.907	0.856	0.823	0.793	0.783	0.781	0.875
C05	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C06	0.695	0.717	0.733	0.693	0.693	0.982	0.994	0.983	0.963	0.963	0.842
C07	0.979	0.997	0.996	0.980	0.980	0.988	0.963	0.932	0.871	0.860	0.955
C08	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C09	0.775	0.755	0.718	0.653	0.653	0.576	0.547	0.533	0.536	0.555	0.630
C10	0.951	0.993	0.990	0.959	0.959	0.962	0.938	0.886	0.816	0.811	0.927
C11	0.997	1.000	0.999	0.950	0.950	0.881	0.854	0.819	0.781	0.767	0.900
C12	0.722	0.703	0.649	0.582	0.582	0.508	0.474	0.460	0.464	0.485	0.563
C13	0.994	0.999	0.999	0.925	0.925	0.871	0.834	0.801	0.789	0.786	0.892
C14	0.981	0.982	0.995	0.946	0.946	0.871	0.846	0.811	0.785	0.779	0.894
C15	1.000	1.000	1.000	0.916	0.916	0.796	0.769	0.752	0.754	0.740	0.864
C16	0.920	0.967	0.975	0.972	0.972	0.972	1.000	1.000	1.000	1.000	0.978
均值	0.926	0.933	0.930	0.886	0.886	0.865	0.848	0.826	0.810	0.808	0.872

由综合纯技术效率和规模效率的测算值来分析,食品、饮料制造及烟草业(C03),皮革、毛皮、羽毛(绒)及鞋类制品业(C05),焦炭、精炼石油和核

燃料加工业（C08），化学原料及化工产品制造业（C09），金属及加工金属制品业（C12），交通运输设备制造业（C15）和其他制造业及资源回收加工业（C16）这些行业以纯技术效率占优，其纯技术效率水平大于规模效率水平。而纺织及服装制造业（C04），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），机械制造业（C13）和电气及电子机械器材制造业（C14）这些行业以规模效率占优，其规模效率水平大于纯技术效率水平；这说明制造业细分行业中部分行业通过提高规模效率等方法来提升技术进步水平的途径较为有效，部分行业通过提高纯技术效率水平来提升技术进步水平的途径较为有效。

4.2.2 规模报酬分析

在研究期内食品、饮料制造及烟草业（C03），纺织及服装制造业（C04），化学原料及化工产品制造业（C09），金属及加工金属制品业（C12），和电气及电子机械器材制造业（C14）的规模报酬均递减；皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08）的规模报酬均不变；木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06）2007-2012年的规模报酬递增，2012-2016年的规模报酬递减；纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），橡胶和塑料制品业（C10）以及机械制造业（C13）2007-2009年的规模报酬递增，2010-2016年的规模报酬递减；非金属矿物制品业（C11）2007年的规模报酬递增，2008和2009年的规模报酬不变，2010年之后的规模报酬递减；交通运输设备制造业（C15）2007-2009年的规模报酬不变，2010年之后的规模报酬递减；其他制造业及资源回收加工业（C16）2007-2012年的规模报酬递增，2013年之后的规模报酬不变（见表4.5）。

表 4.5 2007-2016 年中国制造业细分行业的规模报酬情况

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
C03	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C04	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C05	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变
C06	递增	递增	递增	递增	递增	递增	递减	递减	递减	递减
C07	递增	递增	递增	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减

续表 4.5

C08	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变	不变
C09	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C10	递增	递增	递增	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C11	递增	不变	不变	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C12	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C13	递增	递增	递增	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C14	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C15	不变	不变	不变	递减	递减	递减	递减	递减	递减	递减
C16	递增	递增	递增	递增	递增	递增	不变	不变	不变	不变

5 中美技术差距对中国技术进步的影响研究

文章第三章基于全球价值链视角对中美技术差距进行测度，第五章对中国技术进步进行测度，本章旨在通过实证分析，准确估计出中美技术差距对中国技术进步的影响情况。

5.1 模型设定

5.1.1 基于 GVC 地位指数的模型设定

为了研究基于 GVC 地位指数中美两国制造业产业技术差距对中国制造业技术进步的影响，本文参考谢建国等（2020）、马建峰等（2022）构建如下回归模型：

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{Pgap_{it}} + \gamma_1 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

在上式中， i 表示制造业行业， t 为年份，被解释变量 TFP 为行业 i 在 t 年的技术进步；核心解释变量为 GVC_{Pgap} ，它表示基于 GVC 地位指数测算得到的中美两国制造业产业技术差距； Z_{it} 为控制变量，分别选取资本密度（Capd），人力资本（HC），研发投入强度（RD），行业出口密度（Open），行业规模（Scale）；以及随机误差项 ε_{it} 。

5.1.2 基于 GVC 参与度指数的模型设定

为了研究基于 GVC 参与度指数中美两国制造业产业技术差距对中国制造业技术进步的影响，构建如下回归模型：

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{pat_fgap_{it}} + \gamma_1 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{pat_bgap_{it}} + \gamma_1 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

在上式中， i 表示制造业行业， t 为年份，核心解释变量 GVC_{pat_fgap} 表示基于 GVC 前向参与度指数（koopman 等）测算得到的中美产业技术差距， GVC_{pat_bgap} 表示基于 GVC 后向参与度（koopman 等）测度得到的中美产业技术差距，其余变量和基于 GVC 地位指数的模型含义相同。

5.2 变量说明及来源

本文选取以下变量进行实证分析，详情见表 5.1。

技术进步（TFP）：用中国制造业各行业的全要素生产率表示，作者自测。

基于 GVC 地位指数的中美技术差距（GVC_{CP}gap）：用美国和中国制造业各行业的 GVC 地位指数之差表示，作者自测。

基于 GVC 前向参与度指数的中美技术差距（GVC_{pat}_fgap）：用美国和中国制造业各行业的 GVC 前向参与度指数之差表示，作者自测。

基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距（GVC_{pat}_bgap）：用美国和中国制造业各行业的 GVC 后向参与度指数之差表示，作者自测。

为了控制其他因素对结果的影响，本文选取如下控制变量：

行业规模（Scale）：用各行业工业销售产值与企业单位数之比表示。王玉燕和刘晓娟等（2020）认为由于工业企业存在规模经济效益，因此行业规模与技术进步显著正相关。行业规模反映出行业发展程度，规模越大的行业越有可能产生规模报酬，其发展模式应随着行业规模的变化而做出调整，进而影响技术进步（谢建国，2020）。

行业出口密度（Open）：用行业出口交货值占工业销售产值的比重表示。马建峰（2022）研究显示，出口密度高的行业由于能更快地参与到国际产业分工中，因此对技术进步产生积极影响。

研发强度（RD）：用各行业 R&D 内部支出并取对数表示，用以反映行业国内自主研究强度。通常认为投入 R&D 越多，越能促进行业技术进步。

资本强度（Capd）：用行业固定资产净值与从业人员之比，并取对数表示。谢建国和张宁（2020）认为资本密集度高的行业同时也是技术密集度高的行业，资本强度对行业技术进步产生积极影响。

人力资本（HC）：用 R&D 人员与从业人员之比，并取对数表示。尽管经济全球化会促进技术扩散和技术追赶，但是，人力资本积累仍然对经济体技术进步具有显著影响，除此之外，在经济体持续向技术前沿靠拢的过程中，人力资本结构与技术效率变动之间的关系表现为边际递减（台航和崔小勇，2017）。

控制变量 Scale、Open、Capd 原数据来源于中国工业企业数据库，RD、HC

原数据来源于中国科技统计年鉴，数据时间范围均为 2009-2016 年。表 5.1 为各变量的描述性统计：

表 5.1 变量说明与数据来源

变量	N	max	min	mean	sd
TFP	112	1.00	0.34	0.69	0.21
GVCpgap	112	0.22	-0.12	0.01	0.06
GVC_pat_fgap	112	0.08	-0.09	0.00	0.04
GVC_pat_bgap	112	0.09	-0.16	-0.01	0.05
Scale	112	41.98	0.52	5.21	8.75
Open	112	0.43	0.01	0.12	0.10
RD	112	8.04	1.73	5.31	1.56
Capd	112	4.72	1.16	2.95	0.71
HC	112	7.37	2.80	5.31	0.88

5.3 实证结果分析

利用软件 STATA14，本节的实证回归结果如表 5.2、表 5.3 和表 5.4 所示，表 5.2 为基于 GVC 地位指数的模型回归，表 5.3 为基于 GVC 前向参与度指数的模型回归，表 5.4 为基于 GVC 后向参与度指数的模型回归。本文进行了 Hausman 检验以决定采用随机效应模型或者是固定效应模型，检验结果显示拒绝原假设，即行业个体效应是固定的，因此采用个体固定效应模型进行回归，所以本文最终以回归（3）的结果为准。

5.3.1 基于 GVC 地位指数的模型回归结果

表 5.2 显示了基于 GVC 地位指数的模型回归结果。可以得出，GVCpgap 与技术进步在 1% 的显著性水平上显著正相关，回归系数为 0.871，说明基于 GVC 地位指数的中美技术差距可以促进制造业技术进步，这也表明中美技术差距越大，越能促进技术进步。究其原因是随着两国技术水平上拉近，技术模仿的难度加大、技术引进成本也上升，致使技术溢出效应减弱，所以，技术进步的难度就愈大。这一成果带有很强的政策含义，在中美技术差距越来越小的情况下，以出口贸易推动制造业的技术进步将变得更加困难，如何持续提高国内技术水平，是今后中

国需高度重视的一个课题。

在控制变量方面，资本强度（Capd）的回归系数并不显著。人力资本（HC）与技术进步显著正相关，说明 R&D 人员与从业人员之比越大，即 R&D 人员越多，越能促进技术进步。而行业规模（Scale）、行业出口密度（Open）、研发强度（RD）均与技术进步显著负相关。

表 5.2 基于 GVC 位置指数的模型回归结果

变量名	(1) 混合回归	(2) 随机效应回归	(3) 个体固定效应回归
GVCpgap	-1.177*** (-2.71)	0.793*** (3.96)	0.871*** (4.37)
Scale	0.009*** (2.64)	-0.003*** (-2.73)	-0.004*** (-3.33)
Open	0.513 (1.15)	-0.255 (-1.36)	-0.393** (-2.08)
RD	-0.104*** (-5.44)	-0.044*** (-3.08)	-0.035** (-2.39)
Capd	-0.090 (-1.46)	-0.038 (-1.35)	-0.044 (-1.59)
HC	0.146*** (5.66)	0.049** (2.19)	0.041* (1.86)
Constant	0.631*** (3.30)	0.821*** (8.50)	0.850*** (10.00)
N	112	112	112
R2	0.475	0.534	0.539

注：***、**和*分别表示系数在 1%、5%和 10%的水平下显著。

5.3.2 基于 GVC 参与度指数的模型回归结果

表 5.3 显示了基于 GVC 前向参与度指数的模型回归结果。可以得出，GVC_pat_fgap 与技术进步在 1% 的显著性水平下显著正相关，回归系数为 1.352，说明基于 GVC 参与度指数的中美技术差距可以促进制造业技术进步，这也表明中美技术差距越大，对技术进步的提升作用越大。原因同上，随着两国技术水平的拉近，由于技术模仿难度增加、技术引进成本增加，导致技术进步越困难。

控制变量方面，行业出口密度（Open）、资本强度（Capd）、人力资本（HC）的回归系数并不显著。研发投入（RD）、行业规模（Scale）与技术进步显著负

相关。

表 5.3 基于 GVC 前向参与度指数的模型回归结果

变量名	(1) 混合回归	(2) 随机效应回归	(3) 个体固定效应回归
GVC_pat_fgap	3.557*** (7.36)	1.406*** (4.11)	1.352*** (3.92)
Scale	0.006** (2.50)	-.004*** (-2.92)	-0.004*** (-3.43)
Open	0.145 (0.49)	-0.174 (-0.95)	-0.280 (-1.48)
RD	-0.172*** (-11.76)	-0.046*** (-3.23)	-0.038** (-2.61)
Capd	0.076* (1.66)	-0.036 (-1.30)	-0.046 (-1.63)
HC	0.155*** (7.80)	0.035 (1.18)	0.028 (1.25)
Constant	0.525*** (3.77)	0.903** (9.71)	0.942*** (11.59)
N	112	112	112
R2	0.557	0.520	0.523

注：***、**和*分别表示系数在 1%、5%和 10%的水平下显著。

表 5.4 显示了基于 GVC 后向参与度指数的模型回归结果。可以得出，GVC_pat_bgap 与技术进步在 1%的显著性水平下显著负相关，回归系数为-0.930，说明基于 GVC 参与度指数的中美技术差距不能促进制造业技术进步，这也表明中国制造业基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距越大，降低了技术进步。究其原因是我国制造业 GVC 的后向参与度指数偏大，以引进相应中间产品生产为主，我部负责加工和装配、贴牌代工这样一种低技术、低附加值，复杂又单纯的劳动组装活动，在高端人才的培养中、先进技术和其他必要升级投入要素缺乏，长期捕获并锁定产品价值链低端环节。

控制变量方面，行业规模(Scale)、行业出口密度(Open)、资本强度(Capd)、研发投入(RD)均与技术进步显著负相关。而人力资本(HC)与技术进步显著正相关，说明 R&D 人员与从业人员之比越大，即 R&D 人员越多，越能促进技术进步。

表 5.4 基于 GVC 后向参与度指数的模型回归结果

变量名	(1)	(2)	(3)
	混合回归	随机效应回归	个体固定效应回归
GVC_pat_bgap	2.425*** (6.83)	-0.493* (-1.74)	-0.930*** (-3.39)
Scale	0.008** (2.31)	-0.003** (-1.96)	-0.005*** (-3.42)
Open	0.814*** (1.76)	-0.030 (-0.14)	-0.402*** (-2.03)
RD	-0.088*** (-5.86)	-0.055*** (-3.47)	-0.034** (-2.26)
Capd	-0.022 (-0.37)	-0.043 (-1.43)	-0.054* (-1.90)
HC	0.118*** (4.52)	0.058** (2.29)	0.045* (1.94)
Constant	0.485*** (2.65)	0.817*** (8.04)	0.855 (0.505)
N	112	112	112
R2	0.614	0.470	0.241

注：***、**和*分别表示系数在 1%、5%和 10%的水平下显著。

5.4 稳健性检验

由于行业通过扩大生产规模及专业化分工等提高其规模效率，进而促进技术进步，因此将综合技术效率 TFP 替换为规模效率（第四章测得）进行稳健性检验。稳健性回归结果见表 5.5。

GVCpgap、GVC_pat_fgap 的回归系数均大于 0，而 GVC_pat_bgap 的回归系数均小于 0，与上文得到的结果一样，说明基于 GVC 地位指数和基于 GVC 前向参与度的中美技术差距均可以促进制造业技术进步，且中美技术差距越大，越能促进技术进步。而基于 GVC 后向参与度的中美技术差距不能促进制造业技术进步。控制变量方面，行业规模（Scale）、行业出口密度（Open）的回归系数并不显著。资本强度（Capd）、研发强度（RD）均与技术进步显著负相关。人力资本（HC）与技术进步在 1%的显著性水平上显著正相关，回归系数为 0.186，因此人力资本是影响经济体技术进步的重要因素。

表 5.5 稳健性回归结果

变量名	(1)	(2)	(3)
GVCpgap	1.702*** (5.00)		
GVC_pat_fgap		2.571*** (4.31)	
GVC_pat_bgap			-1.884*** (-4.00)
Scale	-0.003 (-1.41)	-0.003 (-1.55)	-0.004 (-1.56)
Open	-0.457 (-1.41)	-0.234 (-0.71)	-0.485 (-1.42)
RD	-0.074*** (-3.00)	-0.081*** (-3.21)	-0.072*** (-2.81)
Capd	-0.142*** (-3.00)	-0.147*** (-3.02)	-0.161*** (-3.29)
HC	0.178*** (4.69)	0.152*** (3.93)	0.186*** (4.67)
Constant	0.785*** (5.40)	0.967*** (6.88)	0.785*** (5.05)
N	112	112	112
R2	0.491	0.462	0.449

注：***、**和*分别表示系数在 1%、5%和 10%的水平下显著。

6 结论与建议

6.1 研究结论

本研究基于 ADB-MRIO2021 数据库和中国工业企业的制造业细分行业数据，首先选取 Wang 等（2017）提出的 GVC 位置指数、前向及后向参与度指数；Koopman 等（2010）提出的 GVC 地位指数、前向及后向参与度指数，分别对中美技术差距进行测度与分析；其次基于 TFP、纯技术效率、规模效率及规模报酬对中国制造业细分行业的技术进步进行测度与分析；最后分析基于 GVC 地位指数、GVC 前向及后向参与度指数的中美技术差距对中国制造业技术进步的影响情况，得到以下研究结论：

第一，基于 GVC 位置指数的中美技术差距测算结果显示，中美产业技术差

距较大（排名前三）的行业是其他制造业及资源回收加工业（C16）、纺织及服装制造业（C04）和非金属矿物制品业（C11）；产业技术差距较小的行业是电气及电子机械器材制造业（C14）、橡胶和塑料制品（C10）、木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06）和化学原料及化工产品制造业（C09）。基于 GVC 前向参与度指数的中美技术差距测算结果显示，产业技术差距较大的行业是交通运输设备制造业（C15），化学原料及化工产品制造业（C09）和非金属矿物制品业（C11）；技术差距较小的行业电气及电子机械器材制造业（C14），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），食品、饮料制造及烟草业（C03），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C06）。基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距测算结果显示，产业技术差距较大的行业有电气及电子机械器材制造业（C14），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），化学原料及化工产品制造业（C09）；技术差距较小的行业是机械制造业（C13），橡胶和塑料制品也（C10），其他制造业及资源回收加工业（C16），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06）。

第二，基于 GVC 地位指数的中美技术差距测算结果显示，中美两国制造业产业技术差距较大的行业是电气及电子机械器材制造业（C14），机械制造业（C13），皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05）；产业技术差距较小的行业是其他制造业及资源回收加工业（C16），化学原料及化工产品制造业（C09），橡胶和塑料制品业（C10）以及交通运输设备制造业（C15）。基于 GVC 参与度指数测算结果显示，中美两国制造业技术差距较大的行业有皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），纺织及服装制造业（C04），其他制造业及资源回收加工业（C16）；产业技术差距较小的行业有机械制造业（C15），机械制造业（C13），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06）。

第三，中国制造业整体的综合技术效率（TFP）呈现逐渐减小的趋势。细分行业中，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），其他制造业及资源回收加工业（C16），交通运输设备制造业（C15）以及食品、饮料制造及烟草业（C03）处于较高水平，其综合技术效率远高于制造业平均水平；机械制造业（C13），木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业（C06），电气及电子机械器材制造业（C14）以及纺织及服装制造业（C04）的综合技术效率（0.646-0.724）制造业平均水平左右；而橡胶和塑料制品业（C10），

金属及加工金属制品业（C12），化学原料及化工产品制造业（C09），非金属矿物制品业（C11）以及纸浆、纸张、印刷和出版业（C07）的综合技术效率远低于制造业平均水平。仅有不到一半行业的综合技术效率高于制造业平均水平，说明我国制造业整体技术水平不高。

第四，中国制造业整体的纯技术效率呈现 U 型趋势。细分行业中，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），金属及加工金属制品业（C12），交通运输设备制造业（C15），其他制造业及资源回收加工业（C16）以及食品、饮料制造及烟草业（C03）处于较高水平，其纯技术效率远高于制造业平均水平。有 8 个行业的纯技术效率高于全国平均水平，这说明制造业大约一半行业注重新产品、新工艺的研发。

第五，中国制造业整体的规模效率呈现逐渐减小的趋势。细分行业中，皮革、毛皮、羽毛（绒）及鞋类制品业（C05），焦炭、精炼石油和核燃料加工业（C08），其他制造业及资源回收加工业（C16），纸浆、纸张、印刷和出版业（C07），橡胶和塑料制品业（C10），非金属矿物制品业（C11），电气及电子机械器材制造业（C14）以及机械制造业（C13）处于较高水平，其规模效率远高于制造业平均水平。有 10 个行业的规模效率高于制造业平均水平，这说明我国制造业绝大部分行业通过扩大生产规模、专业化分工、精细化管理等提高其规模效率，提升其技术进步水平。

第六，基于 GVC 地位指数的中美技术差距对技术进步的回归结果显示，GVC_Pgap 与技术进步在 1% 的显著性水平上显著正相关，说明基于 GVC 地位指数的中美技术差距可以促进制造业技术进步，这也表明中美技术差距越大，越能促进技术进步。究其原因是由于两国在技术水平上不断拉近，技术引进成本提高，技术模仿难度也变高，造成技术溢出效应减弱，因此技术进步变难。这一成果带有很强的政策含义，在中美技术差距越来越小的情况下，以出口贸易推动制造业的技术进步，今后将变得更加困难，如何持续维持和提高国内技术水平，是今后中国需高度重视的一个课题。

第七，基于 GVC 前向参与度指数的中美技术差距对技术进步的回归结果显示，GVC_{pat}_fgap 与技术进步在 1% 的显著性水平下显著正相关，说明基于 GVC 参与度指数的中美技术差距可以促进制造业技术进步，这也表明中美技术差距越

大，对技术进步的提升作用越大。基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距对技术进步的回归结果显示，GVC_pat_bgap 与技术进步在 1% 的显著性水平下显著负相关，说明基于 GVC 参与度指数的中美技术差距不能促进制造业技术进步，这也表明中国制造业基于 GVC 后向参与度指数的中美技术差距越大，却降低了技术进步。究其原因是中国制造业 GVC 的后向参与度指数较高，表明它主要进口对应的中间产品进行生产，在加工组装过程中、贴牌代工这样一种低技术、低附加值，复杂又简单的劳动装配活动，与此同时，高端人才、先进技术和其他必要的升级投入要素不充分，长期捕获并锁定于产品价值链低端环节。。

第八，将综合技术效率 TFP 替换为规模效率进行稳健性检验，结果显示，GVCpgap、GVC_pat_fgap 的回归系数均大于 0，而 GVC_pat_bgap 的回归系数均小于 0，与上文得到的结果一样，说明基于 GVC 地位指数和基于 GVC 前向参与度的中美技术差距均可以促进制造业技术进步，且中美技术差距越大，越能促进技术进步，而基于 GVC 后向参与度的中美技术差距不能促进制造业技术进步。

第九，控制变量方面，行业规模（Scale）、行业出口密度（Open）、研发投入（RD）、资本强度（Capd）与技术进步在显著负相关，而人力资本（HC）与技术进步显著正相关，因此人力资本是影响经济体技术进步的重要因素，R&D 人员越多，越能促进技术进步。

6.2 政策建议

中国制造业已经深度嵌入 GVC，参与 GVC 的过程中，其技术水平不断提升。缩短同世界技术前沿国家之间的技术差距，推动技术进步，这是《中国制造 2025》的奋斗目标之一。目前我国制造业体量巨大，产业链复杂，国际竞争也愈发激烈，但由于自身技术水平较低，仍处于 GVC 中低端环节。为此，结合本研究的结论，提出以下几点政策建议。

第一，引领中国制造业全面走向全球价值链的高端位置。我国目前的确是一个制造大国，却不是制造强国，测算结果也得知，我国制造业总体上处于 GVC 的中下游，且主要集中于传统加工贸易，因此推动我国制造业从中低端向中高端攀升成为亟待解决的问题。提升企业研发能力和国际竞争力来促进产业技术进步、

以及提高产品附加值是我国制造业发展的必由之路。政府应该发挥“看得见的手”的作用，引导制造业全面攀升至 GVC 高端位置，力争缩小同发达国家技术差距。在这一过程中，必须要有相应的政策措施作为支撑，具体说来，可从以下几个方面采取措施。首先，政府应加大政策扶持力度，适当减轻制造业行业税费负担，为行业发展提供良好的政策环境。因为我国制造业存在着利润率偏低的现象，且竞争激烈，如税费降低，会鼓励企业进入这一领域，并且会激励整个产业进行研发升级。其次，政府要动员国企合作，提供资金支持，建立研发基金，加大企业研发投入力度，鼓励制造业企业提高其创新能力，激励企业攻克“卡脖子”技术难关。

第二，推动技术密集型行业的技术进步。根据 GVC 地位指数，中美产业技术差距最大的产业为电气和电子机械器材制造业（C14），第二是机械制造业（C13），均为技术密集型行业。由于推动高，精，尖行业通常都要花费巨大的财力，人力，并且回报周期较长，由此使得技术密集型行业克服“卡脖子”技术动力不足。因此政府应动员一切资源，指导、帮助技术密集型行业开展技术攻关，同时引进国外先进技术，可以在一定程度上弥补国内技术创新的不足，但在中国企业和世界先进国家技术差距越来越小的情况下，技术引进难度和费用加大，我国产业发展需实现由引进模仿型到创新自主开发型技术发展战略，即由于伴随着中国国内产业技术水平不断提升，和中美技术差距不断缩小，传统的策略愈来愈难见效，这时增加科技投入，激发和推动中国技术密集型产业自主研发，是提升国内技术水平和技术进步的基本策略。

第三，鼓励劳动密集型产业积极融入 GVC。劳动密集型产业主要是依靠人口红利，但其技术水平相对滞后，且远落后于技术前沿，随着劳动力优势减弱，其国际竞争力会不足。因此政府需应出台政策，鼓励其积极嵌入 GVC 中，积极与国外产业合作，谋求技术溢出，模仿学习，提高自己的技术水平。

第四，注重人力资本的积累，推动技术进步。模型回归结果以及稳健性检验得出，人力资本能显著提升技术进步。所以应鼓励企业加大对人力资本的投入力度，同时加强对劳动者自身素质的培训。首先，政府要在体制上对人力资本进行无差异化基础教育与差异化高等教育。基础教育中，公平问题急需解决，应加大对农村义务教育的经费支持力度，改善办学条件，以名师和优师之力，培养农村

新人才，缩小城乡基础教育差异，打牢根基；在高等教育中，要培养高素质专业型、应用型人才，地方公共服务部门提供设置职业课程，以适应市场需要。其次，应加强产学研合作，通过招标课题等形式鼓励高校科研机构与制造业企业进行横向协作和互动研究，提高创新能力。健全专利制度，设立创新知识库，避免专利权的滥用，适度但不过度保护企业的知识产权。

参考文献

- [1] Acemoglu D., Zilibotti F.. Productivity Differences[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2001, 116(2): 563-606.
- [2] Art D., Kim H.. To Steal or Not to Steal: Firm Attributes, Legal Environment, and Valuation[J]. The Journal of Finance, 2005, 60(3): 1461-1493.
- [3] Antràs T., et al. Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows[J]. The American Economic Review, 2012, 102(3): 412-416.
- [4] Basu S., David N., Weil P.. Appropriate Technology and Growth[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1998, 113(4): 1025-1054.
- [5] Dietzenbacher E., Luna R. I., Bosma N. S.. Using Average Propagation Lengths to Identify Production Chains in the Andalusian Economy[J]. Estudios de Economía Aplicada, 2005, 23(2): 405-422.
- [6] Dietzenbacher E., Romero I.. Production Chains in an Interregional Framework: Identification by Means of Average Propagation Lengths[J]. International Regional Science Review, 2007, 30(4): 362-383.
- [7] Elise S., Paul R., Tsiddon D.. Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership[J]. The American Economic Review, 1993, 83(5): 1211-1219.
- [8] Fransman M.. Technological Capability in the Third World(Book Review)[J]. Third World Planning Review, 1985, 72-77.
- [9] Fujita M., Ogawa H.. Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-monocentric Urban Configurations[J]. Regional Science and Urban Economics, 1982, 12(2): 161-196.
- [10] Fally T.. Production Staging: Measurement and Facts[R]. Mimeo, University of Colorado Boulder, 2012.
- [11] Gereffi G.. Beyond the producer-driven/buyer-driven dichotomy the evolution of global value chains in the internet era[J]. IDS bulletin. 2001, 32(3): 30-40.
- [12] Hummels D., Ishii J., Yi K.. The Nature and Growth of Vertical Specialization in

- World Trade[J], *Journal of International Economics*, 2001(54).
- [13] Kinoshita Y.. R&D and technology spillovers through FDI: innovation and absorptive capacity, *CEPR Discussion Papers*, 2001. No. 2775.
- [14] Kinoshita Y.. Technology Spillovers through Foreign Direct Investment[J]. *William Davidson Institute Working Papers*, 1998.
- [15] Koopman R., Wang Z., Wei S. J.. How Much Chinese Exports Is Really Made in China—Assessing Foreign and Domestic Value Added in Gross Exports[R]. *NBER Working Paper*, 2008.
- [16] Koopman R., Powers W., Wang Z., Wei S. J.. Give Credit to Where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production chain[J], *NBER Working Papers*, 2010.
- [17] Koopman R., Wang Z., Wei S. J.. Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports[J]. *The American Economic Review*, 2014, 104(2): 1-37.
- [18] Krugman P.. A Model of Innovation, Technology Transfer and the World Distribution of Income[J]. *Journal of Political Economy*, 1979,(87):253-266.
- [19] Mansfield E., Schwartz M., Wagner S.. Imitation Costs and Patents: An Empirical Study[J]. *The Economic Journal*, 1981, 91(364): 907-918.
- [20] Porter P., Michael E.. *The Competitive Advantage*[M]. New York: Free Press, 1985: 25-29.
- [21] Richard R., Nelson S., Edmund S.. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth[J]. *The American Economic Review*, 1966, 56(1/2): 69-75.
- [22] Romero I., Dietzenbacher E., Hewings G. J. D.. Fragmentation and complexity: analyzing structural change in the Chicago regional economy[J]. *Revista de Economía Mundial*, 2009.
- [23] Wang Z., Wei S., Zhu K.. Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels[J]. *NBER Working Paper*, 2013.
- [24] Wang Z., et al. Measures of Production in Global Value chain And Global Business Cycles[J]. *NBER Working Papers*, 2017a.
- [25] Wang Z., Wei S. J., Yu X. D., Zhu K. F.. Characterizing Global Value Chains: Production Length and Upstreamness[R]. *NBER Working Paper*, 2017b.

- [26] ZHU P. F., XU W. M., LUNDIN N.. The impact of government's fundings and tax incentives on industrial R&D investments—Empirical evidences from industrial sectors in Shanghai[J]. China Economic Review, 2006, 17(1): 51-69.
- [27] Lau L. J., et al. 《非竞争型投入占用产出模型及其应用——中美贸易顺差透视》,《中国社会科学》第5期,2007.
- [28] 杨蕙馨,田洪刚.中国制造业技术进步与全球价值链位置演变关系再检验——一个技术进步和参与度的双门槛模型[J].财贸研究,2020,31(11):27-40.
- [29] 司增焯,羊宇宁.实际有效汇率变动如何影响了制造业全球价值链地位?[J].商业经济与管理,2022,(01):82-96.
- [30] 刘奕,夏杰长.服务业集群的形成机理和作用机制:国际经验[J].国外社会科学,2009,No.276(06):64-68.
- [31] 尚涛.全球价值链与我国制造业国际分工地位研究——基于增加值贸易与Koopman 分工地位指数的比较分析[J].经济学家,2015,No.196(04):91-100.
- [32] 刘琳.中国参与全球价值链的测度与分析——基于附加值贸易的考察[J].世界经济研究,2015,No.256(06):71-83+128.
- [33] 戴翔,李洲.全球价值链下中国制造业国际竞争力再评估——基于Koopman 分工地位指数的研究[J].上海经济研究,2017,No.347(08):89-100.
- [34] 苏丹妮,盛斌,邵朝对等.全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应[J].经济研究,2020,55(03):100-115.
- [35] 盛斌,苏丹妮,邵朝对.全球价值链、国内价值链与经济增长:替代还是互补[J].世界经济,2020,43(04):3-27.
- [36] 陈晓珊.中日两国在全球价值链上分工地位的演进特征及差异比较——基于行业上游度测算的视角[J].当代财经,2017,No.392(07):103-113.
- [37] 吕延方,崔兴华,王冬.全球价值链参与度与贸易隐含碳[J].数量经济技术经济研究,2019,36(02):45-65
- [38] 杨仁发,刘勤玮.生产性服务投入与制造业全球价值链地位:影响机制与实证检验[J].世界经济研究,2019,No.302(04):71-82+135.
- [39] 李向毅,田慧,徐小聪.外资进入对中国企业嵌入全球价值链位置的影响研究——

- 基于溢出渠道的视角[J].宏观经济研究,2021,No.276(11):112-129.
- [40]程大中.中国参与全球价值链分工的程度及演变趋势——基于跨国投入—产出分析[J].经济研究,2015,50(09):4-16+99.
- [41]许冬兰,于发辉,张敏.全球价值链嵌入能否提升中国工业的低碳全要素生产率?[J].世界经济研究,2019,No.306(08):60-72+135.
- [42]尹伟华.中美服务业参与全球价值链分工程度与地位分析:基于最新世界投入产出数据库[J].世界经济研究,2017,No.283(09):120-131+137
- [43]陈仲常,马红旗,绍玲.影响我国高技术产业全球价值链升级的因素[J].上海财经大学学报,2012,14(02):56-64.
- [44]刘洪愧,谢谦.新兴经济体参与全球价值链的生产率效应[J].财经研究,2017,43(08):18-31+121.
- [45]赖伟娟,钟姿华.中国与欧、美、日制造业全球价值链分工地位的比较研究[J].世界经济研究,2017,No.275(01):125-134+137.
- [46]尹伟华.中国制造业产品全球价值链的分解分析——基于世界投入产出表视角[J].世界经济研究,2016(01):66-75+136.
- [47]王岚.融入全球价值链对中国制造业国际分工地位的影响[J].统计研究,2014,31(05):17-23.
- [48]罗伟,吕越.外商直接投资对中国参与全球价值链分工的影响[J].世界经济,2019,42(05):49-73
- [49]魏龙,王磊.全球价值链体系下中国制造业转型升级分析[J].数量经济技术经济研究,2017,34(06):71-86.
- [50]吕越,谷玮,包群.人工智能与中国企业参与全球价值链分工[J].中国工业经济,2020,No.386(05):80-98
- [51]郑江淮,郑玉.新兴经济大国中间产品创新驱动全球价值链攀升——基于中国经验的解释[J].中国工业经济,2020,No.386(05):61-79.
- [52]戴翔,金碚.产品内分工、制度质量与出口技术复杂度[J].经济研究,2014,49(07):4-17+43.
- [53]黎峰.国内垂直专业化分工与区域间技术差距:基于地区—行业层面的分析[J].

- 商业经济与管理,2021,No.353(03):70-84.
- [54] 吕越,黄艳希,陈勇兵.全球价值链嵌入的生产率效应:影响与机制分析[J].世界经济,2017,40(07):28-51.
- [55] 高翔,黄建忠,袁凯华.价值链嵌入位置与出口国内增加值率[J].数量经济技术经济研究,2019,36(06):41-61.
- [56] 邹薇,代谦.技术模仿、人力资本积累与经济赶超[J].中国社会科学,2003(05):26-38+205-206.
- [57] 林毅夫,张鹏飞.后发优势、技术引进和落后国家的经济增长[J].经济学(季刊),2005,(04):53-74.
- [58] 杨燕.从学习追赶到再造优势:制造业后发企业的技术进步路径——以企业为核心主体的理论框架与中国经验[J].西部论坛,2020,30(01):64-77.
- [59] 田永晓.技术模仿与技术前沿问题述评与展望[J].技术经济与管理研究,2015,(12):41-45.
- [60] 吴延兵.自主研发、技术引进与生产率——基于中国地区工业的实证研究[J].经济研究,2008,(08):51-64.
- [61] 刘小鲁.知识产权保护、自主研发比重与后发国家的技术进步[J].管理世界,2011,(10):10-19+187.
- [62] 谢建国,张宁.技术差距、技术溢出与中国的技术进步:基于中美行业贸易数据的实证分析[J].世界经济研究,2020,(01):12-24+135.
- [63] 陈爱贞,李舜,刘承翊.企业技术创新模式选择:自主学习还是合作[J].东南学术,2018,(01):129-140.
- [64] 辜秋琴,董平.新常态下自主创新实现产业结构优化升级的机制[J].科技管理研究,2016,36(17):18-23.
- [65] 胡亚男,余东华.全球价值链嵌入、技术路径选择与制造业高质量发展[J].科技进步与对策,2021,38(21):44-52.
- [66] 王林辉,张伊依.技术差距对技术引进存在门限效应吗?——基于中美制造业产品质量视角的实证检验[J].东南大学学报(哲学社会科学版),

- 2016,18(03):85-95+147.
- [67] 杨飞, 孙文远, 程瑶. 技术赶超是否引发中美贸易摩擦[J]. 中国工业经济, 2018, No.367(10):99-117.
- [68] 王玉燕, 林汉川. 全球价值链嵌入能提升工业转型升级效果吗——基于中国工业面板数据的实证检验[J]. 国际贸易问题, 2015, (11):51-61.
- [69] 王玉燕, 林汉川, 吕臣. 全球价值链嵌入的技术进步效应——来自中国工业面板数据的经验研究[J]. 中国工业经济, 2014, (09):65-77.
- [70] 潘安, 戴岭. 相对技术水平、全球价值链分工与中美经贸摩擦[J]. 经济社会体制比较, 2020, No.210(04):120-129.
- [71] 胡昭玲, 李红阳. 参与全球价值链对我国工资差距的影响——基于分工位置角度的分析[J]. 财经论丛, 2016, (01):11-18.
- [72] 刘磊, 谢申祥, 步晓宁. 全球价值链嵌入能提高企业的成本加成吗?: 基于中国微观数据的实证检验[J]. 世界经济研究, 2019, (11):122-133+136.
- [73] 江淮, 郑玉. 新兴经济大国中间产品创新驱动全球价值链攀升——基于中国经验的解释[J]. 中国工业经济, 2020, (05):61-79.
- [74] 王玉燕, 涂明慧. 国内大循环与制造业全球价值链地位——兼论双循环发展格局的新思路[J]. 商业研究, 2021, (06):44-54.
- [75] 梁经伟, 刘尧飞. 生产性服务业嵌入制造业的影响机制研究——基于全球价值链的视角[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2021, (06):82-93.
- [76] 张弘媛, 丁一兵. 全球价值链嵌入与绿色全要素能源效率——来自中国制造业的证据[J]. 浙江社会科学, 2022, (02):4-13+26+155.
- [77] 黄永明, 张亚楠. 双向 FDI 协同与中国产业全球价值链攀升[J]. 亚太经济, 2022, (02):91-103.
- [78] 屠年松, 贾凤. 区域价值链视角下影响大湄公河次区域制造业升级因素研究[J]. 学术探索, 2022, (01):98-108.
- [79] 顾六宝, 王俊霞. 基于结构方程模型的中美技术扩散效应测度[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 46(03):73-85.
- [80] 王直, 魏尚进, 祝坤福. 总贸易核算法: 官方贸易统计与全球价值链的度量[J]. 中

国社会科学,2015(09):108-127+205-206.

- [81] 鄧曼琳,范祚军,王鹏宇.投资合作对中国与东盟国家全球价值链地位的影响[J].统计与决策,2022,38(23):143-147.
- [82] 乔小勇,王耕,朱相宇等.全球价值链嵌入的制造业生产分工、价值增值获取能力与空间分异[J].中国科技论坛,2018,No.268(08):58-65.
- [83] 王欠欠,夏杰长.服务业全球价值链位置提升与制造业技术进步[J].世界经济研究,2019(05):67-79+135.
- [84] 丁一兵,张弘媛.关税壁垒对中国嵌入全球价值链的影响[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2020,73(04):93-108.
- [85] 张会清,翟孝强.中国参与全球价值链的特征与启示——基于生产分解模型的研究[J].数量经济技术经济研究,2018,35(01):3-22.
- [86] 黄新飞,彭杰,赵一佳.贸易自由化、全球价值链与资源配置效率[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2022,24(02):48-60+147.
- [87] 黄繁华,洪银兴.生产性服务业对我国参与国际循环的影响——基于制造业全球价值链分工地位的研究[J].经济学动态,2020,No.718(12):15-27.
- [88] 王思语,郑乐凯.制造业服务化是否促进了出口产品升级——基于出口产品质量和出口技术复杂度双重视角[J].国际贸易问题,2019,No.443(11):45-60.
- [89] 葛海燕,张少军,丁晓强.中国的全球价值链分工地位及驱动因素——融合经济地位与技术地位的综合测度[J].国际贸易问题,2021(09):122-137.
- [90] 尹伟华.中美服务业参与全球价值链分工程度与地位分析:基于最新世界投入产出数据库[J].世界经济研究,2017(09):120-131+137.
- [91] 李焱,吕品,黄庆波.中国汽车产业在全球价值链中的地位——基于 Koopman 的地位指数和 Fally 的长度指数分析[J].国际贸易问题,2018,No.424(04):24-35.
- [92] 徐姗,李容柔.全球价值链地位的测度:方法评述及研究展望[J].科技管理研究,2020,40(08):72-82.
- [93] 蔡礼辉,任洁,朱磊.中美制造业参与全球价值链分工程度与地位分析——兼论中美贸易摩擦对中国价值链分工的影响[J].商业研究,2020(03):39-48.
- [94] 张亚斌,马莉莉,刚翠翠.“一带一路”数字服务出口增加值、价值链地位及其决

- 定因素——基于全球多区域投入产出模型的实证研究[J].经济问题探索,2021,No.468(07):177-190.
- [95] 赵家章,丁国宁,郭龙飞.中美高新技术产业全球价值链分工地位和竞争力研究[J].首都经济贸易大学学报,2022,24(02):15-26.
- [96] 伍先福.贸易增加值分解与全球价值链地位测度研究综述[J].中国流通经济,2019,33(04):33-44.
- [97] 任韬,宋子琨.技术进步偏向性、要素配置偏向性与中国三次产业全要素生产率的提升[J].首都经济贸易大学学报,2022,24(05):14-28.
- [98] 邱爱莲,崔日明,徐晓龙.生产性服务贸易对中国制造业全要素生产率提升的影响:机理及实证研究——基于价值链规模经济效应角度[J].国际贸易问题,2014,No.378(06):71-80.
- [99] 李廉水,鲍怡发,刘军.智能化对中国制造业全要素生产率的影响研究[J].科学学,2020,38(04):609-618+722.
- [100] 马建峰,赵田明娣.全球价值链分工地位对中国制造业全要素生产率的影响——基于行业出口与技术双重异质特征视角的实证研究[J].国际商务研究,2022,43(04):14-26.
- [101] 台航,崔小勇.人力资本结构与经济增长——基于跨国面板数据的分析[J].世界经济文汇,2017,No.237(02):48-71.

致 谢

时光荏苒，在兰州财经大学的学习生活即将结束。刚入学时的紧张、兴奋与对读研生活的向往依然那样清晰，三年时间我成长了许多。在这里，我要向我的导师、舍友及父母表示由衷的感谢。

感谢我的导师马蓉老师给予我学业上的教导与生活上的关心。在学习上，从毕业论文的选题、逻辑框架、实证研究到最后的成文，都倾注了马蓉老师大量的时间和精力，从马蓉老师身上，我学习到了一丝不苟的科研态度，在老师一次次的启发下，我不断提升自己的能力。在生活中，马蓉老师对于我的关怀也是无微不至，同时也教会我许多为人处事的道理，让我的内心倍感温暖，从中学习到了老师积极、乐观向上的生活态度，三年时光，收获颇丰。

感谢我的研究生舍友任萍，王红还有张恒。在学习和生活上，她们给了我关心、鼓励和欢歌笑语，陪伴我度过研究生三年时光。

感谢我的父母。他们给予我生命、育我成长、送我上学，给与我无限的宠爱和支持，给予我物质上的帮助与精神上的鼓励，永远是我继续努力的精神动力。