

分类号 _____
UDC _____

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: “双碳”目标背景下陕西省制造业转型
升级研究

研究生姓名: 马明玉

指导教师姓名、职称: 张存刚 教授

学科、专业名称: 理论经济学 政治经济学

研究方向: 中国特色社会主义经济理论与实践
研究

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： 马明玉 签字日期： 2023年5月30日

导师签名： 张存刚 签字日期： 2023年5月30日

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內容。

学位论文作者签名： 马明玉 签字日期： 2023年5月30日

导师签名： 张存刚 签字日期： 2023年5月30日

Research on the Transformation and Upgrading of Manufacturing Industry in Shaanxi Province under the Background of "Double Carbon" Target

Candidate : Ma Mingyu

Supervisor: Zhang Cungang

摘 要

自 2020 年以来，碳达峰、碳中和受到党和国家的高度关注。制造业是立国之本、强国之基，是国家经济命脉所系，实现“中国制造”向“中国智造”再到“绿色低碳”的转型升级，是“双碳”背景下我国制造业发展的必经之路。对此，陕西省积极响应国家号召，大力推进陕西制造业的绿色转型、低碳升级。但是，全省目前依旧存在产业结构偏重、能源结构偏煤、碳排放强度偏高等诸多问题。本文立足陕西省制造业发展实情，深入探究“双碳”目标背景下陕西省制造业发展中存在的问题及面临的困境，为实现绿色低碳陕西制造，助推陕西省“双碳”工作的顺利进行具有重要意义。

在此背景下，本文认真梳理了有关碳达峰、碳中和以及制造业转型升级的学术研究成果，发现在碳达峰、碳中和背景下对制造业转型升级的研究较少，为论文写作找到新的切入点。基于此，对碳达峰、碳中和以及制造业、制造业转型升级相关概念进行阐述，并分别从政治经济学、西方经济学的角度进行理论梳理，为文章的后续研究做好理论铺垫。以陕西省制造业发展历程为出发点，从创新、绿色、经济质效以及产业结构等角度分析陕西省制造业发展现状，结合“双碳”背景，论述陕西省制造业转型升级的必要性。以数据为有力支撑，分别从经济质效、创新化、绿色化、智能化和网络化 5 个方面建立测度陕西省制造业转型升级水平的指标体系，并对其进行综合评价分析。发现从 2013-2019 年，陕西省制造业转型升级水平呈上升趋势，其中在 2019 年综合得分较往年明显提升，2019 年综合得分 0.6028 是 2013 年的近十倍，这与陕西省在十三五期间不断狠抓高端设备、电子信息、汽车、现代化工、新材料和生物医药六大支柱产业密不可分。但是，在“双碳”目标背景下，依旧存在传统“高碳”制造业占据主导地位、新兴“低碳”制造业尚未充分发展、制造业创新化赋能绿色化有待加强三大现实困境。对此，本文提出需要依托绿色政策支持引导以不断优化制造业产业格局，同时建立健全市场监管和宣传，以创新驱动发展绿色制造，提高制造业的资源和能源利用效率，推动陕西制造走内涵式、集约式、绿色化的高质量发展新路子。

关键词：碳达峰 碳中和 制造业转型升级 绿色 低碳 陕西

Abstract

Since 2020, carbon peaking and carbon neutrality have received great attention from the party and the state. The manufacturing industry is the foundation of a country, the foundation of a strong country, and the lifeline of the country's economy. To realize the transformation and upgrading from "Made in China" to "Made in China" and then to "Green and Low Carbon" is the key to my country's manufacturing industry under the background of "Double Carbon". The only way to develop. In this regard, Shaanxi Province actively responded to the national call and vigorously promoted the green transformation and low-carbon upgrading of Shaanxi's manufacturing industry. However, there are still many problems in the province, such as heavy industrial structure, coal-biased energy structure, and high carbon emission intensity. Based on the actual situation of the manufacturing industry in Shaanxi Province, this article deeply explores the problems and difficulties in the development of the manufacturing industry in Shaanxi Province under the background of the "double carbon" target. It is important to go smoothly.

In this context, this paper carefully sorts out the academic research results on carbon peaking, carbon neutrality, and manufacturing transformation and upgrading, and finds that there are few researches on manufacturing transformation and upgrading under the background of carbon peaking, carbon neutrality. Writing finds new entry points. Based

on this, the related concepts of carbon peaking, carbon neutrality, manufacturing, and manufacturing transformation and upgrading are expounded, and theories are sorted out from the perspectives of political economy and Western economics, so as to lay a theoretical foundation for the follow-up research of the article. Taking the development history of manufacturing industry in Shaanxi Province as the starting point, this paper analyzes the development status of manufacturing industry in Shaanxi Province from the perspectives of innovation, green, economic quality and efficiency, and industrial structure. With data as a strong support, an index system for measuring the transformation and upgrading level of manufacturing industry in Shaanxi Province is established from five aspects of economic quality and efficiency, innovation, greening, intelligence and networking, and a comprehensive evaluation and analysis is carried out. It was found that from 2013 to 2019, the level of transformation and upgrading of the manufacturing industry in Shaanxi Province showed an upward trend, and the comprehensive score in 2019 was significantly higher than in previous years. During this period, the six pillar industries of high-end equipment, electronic information, automobile, modern chemical industry, new materials and biomedicine are inseparable. However, under the background of the "dual carbon" goal, there are still three major practical difficulties: the traditional "high-carbon" manufacturing industry dominates, the emerging

"low-carbon" manufacturing industry has not yet fully developed, and the innovation, empowerment and greening of the manufacturing industry needs to be strengthened. In this regard, this paper proposes that it is necessary to rely on the support and guidance of green policies to continuously optimize the industrial structure of the manufacturing industry, and at the same time establish and improve market supervision and publicity, drive the development of green manufacturing with innovation, improve the resource and energy utilization efficiency of the manufacturing industry, and promote the connotation of manufacturing in Shaanxi. A new path of high-quality development that is comprehensive, intensive, and green.

Keywords: Carbon peak; Carbon neutral; Transformation and upgrading of manufacturing industry; Green; Low carbon; Shaanxi

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景与目的	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 实践意义	2
1.3 研究方法与研究内容	3
1.3.1 研究方法	3
1.3.2 研究内容	3
1.4 国内外研究现状	4
1.4.1 碳达峰、碳中和相关研究	4
1.4.2 制造业转型升级相关研究	7
1.4.3 “双碳”目标与制造业转型升级相关研究	10
1.4.4 文献评述	11
1.5 创新点与不足	11
1.5.1 创新之处	11
1.5.2 不足之处	12
2 相关概念及理论基础	13
2.1 相关概念	13
2.1.1 碳达峰、碳中和的概念	13
2.1.2 制造业转型升级	13
2.2 理论基础	15
2.2.1 关于碳达峰、碳中和的理论	15
2.2.2 关于制造业转型升级的理论	22
3 陕西省制造业发展现状及转型升级必要性分析	30
3.1 陕西省制造业发展现状分析	30
3.1.1 与工业经济相较，制造业增速较规模以上工业发展迅速	31
3.1.2 从企业数量看，制造业企业个数快速增长	33

3.1.3 从创新发展看, 制造业创新动力有待提升	36
3.1.4 从绿色发展看, 制造业碳排放强度稳步下降	38
3.1.5 从经济效益来看, 制造业利润率有待提高	41
3.1.6 从产业结构看, 制造业发展质量有所下降	42
3.2 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级必要性分析	43
3.2.1 “双碳”目标对陕西制造业低碳技术提出更高要求	44
3.2.2 “双碳”目标下陕西制造业需要转变“高排放”用能结构	44
3.2.3 “双碳”目标下需要进一步强化陕西消费品行业低碳发展	45
4 陕西省制造业转型升级水平评价与困境分析	47
4.1 转型升级平衡量方法	47
4.1.1 Moore 值测定法	47
4.1.2 熵权法	47
4.2 陕西省制造业转型升级水平评价指标体系构建	48
4.2.1 陕西省制造业转型升级水平评价体系相关指标说明	48
4.2.2 陕西省制造业转型升级水平评价体系相关数据整理	52
4.3 陕西省制造业转型升级水平实证分析与评价	53
4.3.1 数据标准化处理	54
4.3.2 确定指标熵值	54
4.3.3 各评价指标权重的确定	55
4.3.4 评价结果分析	58
4.4 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级困境分析	59
4.4.1 传统“高碳”制造业占据主导地位	59
4.4.2 新兴“低碳”制造业尚未充分发展	60
4.4.3 制造业创新化赋能绿色化有待加强	60
5 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级对策建议	62
5.1 完善绿色政策支持引导	62
5.2 优化产业格局, 建立健全市场监管和宣传	62
5.3 以创新驱动发展绿色制造	63
5.3.1 加大低碳技术和设备研发投入	63

5.3.2 培育绿色制造示范性企业.....	64
5.4 提高资源和能源利用效率.....	65
5.4.1 加强对生产过程的改造和监督.....	65
5.4.2 提高对资源的综合利用效率.....	65
参考文献	67
致 谢	72

1 绪论

1.1 研究背景与目的

“碳达峰”和“碳中和”是我国“十四五”时期工作的重点内容。2020年9月，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。并且中央“十四五”规划建议在战略任务中提出“降低碳排放强度，支持有条件的地方率先达到碳排放峰值，制定2030年前碳排放达峰行动方案”。随后李克强总理在2021年国务院政府工作报告中明确提出“要扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，优化产业结构和能源结构。”至此，优化能源和产业结构，助力“双碳”工作，已经明确成为我国产业发展的行动指南。并且，党的二十大对“双碳”工作作出全面部署、提出明确要求，其中强调加快建设绿色低碳现代产业体系，大力推动工业领域绿色低碳发展^①。当前，我国处于新发展阶段的关键时期，以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局正在不断构建，尤其在新冠疫情的背景下，实现国内大循环显得非常迫切。制造业是立国之本、强国之基，是国家经济命脉所系，唯有实现“中国制造”向“中国智造”的转型升级，才能更早实现国民经济的良性循环。

结合“碳达峰”、“碳中和”的背景，我国制造业以高投入、高能耗、高污染为代价实现经济快速增长已经成为过去；未来，制造业不仅需要向“中国智造”转型，更加需要向“绿色低碳”升级。陕西省作为西北五省之首，具有“三线建设”的工业背景，工业基础较为雄厚，其制造业的转型升级对西北其他地区具有极强的示范引领作用。2021年，陕西工业经济总量居全国第12位，其中制造业年均增长9.1%，呈现不断攀升的良好态势，但在与“双碳”目标结合进行“量”和“质”的双重考量时，依旧存在有待提升的明显短板。对此，陕西省“十四五”规划中明确指出，当前全省还存在产业结构、能源结构与碳达峰、碳中和工作要求不相适应的问题，陕西省需要加快工业绿色转型，开展能源消费总量和强度双控制度，“十四五”时期全省能耗强度下降13.5%、二氧化碳排放强度下降18%^②，与“十三五”时期提出的到2020年，全省单位地区生产总值二氧化碳排放比2015

^① 中国经济网：【认真学习宣传贯彻党的二十大精神】积极稳妥推进碳达峰碳中和

^② 《陕西省人民政府关于印发加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系若干措施的通知》

年下降 18%相一致。因此，深入分析陕西省制造业碳排放与发展现状，结合现实数据，对制造业转型升级水平进行综合评价，剖析其存在的困境，对于解决陕西省制造业绿色化不足、持续性不强、智能化欠缺等相关问题，助推陕西省制造业高质量发展具有极为重要的现实意义，为西北地区与全国其他省份提供相关参考，有力推进我国“碳达峰”和“碳中和”工作的顺利进行。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

(1) 有利于加深对马克思人与自然关系理论的认识。习近平总书记多次强调，人与自然和谐共生是我国建设社会主义现代化的重要特征，并且指出“十四五”时期，“我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。”因此，以碳达峰、碳中和为研究背景有利于从现实角度出发理解马克思人与自然关系理论，加深对马克思人与自然关系理论的认识。

(2) 有利于加深对马克思有关制造业转型升级思想的理解。在马克思看来，社会经济发展的过程是以生产方式转变为主的产业体系变革，也就是产业升级过程，并认为产业要想升级其核心依赖于劳动生产率的提高。在经济社会高质量发展的背景下，制造业劳动生产率的提升依赖于自身的转型升级，因此，推进制造业的转型升级是贯穿马克思产业理论思想的现实性选择，有利于加深对马克思产业理论及思想的认识。

(3) 有利于丰富制造业转型升级的内涵。陕西省“十四五”规划提出，要提升制造业服务化水平和全产业链价值，推动制造业向数字化、网络化、智能化升级。在“双碳”目标背景下，立足陕西省制造业“现代化”与“低碳化”水平有待提高的实情，提出制造业智能化、绿色化的转型升级新思路，打造符合“双碳”目标的低污染、低能耗、高效率的制造业，丰富和拓展制造业转型升级的内涵。

1.2.2 实践意义

(1) 陕西省能耗强度偏高、能源结构偏煤、产业结构偏重、“两高”行业比重偏大。对陕西省制造业碳排放水平及发展状况进行统计分析，对于发现陕西

省制造业转型升级存在的问题具有重要参考价值,进一步说明在推进碳达峰与碳中和工作的过程中制造业转型升级的必要性与紧迫性,有利于推进经济社会发展全面绿色、高效转型。

(2) 在对陕西省制造业转型升级水平进行综合评价的基础上,分析陕西省制造业发展过程中面临的困境,提出有针对性的陕西省制造业转型升级对策建议,对缩小陕西省和全国制造业的发展差距具有较大的应用价值。

(3) 将制造业转型升级与“双碳”目标相结合,更快更好推动陕西省制造业高质量发展,对西北其他地区及全国各省的制造业转型升级提供相关参考,助推碳达峰、碳中和工作顺利进行,具有极大的社会效益。

1.3 研究方法与研究内容

1.3.1 研究方法

(1) 定量与定性结合分析法。通过将陕西省制造业碳排放状况及发展现状相关的统计数据收集 and 整理,对陕西省制造业的发展现状进行定性描述和定量分析,明确陕西省制造业的基础状况和转型升级必要性。

(2) 比较分析法。运用纵向比较法,在第三章中,将陕西省制造业碳排放状况及发展现状与其自身的历年各项指标进行对比;在第四章中,对陕西省制造业转型升级水平在经济质效、创新化、绿色化、智能化、网络化发展方面随时间序列的变化进行分析。

(3) 实证分析法。运用实证分析法,构建陕西省制造业转型升级水平的评价指标体系,对陕西省制造业转型升级水平进行综合打分。

1.3.2 研究内容

第一章:绪论。主要包括:研究背景、研究意义、文献综述、研究思路、方法和框架创新与不足。

第二章:相关概念及理论基础。运用马克思提出的人与自然物质变换、循环经济、资本有机构成理论、利润平均化理论等思想,阐述碳达峰、碳中和、制造业转型升级的理论基础。叙述习近平生态文明思想,西方有关清洁生产、绿色制造、循环经济方面的相关理论及产业理论,为全文的研究奠定理论基础。

第三章:陕西省制造业发展现状。对陕西省制造业的整体发展现状以及碳排

放现状进行统计描述和定性分析,结合统计结果找出陕西省制造业发展过程中存在的与“双碳”目标相悖的问题,进一步明确陕西省制造业转型升级的必要性和紧迫性。

第四章:陕西省制造业转型升级水平综合评价及困境分析。借鉴国内外学者制造业发展水平评价模型,结合“双碳”背景与制造业高质量发展的目标,构建测度陕西省制造业转型升级水平的指标体系,对陕西省的制造业转型升级水平进行评价和分析,结合第三章内容,综合分析陕西省制造业转型升级面临的困境。

第五章:“双碳”背景下陕西省制造业转型升级的对策建议。基于“双碳”目标和第三、四章内容,对陕西省制造业转型升级过程中存在的问题以及面临的困境提出具有针对性的对策建议。

1.4 国内外研究现状

1.4.1 碳达峰、碳中和相关研究

在新的时代背景下,碳排放所引起的全球气候变暖等问题逐渐受到国际社会的广泛关注,应对气候变化已成为全球面临的共同挑战,为了降低气候变化对人类社会的冲击,世界各国逐渐形成限温控碳、绿色减排的共识。2015年,《联合国气候变化框架公约》各缔约方通过《巴黎协定》,成为当前全世界共识性气候治理法律文书,敦促全球经济体应尽快实现碳排放达峰,并尽早实现碳中和。当前,碳达峰、碳中和已经成为引领中国可持续发展的纲领性目标,不同的学者对其展开各方面的学术研究,主要包括:碳达峰、碳中和目标内涵、面临的挑战、影响碳排放量的因素以及实现路径。

(1) 碳达峰、碳中和的内涵

碳达峰是指全球、国家、城市、企业等主体的碳排放在由升转降的过程中,碳排放的最高点即排放峰值;碳中和则是人类活动排放的二氧化碳与人类活动“吸收”的二氧化碳相抵消而实现“净零排放”(陈迎、巢清尘,2021)。从经济学的角度出发,“双碳”目标是将经济活动中可排放的二氧化碳总量视作为不可或缺的稀缺要素,而这一要素的总量是有额度限制的,不仅不可能增加,而且必须持续减少,直至“碳中和”目标的达成(钟茂初、赵天爽,2021)。从现实政策的角度出发,我国提出的“2030年前碳排放达峰”不是快速攀高峰、争空间,而是要削峰发展、压低峰位,以便走向碳中和,中国越早以“削峰”模式实

现二氧化碳达峰，越能为碳中和目标争取更多的时间和空间（庄贵阳等，2022）。从实现过程的维度出发，实现碳中和的工作内容是不断地“减碳”，碳达峰、碳中和，本质上都是“减碳”过程的“结果”，不同在于，碳达峰是要求减少二氧化碳排放的“相对量”（增速），碳中和是要求减少二氧化碳排放的“绝对量”（朱彤，2021）。

(2) 碳达峰、碳中和面临的挑战

当前，我国仍尚处于工业化和城市化阶段，经济发展的同时需要控制能源消耗和二氧化碳排放，选择逐步控制碳排放增量而较晚达到低峰值的“削峰”模式，对能源、经济的转型提出了较高要求。我国的碳排放峰值水平约为欧盟的2.4倍，但从碳达峰到碳中和的时间仅为欧盟的1/2，这意味着与发达国家相较我国实现碳达峰与碳中和目标的时间尤为紧迫，任务非常艰巨。虽有后发优势，但是在总量和强度双高的背景下实现碳达峰、碳中和难度很大（欧阳志远等，2021；庄贵阳、窦晓铭，2021）。与此同时，实现“双碳”目标是一场新的革命与竞争，就整个产业结构而言，产业结构的绿色转型问题不容忽视（张晓娣，2022）；就中小企业而言，中小企业亟需进行经营管理模式转型，需要在核心技术和颠覆性技术方面实现突破（刘燕华等，2021）。进而，在不同的地区之间，由于实现碳减排和碳中和的技术需要发达的经济基础，与经济发达地区相较欠发达地区则处于劣势地位，有可能使地区间的差距扩大，对地区协调发展的目标带来挑战（乔榛，2022）。

(3) 影响碳排放量的因素

2018年，全球碳排放量达到了目前为止的最高值，我国是世界上碳排放量最高的国家，人均碳排放量约为同一时期世界人均碳排放量的1.64倍。减少碳排放量是实现“双碳”目标的重要核心之一，研究影响碳排放量的因素是其中必不可少的一环。国内外众多学者们对此问题进行了深入探析，结果发现：能源强度、经济增长、技术进步、城市化、人口数量、人均GDP及产业结构等因素会对碳排放量产生不同程度的影响。

Hamilton 和 Turton（2002）通过收集1982—1997年间世界经合组织成员国的碳排放量数据，对比分析得出能源强度是影响碳排放总量最大因素。Fan 等人（2006）通过建立 STIRPAT 模型分析得到影响碳排放的最主要原因是经济增长。邵

帅等人 (2017) 认为节能减排技术的研发提升了碳排放效率, 对减少碳排放的影响是持续性的。范建双和周琳 (2019) 提出城市化能够促进产业结构优化、提升能源使用技术与效率, 从而实现节能减排。刘元欣和邓欣蕊 (2021) 利用固定效应面板分位数 STIRPAT 模型实证分析发现, 人均 GDP、能源强度和人口数量对碳排放量有较大影响, “大气十条”政策和固定资产投资则影响较小。除此之外, 郭承龙和徐蔚蓝 (2022) 通过对江苏省的统计数据进行实证分析得出, 人口总量和城市化水平对碳排放具有正向影响, 产业结构对碳排放呈负向影响, 并且第三产业占总产业的比重越高, 对碳排放起到抑制作用越强。张启龙等人 (2022) 对产业结构的影响又进行了更为深入的研究, 认为第二产业尤其是工业不仅是经济增长的重要基础, 也是碳排放增长的主要源头, 其中提到陕西作为产煤大省, 电力行业是其支柱性产业, 而电力行业又是煤炭使用最高的产业, 因此近年来产煤大省成为我国碳排放增长最快的地区。

(4) 碳达峰、碳中和的实现路径

气候变化是当今世界面临的巨大挑战, 碳减排和碳中和是应对气候变化的最佳和最终选择 (乔榛, 2022)。处理好发展与减排之间的关系、协调开发与保护之间的关系是碳达峰、碳中和的主要矛盾。为了解决这一矛盾, 不同学者提出了各自独到的见解。总体而言, 学者们认为实现“双碳”目标, 除了基于技术路径以外, 还需要在管理、政策法规、政府与市场机制等多个层面进行科学设计与决策 (李娜等, 2021)。

习近平总书记强调“要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局”, 是秉承系统观念的科学工作思路, 应当构建协调的系统改革推进机制、先立后破的能源结构转型机制、包容精准的新型“双控”机制和政府市场结合的激励约束机制助力“双碳”目标的实现 (张晓娣, 2022)。碳达峰是碳中和的前置条件, 只有实现碳达峰, 才能实现碳中和。实现碳达峰, 基础是科学限制碳排放, 手段是升级碳固化技术, 保障是碳制度体系强化 (余丽、周旭磊, 2022)。实现碳中和, 在政府顶层设计、行业协作创新和企业实践推广的联合支持下, 以高比例非化石能源代表的“零碳图景”与化石能源脱碳化代表的“净零图景”是两个主要路径, 就碳中和技术路径而言, 能效技术、新能源和数字化贯穿碳中和的全过程, 确保碳中和的顺利进行 (张浩楠等, 2021)。实现“双碳”目标, 就政策路径而

言,是以“新发展理念”为引领,以能源结构优化升级和产业结构优化升级为核心任务,以政府的技术、财政、绿色金融等支持性手段为保障,将碳达峰和碳中和目标与供给侧结构性改革有效结合(刘彬,2021)。就现实路径而言,实现碳达峰、碳中和需要促进技术创新、降低绿色溢价是碳达峰碳中和的充分条件;推动社会生产生活方式系统性变革,提升社会治理效能则是碳达峰碳中和的必要条件(庄贵阳等,2022)。

1.4.2 制造业转型升级相关研究

伴随着新一轮产业革命和科技革命的不断深入,全球科技创新呈现出迅猛的发展态势,制造业转型升级成为世界经济发展的时代新潮流。中国早在“十二五”规划中就提出“制造业转型升级、提高产业核心竞争力”的战略目标。2015年又提出“中国制造2025”,推动产业结构迈向中高端,加快从制造大国转向制造强国。当前,我国确立《“十四五”制造业高质量发展规划》,为制造业的发展指明方向、明确要求。在加快构建新发展格局与实现“双碳”目标的背景下,加快我国制造业的转型升级,不仅是大势所趋,更是符合经济高质量发展的时代要求。已有众多国内外学者对制造业转型升级进行了各方面的研究,主要包括:制造业转型升级的内涵、影响因素、测度及路径选择。

(1) 制造业转型升级的内涵

国外学者主要从微观的企业产品附加值角度来界定产业转型升级的内涵:在GVC框架下,根据企业的获利能力将升级看作是指企业进入资本和技术密集型行业的过程(Gereffi,1999);而有的学者从技术和市场层面出发,认为升级是指企业通过不断提高自身的技术水平和市场优势以开发新产品的活动(Humphrey and Schmitz,2000);还有一些学者则认为升级是指企业的产品质量好、生产效率得到提高(Pietrobelli and Rabellotti,2009)。国内学者们也对此进行了丰富的研究,赵玉林,裴承晨(2019)认为制造业转型升级是指制造业从依靠高投入、高消耗、高污染实现高增长,转向创新发展、可持续发展、绿色发展,制造业升级更强调制造业向高质量、高效率和高效益方向提升。杨蕙馨等人(2020)将制造业转型升级分为微观方面与整个制造业层面,微观视角即以企业为单位,认为企业是构成产业的基础,制造业的转型升级必然包含着制造业企业的转型升级;从整个制造业产业层面来讲,制造业企业的转型升级为制造业转型升级提供基础,

以实现制造业整体发展方式的转变、产业结构的优化以及效率的提高。在制造业整体发展方式的转变方面，她与张其仔和李蕾（2017）提出的观点相同，认为制造业的发展模式由低附加值、高能耗、高污染的粗放型增长向高附加值、低能耗、低污染的集约型增长转型；制造业中重点产业由劳动、资本密集型产业向技术密集型产业升级。在产业结构的优化方面，她认为传统制造业以消费者个性化的需求为基础，通过联网、大数据、人工智能等新技术改造来提高制造业的技术水平和产品质量（吕政，2015）。

（2）制造业转型升级的影响因素

国外学者们认为技术进步、外国直接投资、劳动力技能水平以及创新投入会优化制造业的转型升级。Alert 等（2005）认为发展中国家可以通过引进先进技术来缩小与发达国家之间的差距，从而优化制造业结构。Pavlinek 等（2009）对欧洲四个国家的汽车制造业转型升级进行深入研究，发现欧洲汽车制造业的核心影响因素是 FDI（外国直接投资）。Russu（2015）在对罗马尼亚制造业研究中，发现技术水平和工人技能水平高低等因素对制造业的产业结构产生不可忽视的影响。Miguel 等（2015）通过比较研究哥伦比亚的制造业与服务业的转型升级，发现创新投入越密集，创新程度越高，劳动生产率也越高，进而越有利于制造业的转型升级。Andrea Caputo（2016）认为信息技术促进了制造业的智能化发展，使制造业的生产过程更加有效。国内学者们除了提出上述因素以外，还提出了需求因素在一定程度上能够促进我国产业结构升级（杜传忠、郭树龙，2011）。那丹丹和李英（2020）对 2014—2018 年中国制造业转型升级状况运用灰色关联分析模型进行实证研究，发现技术创新和结构优化是对制造业转型升级影响程度最大的两个因素，其中着重强调科技创新是促进我国制造业转型升级的核心动力。唐国锋（2020）通过对重庆市制造业的转型升级进行实证研究，得出各个行业的服务化水平对制造业升级存在着不同的正向的影响。在有关陕西省相关研究中，有的学者提出数字化的发展对陕西省产业结构升级有着正向影响，金融发展水平和政府支持不同程度的促进了产业结构升级（梁焱，2021）。有的学者运用主成分回归分析方法，经过研究得出技术环境对于陕西省产业转型升级起到不可忽视的作用，是产业转型升级过程中的主要动力（王珏、王楚涵，2021）。

（3）制造业转型升级的测度

我国学者对于产业转型升级的测度方法相对丰富,李平等(2010)从工业化、工业现代化、工业文明三个层面对“制造业可持续发展”进行了深入分析,以总量指标、结构指标、技术指标、能源环境指标为中心构建了指标体系,为我国制造业的可持续发展提出具体目标。岳意定,谢伟峰(2014)基于工业转型升级的内涵与特征,从技术创新、产业结构、工业发展、资源节约、对外开放、信息化与工业化融合六个方面构建指标来反映工业转型升级的发展水平。李慧,平芳芳(2017)从产业结构合理化、高度化两个角度出发,构建了包括资产结构高度化、技术结构高度化、行业间协调程度、市场需求适应系数、劳动力结构高度化和产值结构高度化六个方面来测量装备制造业产业结构升级程度。潘为华等(2019)对制造业转型升级发展水平评价建立了质量效益、信息技术、创新能力和绿色发展4个大类、15个小类的科学评价体系,发现在中国制造业在转型升级的过程中,最主要依赖制造业的创新能力,并且对29个省市制造业转型升级发展水平综合指数进行测度,结果表明广东省制造业发展水平在2007~2016年期间一直稳居全国第一。另外,国务院印发的《中国制造2025》采用了创新能力、质量效益、两化融合、绿色发展4大类共12项指标评价制造业的发展。

(4) 制造业转型升级的路径选择

国外学者们分别从数字化、信息化和网络化角度着手提出制造业转型升级的可选择路径。Campbell M(2013)认为通过提高制造业生产的数字化水平,生产更加个性化和智能化的产品,从而促进制造业的转型升级。Vinit P(2019)认为资源密集型制造业要想实现绿色化,就要通过使用循环、清洁技术来转变发展方式。Natalia E(2021)以俄罗斯经济现代化为例,提出高度发达的国家具有通过科学技术和科技创新提高本国经济潜力的趋势,要充分发挥网络化、智能化等现代技术的独特优势,以此提高制造业在生产过程中的效率。此外,还有学者提出走创新和绿色发展的发展方式。Sezen等(2013)利用回归分析法,选取53家土耳其化学和汽车行业公司进行研究,结果显示环保创新能够促进企业的可持续发展,生态创新和绿色制造能够使企业的可持续发展能力提高。国内学者们认为可以通过绿色发展、塑造自身品牌、智能化和数字化的路径来实现制造业的转型升级。董秋云(2017)强调应将绿色发展放在制造业企业转型升级的首要位置,认为保护环境是经济增长的基础,同时在技术与商业模式等各层面进行创新,以

此实现可持续发展。冯晓莉 (2018) 等人基于微笑曲线理论, 回顾制造业改革开放以来发展历程, 结合当前面临的挑战, 提出三方面转型升级路径, 分别是加强技术创新、重塑自身品牌和培育智能制造, 为提升我国制造业国际地位、实现制造业企业从微笑曲线低端环节向高端环节的跃迁提供参考。胡俊和杜传忠 (2020) 认为人工智能既是实现产业转型升级的重要推动力, 也是我国科技快速发展、产业优化升级、生产力整体提升的重要战略资源。周丽妍和陈思皓 (2021) 提出需要在传统制造业转型升级中融入数字化经济, 使得数字经济的功能优势得到充分发挥, 以此为路径促进企业自身的发展。在针对陕西省的制造业转型升级的相关研究中, 学者们基于信息生态视角和“互联网 +”背景提出相应的制造业转型升级路径。基于信息生态视角, 魏明和王超 (2015) 将陕西省制造业分为低水平、中等水平与高水平行业, 提出培养信息化人才、完善信息环境建设、加大信息服务业投入等陕西省制造业转型升级路径。基于“互联网 +”背景, 吴小锋等人 (2018) 提出陕西省应当加强信息化建设, 还认为应当加快科技制度创新、搭建企业合作平台、推进供给侧结构性改革等方式, 促进陕西省传统制造业的转型升级。除此之外, 董虹 (2017) 指出陕西省绿色制造转型发展主要存在三个方面的问题: 一是绿色创新能力较低, 绿色技术覆盖程度欠缺; 二是产业结构不科学、不平衡, 绿色增长点有待增加。三是绿色意识及观念滞后, 绿色转型动力不足。

1.4.3 “双碳”目标与制造业转型升级相关研究

党的十九大报告指出, 要显著增强我国经济质量优势, 大力发展绿色、低碳经济。当前, 我国已经进入新发展阶段, 推进“双碳”工作既是破解资源环境约束突出、实现可持续发展的迫切需要, 也是顺应科技创新发展迅速、经济结构转型的迫切需要, 更是满足人民群众日益增长的优美生态环境需求、促进人与自然和谐共生的迫切需要。“碳达峰、碳中和”战略的实施标志着我国绿色低碳、无碳时代的开始。但是, 我国制造业一直存在与“双碳”目标相悖的高污染、高能耗、高排放等问题, 因此, 如何解决“双碳”目标与制造业的现实矛盾, 是当前学术界亟待研究的重要问题。目前, 已有的相关学术研究并不丰富, 在内涵方面, 周亚敏 (2021) 指出我国“双碳”目标下制造业产业链的转型升级, 实质上是通过技术革新、就业增长、产业壮大来实现碳排放减少的转型升级, 其核心在于提升制造业行业绿色全要素生产率。在路径方面, 钟茂初和赵天爽 (2021) 指出,

推进碳减排直至“碳达峰”“碳中和”的重要方式是产业结构调整，有三条可选择的路径：一是产业结构比重朝着低碳产业升级，二是提升碳生产率，降低各产业的碳排放强度；三是优化配置碳排放额度。肖贵玉(2022)强调，对中国来说，实现“碳达峰”的手段是节能减排，实现“碳中和”的途径是能源替代，“双碳”目标的关键在于技术升级。在建议方面，钟茂初和赵天爽(2021)指出，在实现“碳达峰”“碳中和”的过程中，应该将产业区域分工与产业结构升级同时推动，在制定产业政策与减排政策时，应当首要考虑碳生产率比较优势和区域产业结构差异。

1.4.4 文献评述

在有关“碳达峰”、“碳中和”的研究中可以看出，国内学者们已经形成了较为完整的研究体系，对“碳达峰”、“碳中和”目标的内涵、面临的挑战、影响碳排放量的因素以及实现路径进行了较为深入的研究，其中包含了与产业结构相关的论述。在面临的挑战分析中有学者提出产业结构的绿色转型在实现“碳达峰”、“碳中和”目标中不容忽视；在影响碳排放量因素的分析中有学者提出产业结构对碳排放会造成负向影响；在对实现路径的分析中有学者提出需要推动产业结构转型。在有关制造业转型升级的研究中可以看出，国内外制造业转型升级研究成果颇为丰硕，对制造业转型升级的内涵、影响因素、测度和路径选择进行了全面深入的研究，其中包含了与绿色发展相关的论述。在制造业转型升级内涵分析中，有学者指出制造业应该绿色发展；在对制造业转型升级的路径选择分析中，有学者提出制造业需要进行绿色化的转型升级。但是，学术界将“碳达峰”、“碳中和”目标与制造业转型升级相结合进行研究的文献相对较少，因此，本文在国内外已有相关研究成果的基础上，结合“双碳”目标构建评价指标体系，对陕西省制造业转型升级水平进行实证分析，最后结合分析的结果提出相关建议。

1.5 创新点与不足

1.5.1 创新之处

1.选择制造业转型升级新的研究视角。现有的研究成果大部分仅单一的针对制造业转型升级进行研究，本文结合我国当前提出的碳达峰、碳中和目标，创新制造业转型升级研究切入点，以“双碳”目标为研究背景，基于陕西省制造业发

展的现实状况,深入探讨在新的布局背景下陕西省制造业转型升级的必要性以及面临的现实困境。

2.从政治经济学的视角出发,以马克思人与自然和谐统一思想、循环经济思想以及有关产业转型升级的理论为指引,以习近平生态文明思想和有关制造强国的论述为依托,结合西方经济学相关理论阐述“双碳”背景下制造业转型升级的理论基础,为“双碳”背景下制造业转型升级提供理论依据。

1.5.2 不足之处

受数据覆盖广度和深度的限制,对陕西省内各个城市的制造业碳排放现状没有进行逐一分析,对制造业转型升级水平没有进行逐一评价,同时缺少陕西省内大型制造业企业的转型升级水平案例分析,因此在研究成果上存在一些欠缺。此外,在对陕西省制造业转型升级水平评价方面,指标选取上缺乏全面性,以及由于部分数据的残缺,可能会对所得的结果产生一定的影响。

2 相关概念及理论基础

该部分包括碳达峰、碳中和、制造业的相关概述和理论基础，目的是为整篇文章的研究，尤其是后文的研究提供一个清晰且完整的理论基础。

2.1 相关概念

2.1.1 碳达峰、碳中和的概念

2020年9月，在第七十五届联合国大会一般性辩论中，习近平总书记向世界宣布，我国在2030年前力争实现碳排放达到峰值，并争取于2060年前实现碳中和。碳达峰、碳中和简称为“双碳”。碳达峰是在一定时间范围内，二氧化碳在一定时间范围内全球、国家、城市和企业的最髙排放量，然后逐渐进入稳定的衰减期，其中包含三个重要因素：达峰路径、达峰时间和峰位。碳达峰是二氧化碳排放量从上升到下降的历史性转折点，同时也会出现进入平台期并在一定幅度内变化的情况。碳中和则是人类活动“吸收”的二氧化碳抵消了人类活动排放的二氧化碳，即通过手段使排放量与吸收量相等，从而达到了“净零排放”，是一个净值的概念，主体也并非只局限在一个国家或区域，而是包括行业、企业、社区甚至个人，关键在于在整个经济活动的生命过程和所涉区域，其净碳排放量为零。从经济学的观点来看，“双碳”目标是把经济活动所产生的二氧化碳作为一个必不可少的、稀有的元素，这个元素的总量有限，不但无法提高，还需要在实现“碳中和”的目标之前持续降低。我国已明确碳排放提前达峰的“碳”主要指能源活动产生的二氧化碳；而“努力争取2060年前实现碳中和”中的“碳”，除全经济领域的二氧化碳之外也包含其他温室气体。实现碳达峰、碳中和减排的战略，既要实现碳排放的总量调控，又要实现经济和社会的可持续发展。可持续发展包括可持续经济、可持续生态与可持续社会三者的有机结合，强调经济效率、生态和谐与社会公平，是在实现工业化、城镇化水平提高，人民生活水平显著提高后的温室气体净零排放。其中，碳达峰是具体的近期目标，碳中和是中长期的远景目标，二者相辅相成。

2.1.2 制造业转型升级

2.1.2.1 制造业概念及其分类

1803年,萨伊在《政治经济学概论》中对“制造业”进行了首次阐释,即“当这类劳动用于分割、组合或改造天然产物并使其满足我们的各种需要时,我们称其为制造业”^①。制造业是将各种制造资源(如材料、设备、能源、技术、工具等)通过生产加工的过程,按照市场发展的需求,转变成生活消费品、大型工具和工业产品。最初,制造业是以手工业为主,但随着科学技术的发展,制造业生产逐步从传统的手工劳动转向机械化的规模生产,并以现代制造业的形式出现在产业体系中。在我国的工业经济中,制造业一直占据着举足轻重的地位,工业中除采矿业、电热气水生产和供应业,其余的都属于制造业的范畴,制造业属于工业的一部分,是第二产业。制造业的生产流程包括原材料采购、产品设计研发、车间生产加工、产品的运输和储存等多个环节。发达的制造业不仅为地区发展提供了更多的就业机会,而且还为其他产业的发展打下坚实基础,是推动经济可持续发展的重要力量。依据《国民经济行业分类与代码(GB/T 4754-2017)》,制造业门类包括31个类别,具体如下表2.1所示:

表 2.1 制造业行业细分

代码	制造行业细分名称	代码	制造行业细分名称
C13	农副食品加工业	C29	橡胶和塑料制品业
C14	食品制造业	C30	非金属矿物制品业
C15	酒、饮料和精制茶制造业	C31	黑色金属冶炼和压延加工业
C16	烟草制品业	C32	有色金属冶炼和压延加工业
C17	纺织业	C33	金属制品业
C18	纺织服装、服饰业	C34	通用设备制造业
C19	皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	C35	专用设备制造业
C20	木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	C36	汽车制造业
C21	家具制造业	C37	铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业
C22	造纸和纸制品业	C38	电气机械和器材制造业
C23	印刷和记录媒介复制业	C39	计算机、通信和其他电子设备制造业
C24	文教、工美、体育和娱乐用品制造业	C40	仪器仪表制造业
C25	石油、煤炭及其他燃料加工业	C41	其他制造业
C26	化学原料和化学制品制造业	C42	废弃资源综合利用业
C27	医药制造业	C43	金属制品、机械和设备修理业
C28	化学纤维制造业		

资料来源:国家统计局2017年国民经济行业分类(GB/T 4754—2017)

^① 让·巴蒂斯特·萨伊.政治经济学概论[M]华夏出版社,2014:6.

2.1.2.2 制造业转型升级

产业转型与升级密不可分但又各有区别。就概念而言,我国《工业转型升级规划(2011-2015年)》清晰对转型和升级做了如下定义:“转型就是要通过转变工业发展方式,加快实现由传统工业化向新型工业化道路转变;升级就是要通过全面优化技术结构、组织结构、布局结构和行业结构,促进工业结构整体优化提升。”一方面,二者有显著差异,产业转型是指产业经济管理制度转换和发展模式的更改,其核心是从以要素、资本为主的粗放型发展模式转向以技术创新为主导的集约型发展模式。产业升级则是强调产业在技术水平、附加值由低向高的转变过程,是资源在各产业内部以及产业间的优化配置过程。另一方面,二者密不可分,具有一定的内在一致性。无论是产业转型还是产业升级,均是在科技创新中实现技术进步和创新。如果离开技术的发展和革新,工业发展转型中的创新驱动、智能制造、数字化、绿色化、低碳化、服务化转型均难以实现。同样,企业生产也就难以实现由产品附加价值低、资源粗加工到产品附加价值高、资源精加工的转变,产业链也较难从低端分工的链条挣脱,难以跳向高端分工链条,进而产业体系要想实现由传统产业向高新技术产业、战略性新兴产业的跳跃也非常困难。显然,产业转型升级强调的工业化进程中产业转型和升级的有机统一,是伴随技术进步带来的产业发展模式和产业体系的不断创新和变革。

基于产业转型升级的基础,本文在对已有研究成果进行梳理的基础上,结合《中国制造2025》提出的“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针和《“十四五”智能制造发展规划》,试图将制造业转型升级的内涵界定为:制造业转型升级就是推动制造业整体向更高质量发展,依靠技术支持,推动制造业向数字化、网络化、智能化、绿色化不断变革。具体内容表现为:在驱动方式上依靠科技创新发展,在生产经营模式上依靠互联网不断完善向好,在管理运营进程中依靠大数据进行定制化生产,在资源使用模式上向节能减排不断靠拢。

2.2 理论基础

2.2.1 关于碳达峰、碳中和的理论

2.2.1.1 马克思主义经济理论中关于碳达峰、碳中和的理论

(1) 马克思人与自然和谐统一思想、循环经济思想

生态环境保护和经济社会、经济的发展不是相互对立的，而是相互补充、有机统一的。19世纪中期，马克思和恩格斯就认识到，要从根本上解决人类生产活动对自然环境造成的破坏，就必须不断加强对自然的认识，分别提出了人与自然和谐统一思想、循环经济思想。

①人与自然和谐统一思想

马克思在《1844年经济学哲学手稿》中对人与自然的关系进行了科学的论述，明确提出“人直接地是自然存在物”^①，“是自然界的一部分”^②。在《资本论》中提出，“人离不开自然的手，就像小孩子离不开引带一样”^③。强调人是大自然的一部分，没有了自然，人就没有了赖以生存的根基和源泉。从自然中诞生的，并通过人的主动性和能动性同大自然进行交互作用。因此，人与自然的关系表现出相互联系、相互依存、彼此共生、有机统一的特征。

马克思在现实性和实践性的基础上认为，自然界比人类社会更早存在。自然界为人类提供丰富的生活和生产资料。随着自然和社会的发展，人类逐渐从自然界中分离出来，形成了人类社会史，但是，人类不能离开自然、脱离自然独立地生存和发展。对人类而言，大自然既是人类的衣食父母，也为人类提供赖以生存和发展的物质基础，一方面，水、空气、动物等可以被人类的大脑感知到，它们是人类精神的无机界，是人类现实生活的组成部分；另一方面，自然界是人类维持生命、赖以生存的无机体，因此，人类源于自然，是自然的一部分。马克思认为，与动物有所不同，人类能够利用劳动来改造自然，这也是人与其他动物的根本差别，“实践劳动是人类创造使用价值的有目的的活动，是为了人类的需要而对自然物的占有，是人和自然之间的物质变换的一般性条件，是人类生活的永恒的自然条件。”^④正是通过劳动实践，人类创造了人类本身，并与大自然建立了有机统一、不可分割的密切关系。在人与自然、社会之间的关系上，马克思指出，“社会经济形态的发展是一种自然的历史过程。不管是个人在主观上怎样地去超脱各种关系，他在社会意义上总是这些关系的产物。”^⑤即在马克思看来，

^① 《马克思.1844年经济学哲学手稿》[M].北京:人民出版社,2000.

^② 《马克思恩格斯选集》第1卷[M].北京:人民出版社,2012.

^③ 《资本论》第1卷[M].人民出版社2004年版,第561页.

^④ 《马克思恩格斯选集》第2卷[M].人民出版社1995年版,第181页.

^⑤ 《资本论》第1卷(上)[M].序言,第12页.

人和自然组合形成了自然生态环境,自然生态环境良好是社会总体运行稳定的前提和基础,离开自然环境的人类社会是不可能存在和发展的。

②循环经济思想

虽然马克思从未正式提出过“循环经济”思想,但其在《资本论》中的论述中存在大量有关的思想论述。马克思指出,“循环的性质中包含着这样的情况:每一点同时表现为起点和终点,并且只有在它表现为终点的时候,它才表现为起点。”^①循环经济的运行可以理解为两个层次:一是企业间的外部循环,另一个则是企业的内部循环。前者是将企业生产过程中生成的废料转换成其他部门的新生产资料,而后者则是在同一企业内部将产生的废料循环利用。他认为,对生产过程中产生的各类废料进行合理的回收,对于企业,可以节省生产成本,提高企业的利润率,产生一定的经济利益;对于大自然,能够提高自然资源的利用效率,节约自然资源并且保护环境。以工业为例,各个行业在废弃物和生产要素之间可以自由地进行转化,某部门新的生产要素可能是源自于其他部门的废弃物,这对降低生产成本起到巨大作用,有助于提高企业在市场上的竞争力。另外,马克思把节约资源分成两类:一类是废弃物的循环再利用,二是对原生资源的充分利用。其中,最主要的是对原料的充分利用和在生产中减少废弃物的产生,其次才是废弃物的循环再利用。但无论是废弃物的循环再利用还是对原生资源的完全利用,马克思认为都需要借助科技来实现,唯有不断地提高科技水平,才能有效的提高原生资源的利用率,才能实现废弃物的循环再利用。

③马克思人与自然和谐统一思想、循环经济思想与“双碳”目标的理论逻辑

“双碳”目标是对马克思人与自然和谐统一思想、循环经济思想的继承和发展。所谓继承,表现为以下三点。一是三者的主体一致。马克思人与自然和谐统一思想、循环经济思想与“双碳”目标针对的主体均是人-自然-社会。二是三者所要解决的问题相一致。马克思人与自然和谐统一思想所要解决的问题是人-自然-社会之间的矛盾,即在资本主义时期,资本家一味追求自身利益,过分追求剩余价值,驱使整个社会的生产系统破坏生态环境,造成“外生态环境”的破坏,而“外生态环境”的破坏又会导致“内生态环境”的破坏,也就是危害人的身体健康。因此,如何协调好、解决好生态环境与人的健康和社会发展之间的关系尤

^① 《马克思恩格斯全集》第47卷[M].人民出版社中文第1版,第152页.

为重要,人与自然和谐统一思想告诉我们不能以牺牲环境和人的健康为代价换取经济的发展,平衡好三者之间的关系,实现和谐统一是人类依赖自然资源永续生存和发展的唯一答案。循环经济思想指出,很多自然资源和能源都具有不可再生性,在利用自然资源进行生产的过程中,必然会产生废弃物,忽视废弃物的回收利用,不仅导致了巨大的浪费,同时也对环境产生了污染。循环利用废弃物能够有效提高资源利用效率,节约自然资源,保护自然环境。同时,提高利润率,进而带来一定的经济效益。不难看出,循环经济思想所要解决的也是人在进行生产活动时提高自然资源的利用效率以实现经济社会的可持续发展。“双碳”目标强调和注重解决的问题是人与自然关系问题,是如何平衡好我国资源约束和环境污染与人民群众对美好生活需要的现实矛盾,是如何处理好我国自然资源保护和经济社会高质量发展的现实对冲。综上可见,三者在所要解决的问题上相一致。三是三者对问题的解决手段相一致。三者均是通过实践不断创新,在人、自然与科技相辅相成、相互融合的历史进程中产生新技术,不断提高科技水平,以实现经济社会绿色高效的可持续发展,进而推动着人类社会一步步走向更高的文明形态。

所谓发展,则表现为基于的历史背景不同。无论是人与自然和谐统一的思想还是循环经济思想,马克思均是在资本主义的背景下进行阐述,并明确表明资本主义生产方式是破坏物质转化的根源,揭示了资本主义制度下的不合理的物质生产实践是造成生态系统失衡的根本原因,在资本主义的生产环境中,物质变换具有一定的不可持续性,唯有改变并超越和脱离资本主义生产方式,才能实现人与自然的物质变换,维持生态系统整体的稳定。而“双碳”目标是站在新的历史发展阶段,基于新时代坚持中国特色社会主义、经济社会高质量发展的时代背景,贯彻新发展理念、继承和发扬习近平生态文明思想所提出的,因而与马克思所在的时代背景截然不同,是对马克思生态文明思想的“中国化”发展。

(2) 习近平生态文明思想中相关理念

自党的十八大首次明确提出“五位一体”的中国特色社会主义总体布局以来,生态文明建设就明确成为国家工作的重要内容,在这一特定历史背景下,习近平总书记提出“绿水青山就是金山银山”、“人与自然和谐共生”、“良好生态环境是最普惠的民生福祉”等一系列生态文明建设实践的新论断和新理念,支

撑和构建了习近平新时代生态文明思想。其中，“双碳”目标的理论基础主要源自于“绿水青山就是金山银山”和“人与自然是命运共同体”理念，同时，“双碳”目标也是习近平生态文明思想的最新进展。

①绿水青山就是金山银山理念

2005年，习近平在浙江省安吉县余村考察时，首次提出了‘绿水青山就是金山银山’的科学论断。党的十八大以后，作为我国社会主义事业建设的领导核心，他更加深刻的意识到协调好生态环境与经济发展之间关系的重要性，在推进社会经济事业中积极践行“两山”理念。2015年3月，中央政治局会议正式把‘坚持绿水青山就是金山银山’写进中央文件。”^①，“两山论”正式成为规范化经济经济发展与生态环境的核心思想。

习近平指出：“如果能够把生态环境优势转化为生态经济的优势，那么绿水青山就变成了金山银山。”^②他认为生态价值对经济价值有着巨大的影响，强调“破坏生态环境就是破坏生产力，保护生态环境就是保护生产力，改善生态环境就是发展生产力。”^③，未来发展应当着力以“绿水青山”实现“金山银山”。鼓励各地政府注重绿色产业的发展，通过政府的财政支持及适当的引导大力发展低碳产业。同时企业和政府单位要加大对废弃物的回收及再利用，提高资源的利用率，努力争取变废为宝。“两山论”表明，生态价值和经济价值是相辅相成、辩证统一的关系，是不可分割的整体，唯有经济与社会、资源和环境保护之间相互协调，才能实现经济发展和人民幸福。经济发展中，绿水青山是自然资源可持续并能持续供给的先决条件和资本，良好的经济质量就是良好的环境质量，良好的环境质量可以推动和提高人与自然的和谐发展和现代化水平，处理好经济社会发展与资源环境保护之间的关系，是实现可持续、高质量发展的永恒主题。

②人与自然是命运共同体理念

2017年10月，党的十九大报告正式提出“人与自然是命运共同体”的理念，强调人类要尊重自然、顺应自然、保护自然。一方面，人类是由自然孕育而生的，人类的生存和发展离不开自然。另一方面，人类的实践活动也不断影响着原始自然，在实践劳动作用中，人与自然结合形成极为复杂的“复合生态系统”。自然

^①李红梅.中国特色社会主义生态文明建设理论与实践研究[M].人民出版社2017年版,第28页.

^②习近平.之江新语[M].浙江人民出版社2017年版,第153页.

^③习近平.推动我国生态文明建设迈上新台阶[J].求是,2019,(3): 4-19.[5]马克思恩格斯全集.

发展与人类发展之间相互影响、相互制约、“荣辱相生、休戚与共”。习近平指出，只有充分认识到生态环境的整体性和规律性，重视其自身的系统和规律，才能使人与自然协调统一，否则就可能遭受其报复，对人类的生存与发展造成威胁。他认为应当在尊重自然、顺应自然、保护自然的基础上，对自然进行修复与利用，遵循自然法则，坚持可持续发展的绿色发展之路，才是永续发展的前提。此后，习近平再次强调：“工业化进程创造了前所未有的物质财富，也产生了难以弥补的生态创伤。杀鸡取卵、竭泽而渔的发展方式走到了尽头，顺应自然、保护生态的绿色发展昭示着未来。”^①，绿色发展是指从整个生产过程的角度出发，通过产业结构的调整和技术的创新与升级，实现从源头上削减，在过程中控制，最终降低污染压力，实现“源头-过程-末端”的全过程治理。将绿色发展理念贯彻到生产和消费的全过程，对于解决环境污染问题、促进经济和社会可持续发展具有重要意义。工业文明在为人类提供丰富的物质财富的同时，也造成了生态危机，要想“生态兴盛，文明兴旺”，必须走人与自然和谐共处的道路，推动经济发展与环境保护的协调统一。

③ “双碳”目标与习近平生态文明思想

2021年4月，习近平总书记在广西考察时提出，要“把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展和生态文明建设整体布局”。指明了生态文明建设的最新方向，明确了生态文明思想的最新进展。碳达峰、碳中和在内容实质、理论逻辑上与生态文明建设具有高度一致性和统一性。内容实质上，当前，我国生态文明建设进入了以减污降碳为主要方向、协同推进经济社会全面绿色转型，实现生态环境质量由“量”到“质”转变的紧要关头。而碳达峰、碳中和能够有效减少环境污染和各类温室气体排放，促进以结构减排为路径，以源头减排为抓手，以总量减排为目标的全面减排，实现全体社会的减污降碳和生态环境的明显改善。可以看出，碳达峰碳中和与生态文明建设的未来阶段目标完全契合，并且，二者均是要着重处理好资源环境约束与可持续发展的矛盾，解决好人民日益增长的美好生态环境需要与经济发展之间的矛盾，均是要实现生态效益、经济效益和社会效益的和谐统一。理论逻辑上，习近平生态文明思想是统筹推进“双碳”工作的根本遵循和行动指南，碳达峰碳中和是习近平生态文明思想的最新进展。以“绿水青山就

^① 光明网 <https://m.gmw.cn/baijia/2019-05/08/32813818.html>

是金山银山”为发展理念，以“人与自然是生命共同体”为内在要求，碳达峰碳中和全面推进经济社会绿色发展、低碳发展、循环发展，加快能源变革和产业调整，实现绿色产业化和产业绿色化，走“人与自然和谐共生，生态与经济协调发展”的可持续发展新路径，助力经济高质量发展。

2.2.1.2 西方经济学中关于碳达峰、碳中和的理论

(1) 环境库兹涅茨曲线与“脱钩理论”

在有关温室气体排放量、经济增长与人均收入三者之间的关系上，西方经济学以环境库兹涅茨曲线和脱钩理论最具代表性。格罗斯曼(Grossman)和克鲁格(Krueger)收集了42个国家(地区)的经济增长和空气质量的数据，通过研究发现二者存在以下规律：当国民收入增长较为缓慢时，空气中二氧化硫和烟雾的浓度，即空气中主要污染物浓度伴随着国民收入的增加呈现出逐步递增的发展趋势；随着国民收入增长速度不断提升，空气中含有主要污染物的浓度呈现由升转降的态势。也就是说，在人均GDP快速增长时期，环境的污染程度伴随着同步加重，并随着经济发展到达峰值，此后由升转降呈现下降的趋势。不难理解，空气污染与经济增长的关系曲线为一条“倒U”型的曲线，此线就是“环境库兹涅茨曲线(EKC)”(如图2.1)。“脱钩理论”是描述经济发展与资源消耗、环境污染之间关系的基础理论。依据环境库兹涅茨曲线，经济发展通常会导致环境压力和资源消耗的增加，所谓的“脱钩”，则是随着经济发展过程中产业结构的变化和科技水平的提高后，较之前以更低的环境成本和资源代价来实现经济的同速乃至更快速的增长。而环境库兹涅茨曲线(EKC)之所以呈现“倒U”型，是规模效应、结构效应、技术效应共同作用的结果。

具体而言，在规模效应主导阶段，强调以经济发展优先，主要特征为经济发展水平较低、二氧化碳排放量较多。因为在经济发展初始阶段，化石燃料是各国各区域经济发展的主要能源，大部分产业都依靠自然资源禀赋来发展资源密集型、劳动密集型产业，规模效应占主导地位，使得经济发展与资源和碳排放之间呈现联结关系。在结构效应主导阶段，实现经济发展与二氧化碳的脱钩主要依靠产业结构调整 and 能源优化升级。在此阶段，产业发展水平不断提高，核心主导产业由劳动密集型、资源密集型产业向技术密集型和知识密集型产业发展。能源系统由单一的高消耗、高污染转向低碳化、智能化和多元化，消费结构不再以化石

能源为主转而倾向可再生能源。继而供给侧的单位能耗碳排放显著下降，需求侧的单位产出能耗有效降低，从供给侧和需求侧两方面合力实现社会碳排放水平的降低，经济增长与二氧化碳排放呈现脱钩状态。技术效应与结构效应具有同样的驱动力，是实现脱钩的重要力量。一方面，高水平技术创新能有效提高资源利用率和生产效率，进而降低单位产出的生产要素投入；另一方面，随着低碳和零碳以及清洁技术的普及，会逐渐以技术要素代替以资本和劳动力为主的传统生产要素，进而降低二氧化碳排放。通过结构效应和技术效应的双重加持，改变规模效应占主导地位时高碳排放的状况，迎来经济增长和环境污染水平的“脱钩”。

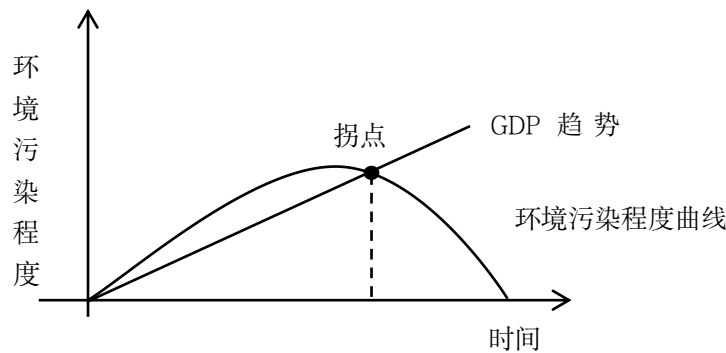


图 2.1 环境库兹涅茨曲线

2.2.2 关于制造业转型升级的理论

2.2.2.1 马克思主义经济理论中关于制造业转型升级的理论

制造业是第二产业的重要部分，由于相关理论大部分是基于产业转型升级进行阐述，因此文章在马克思理论基础部分沿用马克思产业转型升级有关思想，在习近平相关理论部分则采用制造业转型升级有关论述。产业转型升级是政治经济学和产业经济学共同关注的重要内容，但是基于的学科背景不同、理论基础不同、研究方法不同、研究工具不同等，对产业转型升级有着各自独到的分析研究。本文选择从政治经济学的视角出发，以马克思主义社会资本再生产理论、资本有机构成理论、利润平均化理论，习近平关于制造强国的论述为文章研究的理论基础，为全文的研究进行理论铺垫。

(1) 马克思有关产业转型升级的理论

① 社会资本再生产理论

在资本主义商品经济社会中,商品生产者通过生产既满足消费者同时满足市场需求的商品来实现商品自身的价值;消费者实现商品的使用价值则是通过购买自己所需要的商品。通过这种生产和购买的过程,实现社会资本再生产顺利进行,否则就会发生中断。因此,社会资本再生产的关键在于社会总产品的实现。也可理解为通过市场交换,使得社会总产品的各个部分能够获得价值上的补偿以及实物上的替代。马克思按照不同的实物形态,将社会物质生产部门分为两大部类:第一类是制造生产资料的部类(I),第二类是制造消费资料的部类(II)。社会总产品是在一个年度内两大部类所生产的所有物质资料的加总。在价值形态上由不变资本c、可变资本v、剩余价值m构成。按照生产规模,社会再生产可以划分为社会资本简单再生产及社会资本扩大再生产。社会资本简单再生产下,实现两大部类均衡发展的条件是:

$$I(v+m) = II(c) \quad (2.1)$$

由此引申出两个条件:

$$I(c+v+m) = I(c) + II(c) \quad (2.2)$$

$$II(c+v+m) = I(v+m) + II(v+m) \quad (2.3)$$

2.1式表明,简单再生产要想顺利实现需要维持两大部类的合理比例关系。2.2式表明,第I部类生产资料的价值与生产资料消耗的总价值相等。在这种情况下,生产资料供求才能实现平衡。否则,当出现 $I(c+v+m) < I(c) + II(c)$,那么第I部类将无法提供足够的生产资料,进而之前的生产结构也将难以继续。2.3式表明,一年内第II部类生产的消费资料应与第I部类和第II部类需要的消费资料总价值之和相等。此种条件下,才能实现消费资料供求平衡。上述三种平衡条件是进行简单再生产的基本条件。

社会资本扩大再生产下,实现两大部类均衡发展的前提是:

$$I(v + \Delta v + m/x) = II(c + \Delta c) \quad (2.4)$$

$$I(c + v + m) = I(c + \Delta c) + II(c + \Delta c) \quad (2.5)$$

$$II(c + v + m) = I(v + \Delta v + m/x) + II(v + \Delta v + m/x) \quad (2.6)$$

2.4 式表明在第 I 部类原有可变资本的基础上追加可变资本,与资本家用来消费的剩余价值总和应等于第 II 部类原有不变资本与追加的不变资本总和。明确实施扩大再生产的必要条件是维持两大部类的均衡。2.5 式表明第 I 部类产品的总价值应与第 I 部类和第 II 部类原有的加上追加的不变资本的价值总和相等。即在一年内两大部类生产资料的应当维持平衡。2.6 式说明在扩大再生产条件下,一年内两大部类消费资料的供给与需求应当维持平衡。上述三种条件充分表明,在扩大再生产的前提下,两大部类的生产需要遵循一定的比例关系,否则将无法实现社会资本扩大再生产。此外,马克思将实现扩大再生产的现实途径分为两类:第一类是外延的扩大再生产;第二类是内涵的扩大再生产。所谓“外延型”是指通过增加要素投入、建立新的工厂、扩大生产场地等手段实现产值或者产量的增加,与技术水平和生产要素的质量改变无关。“内涵型”则是通过提高生产技术水平 and 劳动生产率,改善生产要素的结构和质量,以此来实现产值和产量的增长。马克思社会资本再生产理论揭示了社会再生产是按一定比例发展起来的,两大部类既要维持总量的均衡,又要维持结构的均衡。这是因为经济发展的优先条件是社会生产,而社会中各部门之间协调发展又协同促进产业结构升级。因此,马克思的扩大再生产理论实际上是对产业部门之间的相互作用进行抽象概括,明确表明在产业发展中,应当遵循各产业按比例升级的原则,依靠提高生产要素利用率、创新新技术等方式,由过去的粗放型外延扩大再生产转变为可持续进行的集约型内涵扩大再生产,对产业转型升级具有重要的指导意义。

②资本有机构成理论

在要素市场供需均衡的情况下,资本价值水平的高低取决于资本技术水平的高低,而资本技术构成是由资本价值构成所表现。其中,技术进步是资本有机构成提高的重要因素。资本家为了获得更多的剩余价值,在资本积累的过程中必然会通过创新生产技术、更新固定资本等手段来实现劳动生产率的提高。马克思指出,资本有机构成提高对社会和经济的发展既产生了正向影响,又发生了负面作用。正向来看,劳动生产率伴随着资本的有机构成提高而提升,使得产业结构发生相应变化,进而催生出新的产业,实现产业转型升级;负面来说,相对人口过剩在资本的有机构成提高中逐步显现,同时失业率增高,经济危机的出现不可避免。

就正向影响来说,资本有机构成在不同的产业部门中具有一定的差异性,进而使得各产业部门的利润率有所差异。如果较为强势的龙头产业资本有机构成比其他产业高,在投资乘数的催化作用下该产业将会推动其他相关产业快速成长和发展,催生出众多新兴产业。而负面影响产生的相对过剩人口自然就可以转移到新兴产业中,从而推动新兴产业的繁荣。那么这一过程中自然就会形成产业的转型升级。就制造业而言,属于我国的第二大产业,随着科技创新不断加强和技术水平不断提高,过去高消耗、高排放的龙头制造企业开始逐渐探寻低碳、绿色的新兴发展模式,在提升自身利润率的同时兼顾环境效益和经济效益,虽然针对没法进行转型升级的老旧高污染企业采取关闭措施,但是同时扶持大量的战略性新兴产业,引发在产业间的劳动力转移,使得原有的工人就业就得到了有效保障,同时反向推动高新技术产业的蓬勃发展,可见,资本有机构成理论对产业结构转型升级具有重要的指导意义。

③利润平均化理论

马克思的利润平均化理论是指,尽管不同企业的利润率有所不同,但在长期竞争下,它们的利润率会趋于平均水平。企业内部各部门的利润水平受到资本有机构成和周转速度不同的影响,相互之间存在较大差异,因此必然会引起资本家之间发生竞争,这种竞争既发生在部门内部,部门之间同样存在。随着生产技术的不断提高和生产效率的快速进步,部门内部生产同一种商品的个别劳动时间与之前相较会明显缩短,进而会获得更多的利润,如果部门内所有的资本家纷纷效仿,那么整个市场最终会形成一个统一价值。部门之间的竞争会促使资本不断地从利润率低的部门向利润率高的部门过渡和转移,最终依旧会导致各个企业的利润平均化。但是由于资本家存在逐利性,并不会止步和满足于现状,因此会追逐超额利润,在此过程中,会不断驱使资本家去进行新生产技术的研发和旧生产技术的升级,以此实现竞争中的优势条件。可以看出,部门内部与部门之间的竞争均能够促进生产要素在各产业部门之间自由流动,自然各产业部门在不同利润率的驱使下将会不断进行调整。虽然马克思的利润平均化理论研究的是资本主义社会经济运行的规律,但是这个规律也是市场经济的一般规律,因此利润平均化理论也同样能够对产业的转型升级提供指导意义。

(2) 习近平关于制造强国的论述

党的十八大以来，习近平总书记多次强调要大力发展制造业和实体经济，深刻阐明制造业是实体经济的基础，实体经济是我国发展的核心，是构筑未来发展战略优势的重要支撑，为我国从制造大国向制造强国迈进指明了方向、明确了路径。

一是制造业是经济高质量发展的重要抓手。制造业是实体经济的主体，制造业高质量发展关系到经济高质量发展的全局。习近平指出，“制造业高质量发展是我国经济高质量发展的重中之重，是一个现代化大国必不可少的”^①。要求“把实体经济特别是制造业做实做优做强”。制造业是实体经济发展的基础，在国民经济的各个行业中，制造业往往是生产效率最高、发展速度最快的行业。制造业发展的核心和根本目标是建设制造强国，其特点主要是自主创新能力强、产业引领能力强、基础能力雄厚、盈利水平良好、全球产业治理能力较高、绿色发展能力良好。我国是制造大国，还不是“制造强国”，当前，我国制造业产业链所生产的大部分产品仍旧处于中低端，产业链稳定性有待提高、竞争力有待加强、绿色化程度有待加深。虽然制造业增加值在国内生产总值中的比重较为可观，是推动国民经济增长的主导力量，但总体上仍处于全球价值链的中低端。制造业对经济发展在创新活动以及高端要素具有重要承载作用，经济高质量发展离不开雄厚的制造业基础，制造业是经济发展的主导力量，是实现经济从“量”到“质”转变，驱动经济结构质量变革、效率变革、动力变革的重要抓手。

二是制造业高质量发展离不开以创新为第一动力。2018年，习近平提出：

“制造业的核心就是创新，就是掌握关键核心技术，必须靠自力更生奋斗，靠自主创新争取。”创新是制造业“提质增效”的主引擎，是提高核心竞争力的重要手段。制造业高质量发展，是向高端化转型、智能化进步、绿色化迈进，依赖于高新技术突破以及高标准人才队伍选拔，究其核心还是技术创新。习近平认为，制造业需要顺应第四次工业革命的发展趋势，不断突破核心技术，提高研发突破能力，推进制造业向产业链高端延伸，提高产品的核心竞争力。需要依靠科技创新转变关键基础材料以及产业技术基础受制于人的状况，解决关键核心技术“卡

^① 习近平在东北三省考察并主持召开深入推进东北振兴座谈会时强调 解放思想锐意进取深化改革破解矛盾以新气象新担当新作为推进东北振兴[N].人民日报,2018-09-29.

脖子”难题，推进制造业高质量发展。只有广泛实现众多制造企业的核心竞争力变强，才能真正走向制造强国，实现更多“从0到1”的实质性突破。

三是制造业需要向高端化、智能化、绿色化全面转型。习近平强调，“要牢牢抓住振兴制造业特别是先进制造业，推动制造业从数量扩张向质量提高的战略性转变”^①。2021年，我国高技术制造业和装备制造业占规模以上工业增加值比重分别从2012年的9.4%、28%提高到15.1%和32.4%；并且规模以上工业单位增加值能耗在“十三五”期间下降16%基础上，进一步下降5.6%。建立低投入、少消耗、轻污染、高产出、强质效的资源节约型、环境友好型工业体系初见成效，有效推动社会效益、经济效益和生态效益的有机结合。可见，未来制造业应继续向高端化、智能化、绿色化全面转型。习近平认为，应当以智能制造为主攻方向，推动产业技术变革以及优化升级，加快推进网络化、数字化和智能化在制造业各领域内的深入应用，提升产业价值链。此外，基于碳达峰、碳中和的背景，制造业发展应当优先构建高效的绿色低碳循环制造体系，推动生产方式的绿色转型，加快制造强国建设高质量发展。

2.2.2.2 西方经济学相关理论

(1) “微笑曲线”理论

“微笑曲线”理论由施振荣于1992年提出。微笑曲线理论起源于全球产业链，在国际贸易中，从单一的商品到要素分工，各国均想创造一种具有自身要素禀赋的特殊环节，因此产业链就被分为技术创新研发、加工制造以及销售服务三大环节，进而使得发达国家与发展中国家之间的发展差距越来越大。由于发展中国家的技术创新水平较低，因此在产业链内主要置于加工制造业的环节。而发达国家由于拥有较强的品牌、技术和管理人才等生产要素，因而一直在研发和流通服务环节处于主导地位，与发展中国家相比，其产品的附加值较高、利润回报率较大，因此国际竞争中长期处于主导地位。

微笑曲线的形状为U型，分为左、中、右三个部分。左侧为创新与研发，中部为加工制造，右侧为销售服务。曲线代表着生产过程中各阶段的附加值，附加值又与企业的利润率呈现正比关系，产品的附加值越高，企业所能得到的收益也就越多。而在这一过程中，更多的附加值在两端，即创新和销售环节，更少一

^① 习近平主持召开中央财经领导小组第十五次会议[N].人民日报,2017-03-01.

部分则在中间加工和制造环节。而所谓产业实现升级就是由中间向曲线两端高附加值的方向发展，向曲线左端努力需要加强科技研发能力与投入，向曲线右端需要创造品牌、打造高回报的营销模式同时提高服务和销售水平和能力。

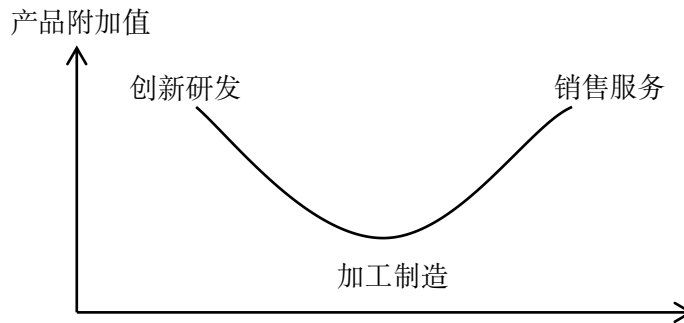


图 2.2 微笑曲线

(2) 企业清洁生产与产业绿色制造

企业清洁生产和产业绿色制造是循环经济和低碳经济发展的重要方向，旨在实现经济发展和环境保护的双赢。企业清洁生产要求在生产过程中，通过节约原料和能源、淘汰有害物质、减少废弃物的数量等方式，最大限度地降低对环境的影响。对于产品，企业清洁生产要求降低从原料精炼至最后处理过程中产生的负面影响；对于服务，则必须在设计和服务中考虑到环保因素。企业清洁生产的目标是实现不可再生资源与稀缺资源的替换使用、资源和能源的循环与综合利用，并兼顾产品的生产、消费与环境的适应性和兼容性。产业绿色制造要求将整个工业系统置于环境、经济和社会大系统内，应用系统工程理论和方法研究工业系统内各过程间物质集成、能量集成和信息集成，将生产过程的废物用作另一生产过程的原料，以实现资源、能源和投资的最优利用，也就是建立起生态系统的“生产者、消费者、分解者”工业生态链，以实现低消耗、低污染、工业发展与生态环境协调的工业发展新模式。除了企业内部的清洁生产，产业绿色制造还要求各企业间实现物质、能量和信息交换，建立工业代谢生态链关系，使上游企业“废料”成为下游企业原材料。这需要各企业间加强合作，共同研究并实现生产过程的协同，以达到最优利用资源、最大限度减少废弃物的效果。

通过梳理相关的文献和理论，不难看出碳达峰、碳中和目标的实现必然需要绿色、低碳制造，那么制造业一定面临进行结构调整和技术升级，制造业要想转

型升级也必然离不开清洁化的生产，反向加速碳中和、碳达峰目标早日实现。碳达峰、碳中和、制造业转型升级的相关理论对于陕西省制造业的转型升级具有重要的指导作用，根据相关理论找出适合陕西省制造业转型升级的合理方向，同时构建一套具有针对性的指标体系，分析比较陕西省 2013-2019 年制造业转型升级水平发展变化，找出其发展过程中存在的一系列问题和产生问题的原因，最后找到适合陕西省制造业转型升级的有效路径。

3 陕西省制造业发展现状及转型升级必要性分析

3.1 陕西省制造业发展现状分析

陕西是老工业基地，陕西省制造业在不同时期的各个发展阶段都表现出不同的特色。制造业一直以来是陕西工业发展的重要支柱，经过近些年的大力发展，已经成为陕西经济发展的核心力量。近年来，制造业的结构得到优化、总量得到增长，在全国各省的制造业中占有一席之地。

陕西省的制造业发展大致可以分为三个时期：第一个时期是为改革开放的前二十年打下的坚实基础。在此期间，陕西省的工业产品和轻工业发展迅猛，着重发展了基础产业，并奠定了“轻工业”与“基础工业”的雄厚基础。自十一届三中全会以后，陕西省紧抓改革开放的重大发展契机，重新更改工业结构，为陕西制造业打下了牢固基础，逐渐形成种类齐全、齐头并进的良好发展势头。先是在1981年出台了《关于发展工业消费品生产的决定》，着重加强生产电视机、洗衣机、自行车、纺织、乳制品等15类主要消费领域的产品。而后在1990年，陕西省颁布《关于进一步调整工业产品结构的实施方案》，对过去煤炭、原材料等基础性薄弱产业进行整改与加强，着重调整纺织、机械、能源、轻工、食品、电子、冶金、建材和医药等重要民生产业的产业结构，强化基础工业，使陕西省轻工业和工业消费品能够较快提质增效。第二个时期是2001年至2010年重点发展优势产业的时期。这一时期，陕西省积极响应西部大开发等政策，紧抓“四万亿”投资红利等发展机遇，充分发挥自身的资源优势 and 装备技术优势，建立起八大支柱性产业，陕西省制造业发展迎来了蓬勃发展阶段。2000年以来，工业总产值大幅上涨，到2006年超过5000亿元，到2010年更是接近12422亿元，与2000年相较是其7倍有余。另外，八大工业支柱产业增势强劲。2009年，八大工业支柱产业企业单位数量占全省比重92.5%，与2004年相较上升4.8个百分点。基于原有的工业基础，陕西逐步形成了以先进装备制造、新型能源化工、有色冶金、航空航天器制造、食品、医药等为主体的较为完备的工业制造体系。至此，制造业已经晋升为陕西经济健康持续发展的核心推动力量。第三个时期是我国新兴工业自2011年起迅速发展的时期。自《中国制造2025》提出，陕西省对此积极响应，制造业展开由产业链低端向高端调整，再是到当前“十四五”时期，大力强调制造业高质量发展，以打造全国重要先进制造业基地为目标，着力推动陕西制

制造业实现“三个转型两个升级”（制造业向高端化、智能化、绿色化转型，产业与企业双升级）。目前，陕西制造业已形成航空、航天、汽车、输变电、数控机床、工程机械、电子通信设备元器件、冶金煤炭重型装备制造、石油装备、陕北能源化工基地能化装备等 10 个各具特色的产业集群雏形。随着碳达峰、碳中和目标的提出，陕西省制造业以提高发展质量和效益为抓手，全面推进结构调整和转型升级，加快新旧动能转化，将绿色发展作为制造业高质量发展的根本遵循，制造业逐渐向“微笑曲线”的两端延伸。同时深入推进工业低碳行动，打造绿色制造工程，构建绿色制造体系，成功打造一批兼顾实力、特色、品牌的优势骨干企业，是“陕西制造”的生力军。

“十三五”期间，陕西省坚持以新发展理念引领制造业高质量发展，聚焦创新能力提升、结构优化升级、产业融合发展、优质企业培育和产业集聚发展等重点工作任务，固根基、扬优势、补短板、强弱项，推动制造业为全省经济实现量的合理增长和质的稳步提升提供强有力支撑。“十四五”时期是谱写陕西高质量发展新篇章的关键期，具有鲜明的时代特征和里程碑意义。制造业是国民经济的主体，是支撑陕西经济高质量发展的主动力，是赢得未来竞争新优势的主战场。近年来，尽管陕西省积极培育新的绿色制造示范企业和开展各项工程，制造经济总体呈现出强劲向好的发展势头，但是在“双碳”目标背景下，依旧在创新化、绿色化、高效化方面存在欠缺。

3.1.1 与工业经济相较，制造业增速较规模以上工业发展迅速

随着我国经济步入新常态，陕西经济增长总体由高速转为中高速。2012 年至 2021 年，规模以上工业增加值增速由高速逐步递减至中高速。2012 年至 2014 年，工业增速保持了两位数的较好发展态势，但是，陕西工业长期以来过度倚赖重工业发展，受资源环境限制性较强，2015 年工业增速开始减慢，由之前的高速增长过渡到 7%左右的中高速增长区间。2019 年至 2020 年，面对百年变局和世纪疫情对工业经济带来的前所未有的冲击、挑战和考验，陕西省工业受到较大影响，增速大幅放缓至 1%。为稳住陕西经济发展核心，陕西省政府统筹推进经济社会发展规划，全省工业经济承受住了疫情考验。2021 年，工业增速重新又回到 7.6%的中高速区间，归于平稳向上的发展趋势（如图 3.1）。

2015年,陕西省工业增速与之前相较明显放缓,但制造业增速并未收到显著影响,与2014年相较仅下降1.7个百分点,可见与工业结构相比,陕西省制造业大部分对资源环境要素的依赖相对较弱,依然有较大的发展空间。并且,2012年以来,陕西制造业总产值逐渐攀升、稳步增长,在规模工业总产值连年增长的情况下,其生产总值占规模以上工业生产总产值的比重也在不断攀升,进一步说明陕西省制造业增速较规模以上工业发展增速更快(如图3.2)。2016年,陕西省出台《陕西省制造业重大科技创新工程实施方案》和重点产业技术路线图,加快推动陕西制造业转型升级,推动产业链迈向中高端,为“中国制造2025”有效贡献陕西力量。2018年前,陕西省制造业增速总体高于规模以上工业增速。同年,首次出现制造业增速与工业相比落后的状况,主要因为工业中停产、半停产及减产企业占比较高,其中更是以化学原料和化学制品制造业、农副食品加工业、食品制造业、专用设备制造业及计算机、通信和其他电子设备制造业等制造类行业居多。因此,即使制造业仍是带动陕西工业增长的支柱产业,但拉动作用较上年有所减弱。制造业增加值同比增长8.5%,增速较上年回落2个百分点,拉动规模以上工业增长4.7个百分点,下降1.5个百分点。其中,装备制造业、消费品制造业和三类以外其他制造业增加值增速分别较上年回落7.2、1.9和6.1个百分点,拉动率分别下降1.2、0.6和0.2个百分点,制造业总体增速必然受到影响。2019年,制造业增速与规模以上工业增速持续下降,一方面是受到市场需求不足的影响,另一方面是因为受到新增企业较少的影响,使得制造业的作用逐步减弱。全年制造业增加值同比增长4.7%,增速较去年同期回落3.8个百分点,拉动规模以上工业增长2.8个百分点,回落1.9个百分点。与之前相比,2020年受到新冠疫情的影响,陕西全省制造业和工业均处在低位运行,经济增速受到巨大冲击,存在许多困难。2021年,陕西省财政下达资金5600万元,进一步助力工业企业技术创新体系建设,鼓励企业开展技术创新,支持第五批省级制造业创新中心建设,显著推动制造业增速迅速回升,重新归于制造业质效提升带动工业发展的优化模式。总体而言,2012-2021年,陕西制造业平均总产值为16307.04亿元,2021年与2012年相较制造业总产值增长82.4%,十年内年均增长9.1%,制造业呈稳定增长趋势。相较而言,十年内规模以上工业年均增长7.7%,制造业增速较规模以上工业发展高出1.4个百分点,在工业发展中位于不容小觑的核心地位。

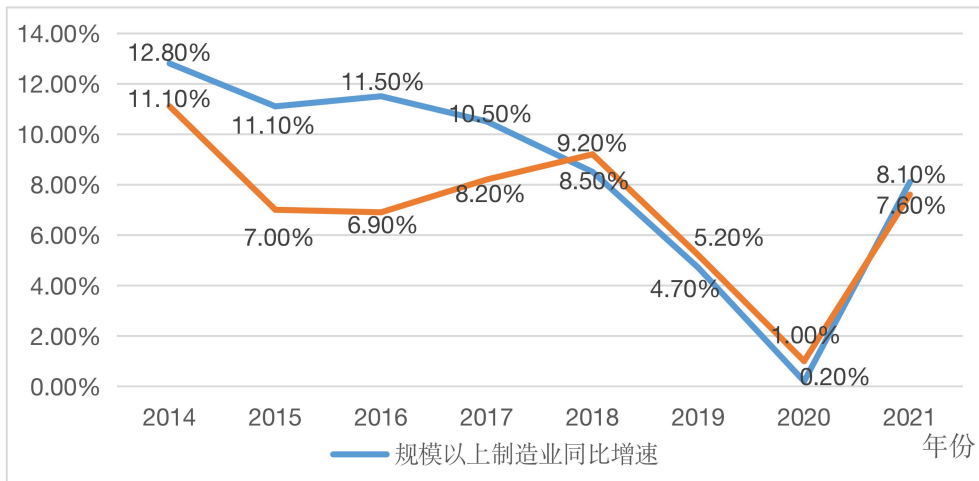


图 3.1 陕西省制造业、规模以上工业增速

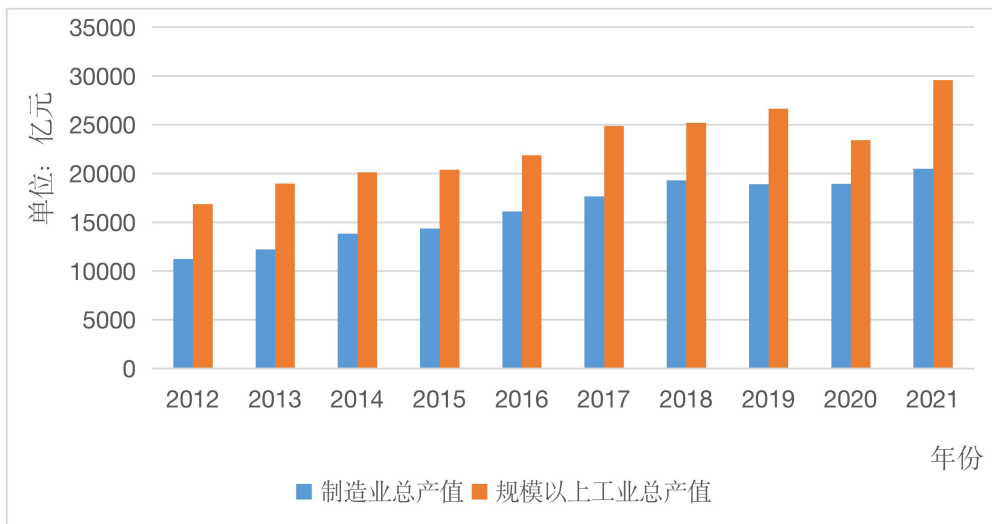


图 3.2 陕西省制造业、规模以上工业总产值

3.1.2 从企业数量看，制造业企业个数快速增长

2012-2021年，陕西省制造业企业单位个数快速增长，从2012年的3394个跃升至2021年的6099个，增长了79.7%。其中，非金属矿物制品业连年占比超过14%，从2020年开始占制造业企业总数超过16%。在陕西省制造业发展中居于首领地位。农副食品加工居次，连年在陕西制造业企业总数中占比超过10%。农副产品加工业能够效延伸农产品的产业链条、增加农产品的附加值，进而提高

农民的收入水平，促进农业产业的繁荣发展。但在 2021 年，农副食品加工业企业个数首次降至 10% 以下，表明陕西制造业在逐渐减少农副食品加工类制造业的发展，因为与其他制造业相比，农副食品加工业所生产的产品位于产业链低端，产品的附加值低，价值实现较小。另外，十年内烟草制品业企业个数一直位于末尾(表 3.1)。

表 3.1 历年陕西省制造业各行业企业单位个数

制造业企业单位个数 (个)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
农副食品加工业	360	381	493	525	568	615	635	610	583	581
食品制造业	167	173	198	223	253	273	288	294	283	287
酒、饮料和精制茶制造业	142	153	208	239	276	331	339	359	359	370
烟草制品业	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
纺织业	123	127	120	126	127	125	123	102	108	105
纺织服装、服饰业	25	28	38	43	53	61	67	91	91	97
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	6	6	9	10	16	16	20	20	19	21
木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	17	20	33	37	39	41	46	42	46	48
家具制造业	18	18	23	32	42	55	58	62	52	49
造纸和纸制品业	62	65	68	85	92	93	90	75	69	69
印刷和记录媒介复制业	35	38	52	57	67	81	90	100	102	99
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	10	11	15	18	22	31	39	59	69	77
石油加工、炼焦和核燃料加工业	109	109	107	102	101	102	110	106	110	121
化学原料和化学制品制造业	286	301	306	347	356	375	374	373	362	371
医药制造业	174	175	182	188	196	205	208	228	243	246
化学纤维制造业	6	6	8	6	5	4	5	6	4	5

续表 3.1 历年陕西省制造业各行业企业单位个数

制造业企业单位个数 (个)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
橡胶和塑料制品业	108	114	133	148	165	169	178	194	179	187
非金属矿物制品业	486	524	588	618	696	737	778	890	942	1004
黑色金属冶炼和压延 加工业	118	121	120	113	108	101	61	68	72	80
有色金属冶炼和压延 加工业	156	164	175	178	185	201	205	216	235	268
金属制品业	120	129	144	155	171	195	244	273	279	299
通用设备制造业	175	188	224	237	249	237	245	255	257	270
专用设备制造业	204	210	246	273	295	315	313	333	327	325
汽车制造业	87	87	109	114	121	135	142	167	183	204
铁路、船舶、航空航天 和其他运输设备制造 业	80	82	79	82	96	106	109	127	138	130
电气机械和器材制造 业	161	174	221	235	251	256	278	292	306	324
计算机、通信和其他电 子设备制造业	93	94	93	104	122	136	148	195	231	251
仪器仪表制造业	41	42	50	57	65	64	67	82	85	101
其他制造业	11	11	19	16	23	28	20	20	18	18
废弃资源综合利用业	4	5	11	15	19	24	31	38	48	66
金属制品、机械和设备 修理业	7	7	6	6	7	7	8	15	19	23
总计	3394	3566	4081	4392	4789	5122	5322	5694	5822	6099

数据来源：陕西省统计年鉴

以 2020 年为例，制造业企业排名前三的行业分别为非金属矿物制品业、农副食品加工业、化学原料和化学制品制造业，排名末尾三名分别是其他制造业 18 个、化学纤维制造业 4 个、烟草制品业 3 个（如图 3.3）。另外，高新技术企业达到 6198 家，科技型中小企业达到 8069 家，在西部地区均位于前列。入围中国制造业 500 强的企业数量达到 9 家。

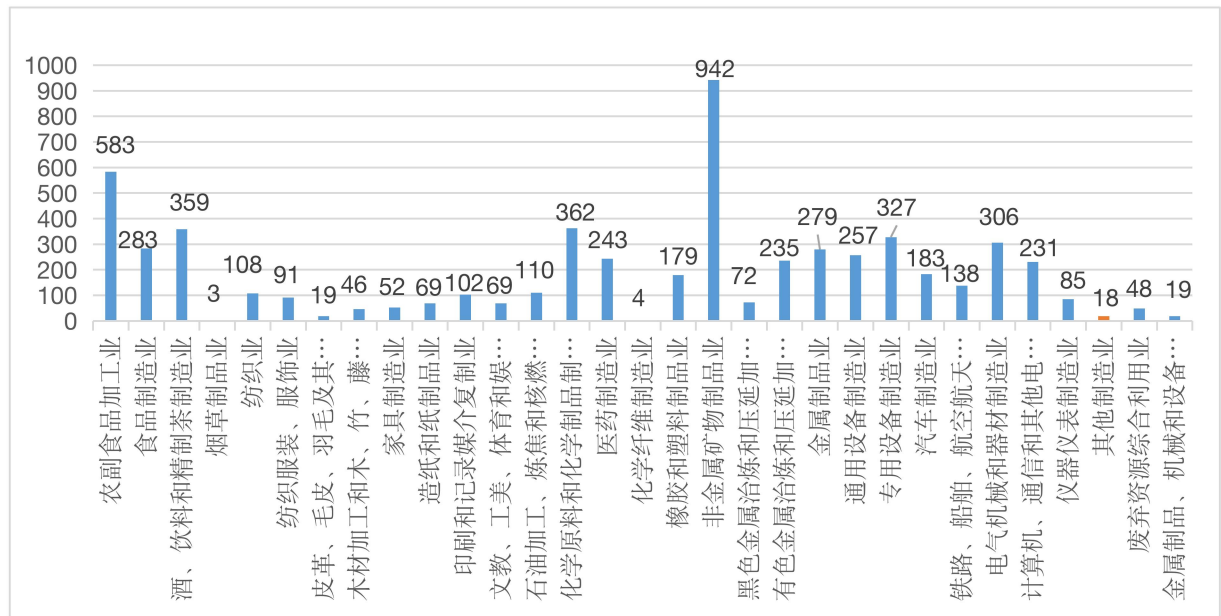


图 3.3 2020 年陕西省制造业各行业企业个数

3.1.3 从创新发展看，制造业创新动力有待提升

就制造业而言，2018 年前，陕西省制造业 R&D 人员数量呈现“两升两降”的发展趋势，在 2014 年达到历史人员最高点，为 69905 人，此后，虽然在 2017 年人员数量有所回升，但依旧未能超过 2014 年的顶峰人员数量，在 2018 年下降至 54037 人，而后近年来制造业 R&D 人员数量稳步回升。制造业 R&D 经费内部支出与人员的发展趋势截然不同，2012-2020 年连年递增，2020 年达到 2479580 万元，是 2012 年的 2.2 倍，实现制造业 R&D 经费支出翻番（如图 3.4）。

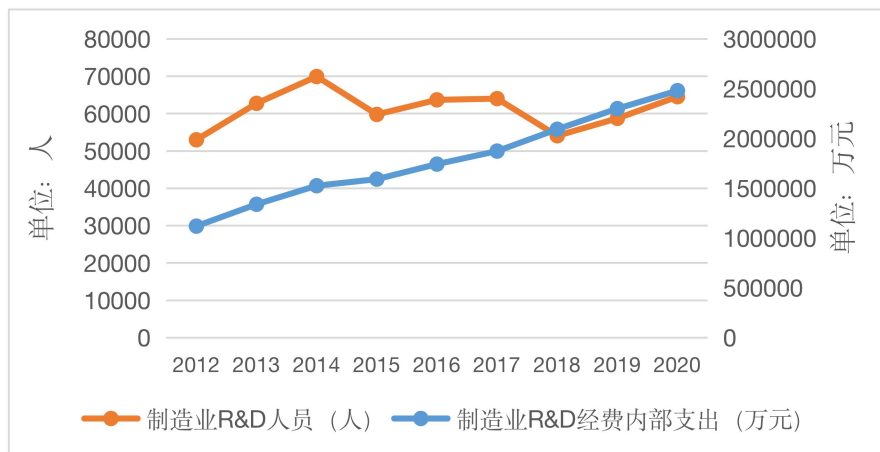


图 3.4 陕西省制造业 R&D 人员数量及经费支出

与全省创新投入进行比较，2012-2020 年，制造业 R&D 人员占全省 R&D 人员比重呈现“两降一升”态势。2016 年前，制造业创新投入在全省中并未收到重视，在 2012-2016 年五年间均在下降，直到 2016 年进入十三五时期以来转降为升，到 2018 年达到历年来创新投入的高峰，此后又转为下降趋势。制造业 R&D 经费内部支出占全省比重与人员的发展趋势基本相同（如图 3.5），值得一提的是在 2015 年开始转降为升，这是因为在 2015 年，我国出台《中国制造 2025》，大力强调要发展高质量、高效益的高端制造业，努力争取“制造大国”向“制造强国”的转变，陕西省积极响应国家政策，加大制造业创新投资力度，为全国制造业发展贡献陕西力量。

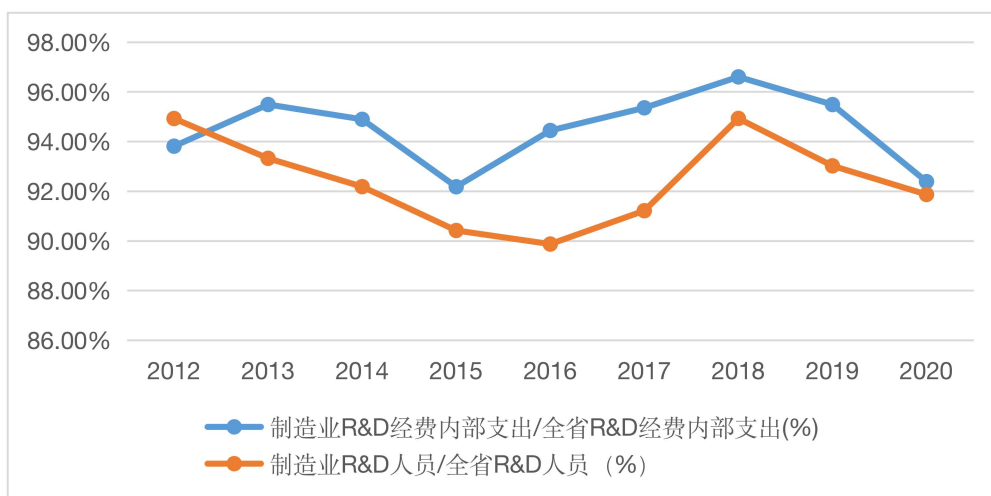


图 3.5 制造业创新投入占全省比重

此外，2020年，陕西科技活动产出指数接近76%，居全国第4位；高技术产业化指数达到65.83%，居全国第12位；国家科技奖数量和万人发明专利拥有量也稳居全国前列。自进入“十四五”时期以来，陕西省重大项目中创新驱动及制造业项目比重显著提升。创新驱动工程及制造业高质量发展工程项目共680个，总投资32538亿元，占比分别达到34.76%和34.73%，与“十三五”相较分别提升8.41个百分点和15.17个百分点。

3.1.4 从绿色发展看，制造业碳排放强度稳步下降

2012-2019年，陕西省制造业碳排放虽然总体呈现下降态势，但在中间过程中依旧有回升的迹象。在2015年时达到碳排放的历年顶峰，为78.16万吨。2015年是“十二五”期间陕西省经济运行压力最大的一年，受自身产业结构“偏重”等多重因素交织影响，制造业碳排放上升至最高点。进入2016年以来，随着供给侧结构性改革的不断深入和制造业产业结构的不断调整，碳排放开始呈现下降态势，但在2019年有所上升。制造业占全行业的碳排放比重趋势与碳排放总量趋势基本一致，这主要是因为工业碳排放是陕西省全产业的主要碳排放源头，而制造业占工业发展的绝大部分江山，因此，制造业碳排放占全省碳排放比重与制造业碳排放总量的趋势线基本相同（如图3.6）。

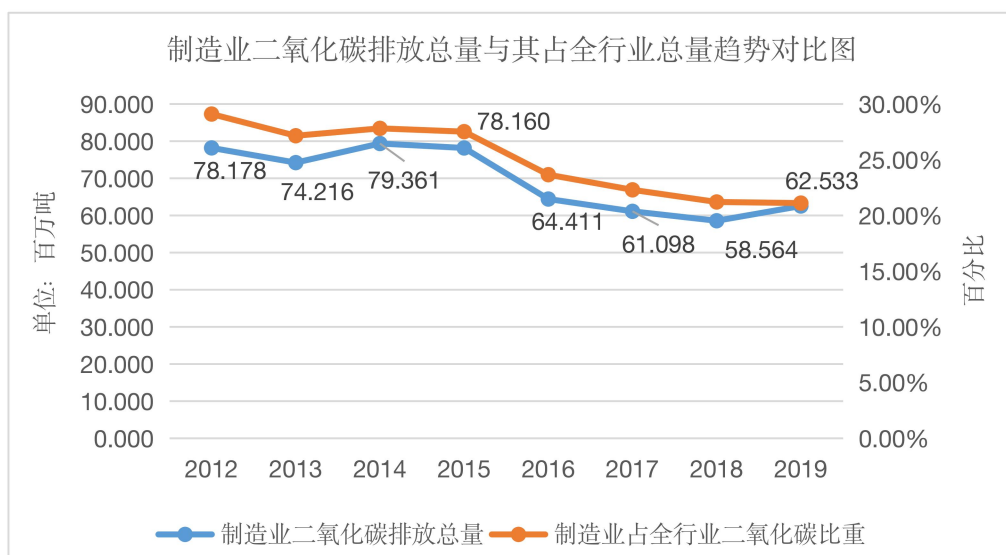


图 3.6 制造业碳排放总量

2018年，《陕西省“十三五”控制温室气体排放工作实施方案》中明确规定，到2020年，全省单位地区碳排放强度比2015年下降18%。碳排放强度是节

能降耗状况的重要指标之一，一般用单位 GDP 排放的二氧化碳量来衡量，用公示表示为二氧化碳排放总量/GDP。在一定程度上反映了经济增长的质量和效率，比值越低代表创造单位社会财富所需要的二氧化碳排放代价越小，那么也就是经济发展所需要付出的生物环境的代价越小。计算得出，2012-2019 年，陕西制造业碳排放强度连续下降，在 2019 年有所反弹（如图 3.7）。从 2012 年的 69.62% 下降至 2019 年的 33.07%，陕西省制造业万元 GDP 二氧化碳排放下降 35.92%，2019 年与 2015 年相较下降 21%，提前完成陕西“十三五”提出的降低 18% 的任务目标。在保持经济总量增长的同时，碳排放强度持续下降，实现了经济稳定增长与控制温室气体排放的双赢局面。

表 3.2 制造业碳排放总量及强度汇总

	制造业二氧化碳排放总量 (万吨)	制造业总产值 (亿元)	碳排放强度 (吨/万元)
2012	7817.77	11228.91	0.70
2013	7421.56	12230.64	0.61
2014	7936.11	13840.44	0.57
2015	7816.00	14360.87	0.54
2016	6441.11	16111.65	0.40
2017	6109.81	17649.4	0.35
2018	5856.41	19316.66	0.30
2019	6253.34	18907.23	0.33

数据来源：CEADs 数据库^①

^① 受到 CEADs 数据库的数据限制,本文只能获取到 2012-2019 的陕西省制造业碳排放数据.

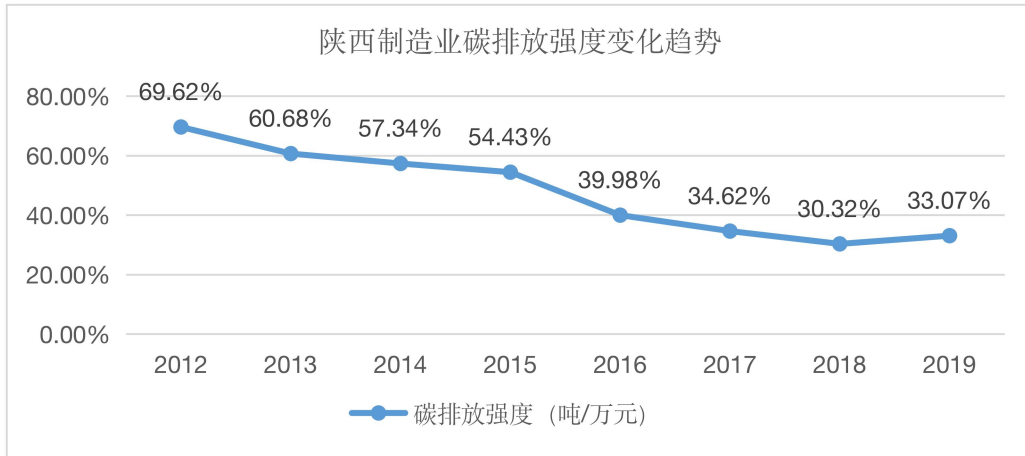


图 3.7 制造业碳排放强度

对制造业各行业碳排放量进行深入分析，计算得到 2012-2019 年制造业各行业年均碳排放量数值，发现碳排放主要由非金属矿产品、黑色金属冶炼及压延加工、石油加工和焦化、化工原料及化工产品、有色金属冶炼及压延加工产生，其中非金属矿产品的碳排放量最高，年均值达到 2494.35 万吨，与第二名黑色金属冶炼及压延加工相比较高出 28.9%。其他行业的碳排放量均处于较低水平（如图 3.8）。此外，2020 年陕西创建国家级绿色工厂 52 家、绿色园区 4 个、绿色供应链管理示范企业 3 户，认定国家工业产品绿色设计示范企业 3 户、绿色产品 7 种，产业绿色化在不断加强。

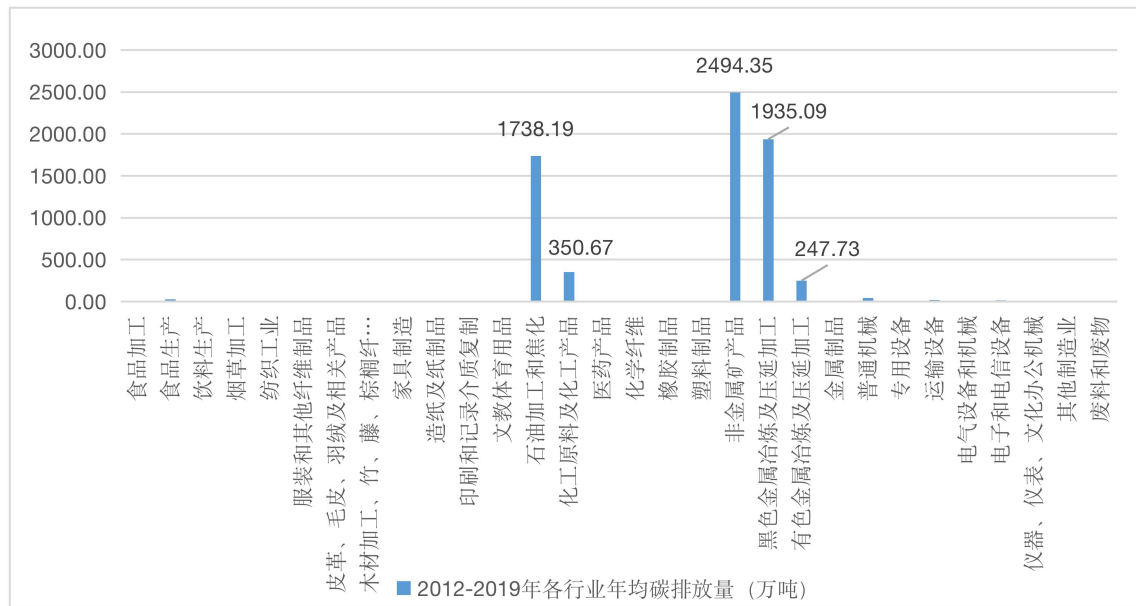


图 3.8 制造业各行业年均碳排放量

3.1.5 从经济效益来看，制造业利润率有待提高

以 2019 年为例，陕西省全行业平均成本费用利润率为 10.53%，制造业平均成本费用利润率则为 7.35%，与整体利润率水平相差 3.18%，制造业盈利水平处于较低位置。其中，比陕西省全行业平均成本费用利润率高的分别有医药制造业 12.66%、仪器仪表制造业 12.66%、酒、饮料和精制茶制造业 11.4%以及其他制造业 12.69%，这四类制造业的利润率均与其他行业相较非常可观（如图 3.9）。而碳排放量居高的石油加工、炼焦和核燃料加工业，化学原料和化学制品制造业，黑色金属冶炼和压延加工业，有色金属冶炼和压延加工业的利润率偏低，成本费用利润率均在 7% 以下。碳排放量最高的非金属矿物制品业在全部制造业行业中成本费用利润率较为可观，虽然还未达到全行业平均成本费用利润率 10.53% 的标准，但是其 10.45% 的利润率也非常靠近。因此，未来可以大力推动非金属矿物制品业的转型升级，在兼顾高利润的同时尽可能降低二氧化碳排放。推动绿色低碳转型，助力陕西减污降碳工作，有效助推“双碳”工作进行。

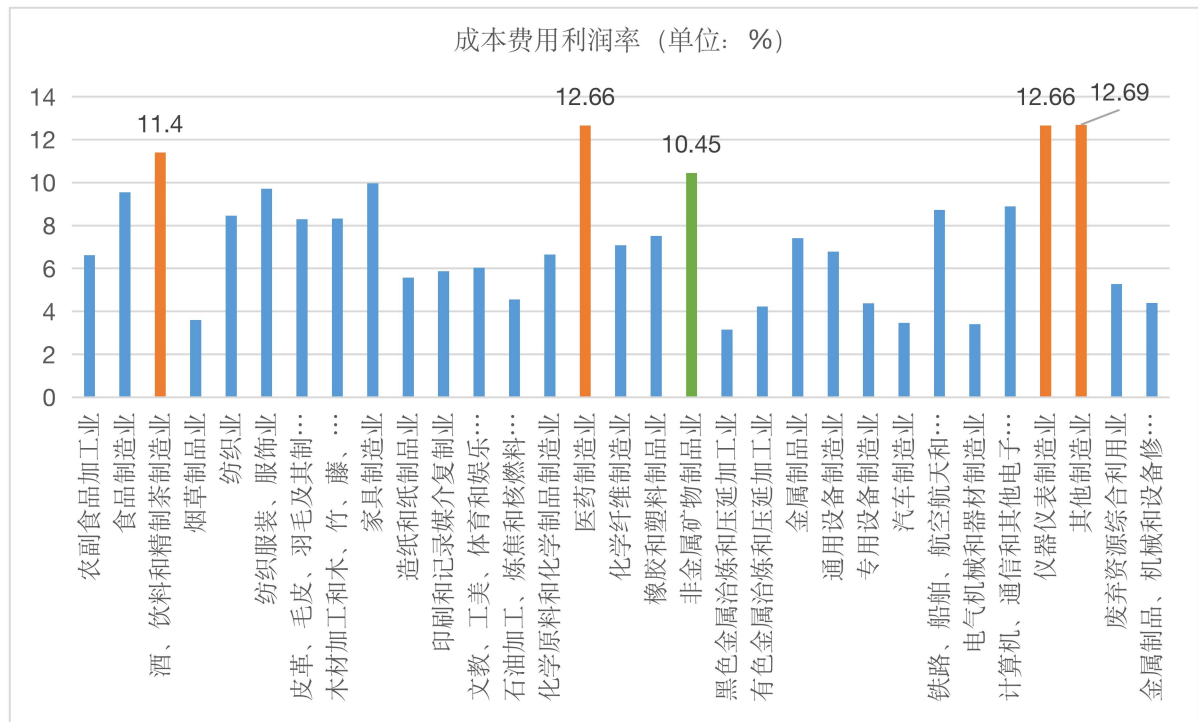


图 3.9 制造业各行业成本费用利润率

3.1.6 从产业结构看，制造业发展质量有所下降

制造业的升级轨迹可以分为：劳动密集型－资本密集型－技术密集型。考察其每部分行业的发展趋势和各自比重对于评价产业结构是否优化具有重要价值。2012年以来，陕西省制造业中，技术密集型占比逐年下滑，资本密集型虽有波动但总体呈现上升趋势，劳动密集型产值占比逐步趋于稳定，2012-2019年平均维持在19.7%。其中，技术密集型占据制造业的主导地位，2012-2019年均值为49.4%，接近全部制造业产值的一半。其次是资本密集型产业，占全部制造产业产值的31%（表3.3）。

具体来看，技术密集型行业产值占比整体呈现下滑趋势，在2015年之前超过50%，之后则逐步下滑不足以贡献45%。其中，除金属制品业、非金属矿物制品业，其他行业均为下降态势。陕西省煤矿、油气资源、有色金属矿产等自然资源较为丰富。但近年来“资源消耗大户”有色金属冶炼及压延加工业占比从约10%下滑到7%，石油加工、炼焦及核燃料加工业占比约从17%下降到10%以下，

陕西正在努力摆脱“资源诅咒”。与此同时，通用和专用设备制造业占比也有小幅度的下降，进一步说明设备制造技术转型升级面临的困难较大。

资本密集型产值的变化走势则基本反映出近年来陕西制造业转型升级的自身结构特点，由占比由 2012 年的 27.2% 逐渐上升至 2019 年的 35.3%。其中，电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业、汽车制造业均呈现出较好的发展势头，尤其是汽车制造业的发展变化在陕西省资本密集型制造业中具有较强的代表性，其在 2015 年以前产值占比逐渐变小，之后则逐渐上升达到新高度，展现出近年来陕西大力推动高端装备制造业发展，积极推进制造业转型升级的良好发展态势。

劳动密集型行业中，酒、饮料和精制茶制造业、食品加工业具有一定的代表性。酒、饮料和精制茶制造业产值占比一直居于 4% 左右，食品加工业产值则大致为 3.5% 左右。综合来看，陕西省制造业在工业经济以及整体经济中发挥重要引领带动作用，居于不可忽视的重要地位。但是，陕西制造业低技术、低附加值、低创新、高能耗与高排放的事实毋庸置疑，发展过程中资源优势转换为经济优势能力有待提高、经济质量有待增强、创新投入有待增加、绿色化程度有待加深等众多问题，需要进一步通过信息技术创新、产业结构调整、管理水平提升等有效手段来解决，未来在“十四五”期间，制造业有待进一步的深化和发展。

表 3.3 2012-2019 年陕西省制造业分类型产值占比

行业产值占比	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
技术密集型	53.3%	52.9%	52.8%	50.4%	48.1%	46.7%	46.3%	44.6%	49.4%
资本密集型	27.2%	27.1%	28.8%	30.1%	32.1%	33.2%	34.0%	35.3%	31.0%
劳动密集型	19.5%	20.1%	18.4%	19.5%	19.8%	20.1%	19.7%	20.2%	19.7%

数据来源：陕西省统计局

3.2 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级必要性分析

2021年,习近平总书记陕西考察时提出,要按照绿色低碳的发展方向对标,实现碳达峰碳中和目标任务,推进煤炭消费转型升级。陕西是能源大省,煤炭产量位居全国第三,油气当量位居全国第一,能源产业占全省工业“半壁江山”。其不仅是国民经济的基础产业,而且是现阶段支撑陕西省经济追赶超越全国其他省份的第一支柱。作为全国重要的能源基地,站在绿色低碳新赛道上,“双碳”目标不仅对陕西省“双高”产业能耗双控提出更高要求,更是对制造业整体发展明确严格规范。因此,推动陕西省制造业进行绿色技术攻关、转变“高排放”用能结构以及全面推动消费品行业低碳发展迫在眉睫,推动陕西由“制造大省”向“制造强省”蜕变,为我国由“制造大国”向“制造强国”转变贡献陕西力量。

3.2.1 “双碳”目标对陕西制造业低碳技术提出更高要求

陕西是化石能源大省,其碳排放量高的根本原因在于能源及其相关的工业体系主要依赖化石资源。在上文中通过分析发现,陕西省各类制造业中主要是非金属矿产品、黑色金属冶炼及压延加工、石油加工和焦化、化工原料及化工产品、有色金属冶炼及压延加工行业的碳排放偏高。“双碳”目标下,陕西省现有工业生产方式必须进行全面的改革调整,才能与陕西省提出的制造业高质量发展目标相适应。通过第二章对马克思有关思想的梳理,明确了解到生产方式的变革需要借助科技来实现,唯有不断地提高科技水平,才能实现制造业转型升级与经济社会的可持续发展,兼顾生态效益与经济效益。而陕西省制造产业现有技术体系还难以支撑“双碳”目标的实现,生产过程过度依赖高能耗、高排放的化石资源,进而必然需要技术革新,尤其是绿色低碳技术革新,同时更需要破除各行业之间的壁垒,跨行业、跨领域突破陕西省制造行业的再创造、再利用核心技术,实现先进低碳技术共享,在科技创新中实现陕西省制造业更广领域、更大范围的绿色布局转变,完成从生产源头到产业链再到消费服务的全方位绿色低碳转型升级。在此过程中,陕西各高碳企业将会面临一段时间转型的“阵痛期”,虽然短期会使企业的经营成本增加,但从长期来看,“双碳”目标将有效督促陕西各高碳制造业加大绿色经营投入,创造绿色低碳新技术和新一代信息技术,在提高各行业生产可持续性的同时催生出更多的先进制造业,实现“陕西制造”质的飞跃,巩固和拓宽了陕西省在制造行业的优势地位。

3.2.2 “双碳”目标下陕西制造业需要转变“高排放”用能结构

陕西省是西部能源大省，拥有丰富的能源和矿产资源，能源行业既是全省目前具有竞争优势的工业，同时也是污染性最高的产业。据统计，2019年，陕西省全社会能源消费总量为13478.06万吨标准煤，其中，煤品消费占比为72.7%，高于全国平均15个百分点。2020年，陕西省原煤、原油、天然气产量在全国的比重分别达到17.41%、13.83%和27.4%，同年全省能源工业增加值占全省工业增加值的比重高达46%，接近全省工业增加值的半壁江山。当前，陕西省经济发展正处在转型期，各地区的工业发展路径各不相同，其中，陕北地区能源资源丰富，是陕西省主要的能源工业生产基地。2019年，陕北工业总产值为6593亿元，其中能源工业完成产值5407亿元，占陕北工业总产值的82%，可见，能源工业在陕北地区工业发展中占据着核心地位。自然，陕北地区工业发展过度依赖能源资源要素驱动，工业生产在高端化、数字化、智能化、绿色化等方面均处于比较薄弱的状态，对陕西省整体制造业高质量发展带来严峻挑战。在短时期内，虽然煤炭等化石能源作为陕西省主体能源“压舱石”的地位很难改变，但是随着“双碳”时代到来，未来煤炭等化石能源贬值的趋势势不可挡，传统钢铁、电力行业等节能降碳主战场必然需要进行新的生产布局。因此，不仅是陕北地区，陕西全省的制造业发展均需要不断调整过去“高排放”的用能结构，推进新一代信息技术与制造业深度融合，加快从要素驱动向创新驱动转变，推进用能结构的低碳化调整，实现制造业的绿色、低碳、智能转型升级。尤其是建材、钢铁、有色金属、石化化工等传统高排放行业应当着重加快绿色用能设备升级，打造绿色生产供应链，为陕西省制造业进一步实现绿色化、低碳化、智能化“三化”融合创造各领域内的行业示范标杆。

3.2.3 “双碳”目标下需要进一步强化陕西消费品行业低碳发展

对陕西省而言，“双碳”目标不仅需要从钢铁、有色金属、石化化工等重点工业入手，以需求为主要生产导向的消费品行业也是调整过程中不可忽视的重要一环。陕西制造行业在实现“双碳”目标过程中要实现统筹兼顾、协同发展，就必须对消费品行业进行全产业链升级以及低碳化转型。依据3.1节对陕西省制造业的现状分析，综合碳排放量较低与成本费用利润率较高两点，得出食品制造业、纺织服装、服饰业、家具制造业行业是陕西制造业消费品行业中兼顾经济与低碳的高效产业，均在低碳发展的基础上实现年均成本费用利润率接近10%。但在研

究 2012-2019 年各行业单个企业年均碳排放量时发现, 食品制造业单个企业的年均碳排放量为 1178.12 吨, 而纺织服装、服饰业、家具制造业分别仅为 51.93 吨、78.04 吨。此外, 同样是消费品制造业的皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业、造纸和纸制品业单个企业年均碳排放量也较高, 分别为 747.15 吨、720.27 吨。可见, “双碳”目标背景下, 陕西制造消费品行业低碳化转型仍有较大的进步空间。不仅是行业整体低碳化生产, 精细到单个企业更加需要减污降碳。碳达峰、碳中和时代的到来要求陕西制造从供给与需求两端同时深入整改, 实现全制造领域的绿色低碳生产。消费品行业应当以科学、高效的实施路径完成高附加值、低污染的绿色生产, 在原有“相对低碳”基础上, 以绿色发展理念为指引, 以市场为导向, 进一步深化和强化清洁生产、节能减排, 大力推进消费品行业全方位、宽领域的低碳发展绿色行动。

4 陕西省制造业转型升级水平评价与困境分析

4.1 转型升级水平衡量方法

目前针对转型升级的衡量方法主要分为 Moore 值测定法以及熵权法，两种方法同样适用于制造业转型升级的评价。

4.1.1 Moore 值测定法

Moore 值测定法是采用空间向量的原理，将不同产业部门在两个时期的夹角，定义为 Moore 值。计算公式为：

$$M_i^+ = \sum_{i=1}^n (w_{i,t} \cdot w_{i,t+1}) / [\sum_{i=1}^n w_{i,t}^2 \cdot (\sum_{i=1}^n w_{i,t+1}^2)]^{1/2} \quad (4.1)$$

其中， M_i^+ 代表 Moore 结构变化值， $w_{i,t}$ 和 $w_{i,t+1}$ 分别用来表示 t 期第 i 产业所占比重和 $t+1$ 期第 i 产业所占比重。

产业结构年均变动值计算公式为：

$$K = [\sum_{n=1}^m (|q_{i1} - q_{i0}|)] / n \quad (4.2)$$

其中， q_{i1} 和 q_{i0} 表示报告期构成比和基期构成比。 n 和 m 分别代表年度数和产业门类数。产业结构超前系数计算公式为：

$$E_i = a_i + (a_i - 1) / R_t \quad (4.3)$$

其中， a_i 表示第 i 部门报告期所占份额与基期所占份额之比， R_t 表示同期经济系统平均增长率。 E_i 小于 1，表示第 i 产业发展相对滞后，所占份额出现下降趋势。 E_i 大于 1，表示第 i 产业超前发展，所占份额出现上升趋势。

4.1.2 熵权法

熵权法作为一种客观赋权法，其优势在于可以避免赋予权重的主观性，符合数学逻辑且具有较为严格的数学意义。计算步骤为：

(1) 数据标准化处理

数据标准化处理的方法很多，本文采用极差变化法：

$$\text{正向指标: } Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4.4)$$

$$\text{逆向指标: } Y_{ij} = \frac{X_{max} - X_{ij}}{X_{max} - X_{min}} \quad (4.5)$$

4.4、4.5 式中: Y_{ij} 指第 i 个评价对象第 j 项评价指标的数值 ($i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$); X_{max} 为第 j 项指标的最大值; X_{min} 为第 j 项指标的最小值。

(2) 确定指标熵值

$$P_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}}, \quad i=1, \dots, n; j=1, \dots, m \quad (4.6)$$

4.6 中: P_{ij} 指第 j 项指标第 i 个评价对象的比重。

进一步计算得出第 j 个指标的熵值:

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \left(\sum_{i=1}^n p_{ij} \times \ln p_{ij} \right) \quad i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; e_j \geq 0 \quad (4.7)$$

(3) 各评价指标权重的确定

第 j 个评价指标的权重 w_j 为:

$$\omega_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} \quad j=1, \dots, m; \quad (4.8)$$

4.8 式中: $\delta_j = 1 - e_j$ 为根据熵值计算的信息熵冗余度。

最后, 对各个指标的权重进行加权, 得到综合指数, 用 Z_i 表示第 i 个评价对象的综合指数, 为:

$$Z_i = \sum_{j=1}^m \omega_j \times P_{ij}, \quad i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; \quad (4.9)$$

4.2 陕西省制造业转型升级水平评价指标体系构建

4.2.1 陕西省制造业转型升级水平评价体系相关指标说明

在陕西省制造业转型升级水平指标体系构建上, 谨遵科学性、可行性、准确性的原则, 构建针对于陕西省的定制化指标体系。在数据选取上, 本文选择的是 2013-2019 年陕西进 7 年的数据, 将陕西省制造业转型升级水平评价指标体系构建为包含经济质效、创新化、绿色化、智能化、网络化 5 个一级指标, 下设 16 个二级指标的评价指标体系。

表 4.1 陕西省制造业转型升级水平综合评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	具体指标	指标单位	指标属性
Z 陕西省 制造业 转型升级 发展水平 评价 体系	A1 经济质效	B1 生产情况	制造业总产值	亿元	正指标
		B2 盈利情况	制造业利润总额/制造业 总产值	%	正指标
		B3 劳动生产率	制造业总产值/制造业从 业人员数	万元/人	正指标
		B4 工业增加值率	(本年工业增加值-上一 年工业增加值)/上一年工 业增加值	%	正指标
		B5 制造业 R & D 投入强度	制造业 R & D 经费支出/ 制造业总产值	%	正指标
		B6 制造业 R & D 人员比重	制造业 R & D 人员/制造 业从业人员数	%	正指标
	A2 创新化	B7 制造业单位产 值专利申请数	制造业专利申请数/制造 业总产值	件/亿元	正指标
		B8 制造业新产品 产值比重	制造业新产品产值/制造 业总产值	%	正指标
		B9 单位制造业产 值煤炭消耗量	制造业终端煤炭消耗量/ 制造业总产值	万吨/亿 元	逆指标
	A3 绿色化	B10 单位制造业 产值电力消耗量	制造业终端电力消耗量/ 制造业总产值	亿千瓦时 /亿元	逆指标
		B11 单位工业产 值废气排放量	工业废气排放总量/工业 总产值	亿立方米 /亿元	逆指标

续表 4.1 陕西省制造业转型升级水平综合评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	具体指标	指标单位	指标属性
Z 陕西省 制造业 转型升级 发展 水平评 价体系	A4 智能化	B13 智能制造从 业状况	计算机、通信及其他电 子设备制造业平均用工 人数/制造业从业人数	%	正指标
		B14 智能制造产 值状况	计算机、通信及其他电 子设备制造业产值/制造 业产值	%	正指标
	A5 网络化	B15 电子商务企 业采购额	企业借助网络订单采购 的商品和服务总额	亿元	正指标
		B16 互联网宽带 接入端口数	指用户接入互联网端口 的实际使用 数量	万个	正指标

(1)经济质效

经济质效就是实现经济质的有效提升和量的合理增长,制造业发展的经济质量效益是评价制造业发展水平的核心指标,将其设为一级指标体系也极为符合陕西省十四五规划中提出的制造业高质量发展。具体将二级指标确定为生产情况、盈利情况、劳动生产率和工业增加值率。其中,生产情况是对制造业总产值进行考察;盈利情况用当年的制造业利润总额除以当年的制造业总产值表示;劳动生产率是依据制造业总产值除以同一时间的全部制造业从业人员数量来计算;制造业的效率高低是经济质效的重要考核指标,是指制造业在生产的过程中通过削减要素成本提高要素的使用率。受数据限制,本文选择用工业增加值率来考察,具体计算方法为(本年工业增加值-上一年工业增加值)/上一年工业增加值。

(2)创新化

创新化是衡量制造业可持续、高效发展的重要指标。制造业创新化是指制造业企业运用技术创新、知识创新以及二者相互结合等方式对目前已有的资本要素进行利润最大化的组合,在此过程中产生新的高端技术以及新的高科技产品,通过销售实现利润收益。技术创新是推进产业发展的主要推动力,因此,本文主要以技术创新来考量陕西省制造业的创新化程度。技术创新又由可以分为创新投入、创新产出,进而选取制造业R & D投入强度、制造业R & D人员比重来衡量

创新投入程度，用制造业单位产值专利申请数、制造业新产品产值比重来评价创新产出结果。制造业 R & D 投入强度用制造业 R & D 经费支出/制造业总产值衡量，制造业 R & D 人员比重为制造业 R & D 人员/制造业从业人员数，制造业单位产值专利申请数用制造业专利申请数/制造业总产值计算，制造业新产品产值比重则用制造业新产品产值/制造业总产值衡量。

(3) 绿色化

绿色化是指通过转变经济发展方式，在生产过程中由过去的粗放型高速增长方式转向集约化的绿色发展模式，通过节能和减排实现对生态环境的破坏最小化，建立资源节约、环境友好的新型发展模式，实现经济、生态、社会的可持续发展和相互兼容。绿色化既是经济社会可持续发展的根本保障，也是制造业转型升级的必然要求，在碳达峰、碳中和的新背景下，制造业的绿色化转型时间更为紧迫、要求更为严格。通过上文的现状分析不难得出，陕西省制造企业的绿色化水平低、碳排放水平高，传统的以环境污染为代价的经济发展模式还在继续，低碳制造业发展还处在初级阶段，产业发展规模依然较小。基于此，本文选取单位制造业产值煤炭消耗量、单位制造业产值电力消耗量、单位工业产值废气排放量以及制造业碳排放强度 4 个二级指标来衡量陕西制造业的绿色化发展程度。具体而言，单位制造业产值煤炭消耗量用制造业终端煤炭消耗量/制造业总产值计算，单位制造业产值电力消耗量用制造业终端电力消耗量/制造业总产值计算，单位工业产值废气排放量用工业废气排放总量/工业总产值计算，制造业碳排放强度用制造业二氧化碳排放总量/制造业总产值计算。

(4) 智能化

智能化是指通过创新将新一代智能技术和先进制造技术有机结合，在生产过程中用过应用智能系统来创造收益，强调的是降低生产风险、降低劳动力成本和提高生产效率。在此维度下，本文选取了两项指标，分别是智能制造从业状况与智能制造产值状况。由于计算机、通信及其他电子设备制造业主要包含计算机制造、通信设备制造、智能消费设备制造等高端智能化产业，因此本文选择计算机、通信及其他电子设备制造业来进行评价。智能制造从业状况用计算机、通信及其他电子设备制造业平均用工人数/制造业从业人数计算，智能制造产值状况用计算机、通信及其他电子设备制造业产值/制造业产值度量。

(5) 网络化

网络化是则是伴随着互联网技术的不断发展，各个企业开始更为注重信息的共享程度与生产的协作程度。主要反映工业互联网、5G网络等为代表的基础性网络设施建设情况。本文主要选取电子商务企业采购额和互联网宽带接入端口数来进行考察。其中电子商务采购额能表明企业在生产与经营过程中的网络化运用程度，是企业借助网络订单采购的商品和服务总额。互联网宽带接入端口数是指用户接入互联网端口的实际使用数量，以此判断网络化基础设施的实际建设情况。

4.2.2 陕西省制造业转型升级水平评价体系相关数据整理

本文研究的所有数据主要来源于《陕西省统计年鉴》（2013-2019）、陕西省互联网发展报告（2013-2019）、陕西省国民经济和社会发展统计公报（2013-2019）、国泰安数据库、国家统计局网站、CEADs数据库以及一些其他权威性网站。在此需说明，由于CEADs数据库中有关省级的各行业二氧化碳排放量汇总仅更新到2019年，所以本文研究数据选取的时间跨度为2013-2019年共7年，对于个别未按照制造业划分的数据，选用相应的工业数据进行代替。根据查找与整理，所获原始数据如表4.2:

表 4.2 陕西省制造业转型升级水平综合评价指标原始数据

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B1 制造业总产值 (亿元)	12230.64	13840.44	14360.87	16111.65	17649.40	19316.66	18907.23
B2 制造业利润总额/制造业总产值 (%)	5.44	5.59	5.27	5.92	6.17	5.82	5.67
B3 制造业总产值/制造业从业人员数 (万元/人)	75.36	83.63	85.28	94.39	98.71	115.39	120.12
B4 (本年工业增加值-上年工业增加值)/上年工业增加值 (%)	13.04	7.77	-5.64	-1.85	16.40	10.47	-0.26
B5 制造业 R & D 经费支出/制造业总产值 (%)	1.09	1.10	1.11	1.08	1.06	1.08	1.22

续表 4.2 陕西省制造业转型升级水平综合评价指标原始数据

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B6 制造业 R & D 人员/制造业从业人员数 (%)	3.86	4.22	3.55	3.73	3.58	3.23	3.73
B7 制造业专利申请数/制造业总产值 (件/亿元)	0.54	0.49	0.46	0.45	0.46	0.47	0.62
B8 制造业新产品产值/制造业总产值 (%)	9.91	9.23	8.08	9.66	11.17	11.89	13.55
B9 制造业终端煤炭消费量/制造业总产值 (万吨/亿元)	0.64	0.65	0.66	0.62	0.57	0.55	0.57
B10 制造业终端电力消费量/制造业总产值 (亿千瓦时/亿元)	0.042	0.033	0.029	0.036	0.036	0.033	0.039
B11 工业废气排放总量/工业总产值 (亿立方米/亿元)	0.86	0.82	0.85	0.74	0.78	0.73	0.98
B12 制造业二氧化碳排放总量/制造业总产值 (万吨/亿元)	0.61	0.57	0.54	0.40	0.35	0.30	0.33
B13 计算机、通信及其他电子设备制造业平均用工人数/制造业从业人数 (%)	3.06	1.93	2.53	2.83	2.86	3.16	4.36
B14 计算机、通信及其他电子设备制造业产值/制造业产值 (%)	2.36	2.17	3.49	4.58	4.75	4.59	7.33
B15 电子商务企业采购额 (亿元)	293.7	472.8	491.6	698.4	814.4	814.7	1021.2
B16 互联网宽带接入端口数 (万个)	940.9	1070.4	1428.8	2083.06	1993.18	2239.57	2322.7

4.3 陕西省制造业转型升级水平实证分析与评价

本节依据 4.1.2 节给出的熵权法计算方法对陕西省制造业经济质效、创新化、绿色化、智能化、网络化进行分析计算，最终得出陕西省制造业转型升级指数，为下一节的评价分析提供数据支撑。

4.3.1 数据标准化处理

在对数据进行标准化处理后，存在多个零值，为了保证结果的科学性与客观性，对数据进行整体平移，这里选择的是平移 0.0001 个单位。无量纲化处理后的数据为 $Y_{ij}^* = Y_{ij} + \sigma$ ，在 $\sigma = 0.0001$ 时，得到的标准化的数据见表 4.3:

表 4.3 陕西省制造业转型升级综合评价指标基础评价值 (标准化数据)

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B1	0.0001	0.2273	0.3007	0.5478	0.7648	1.0001	0.9423
B2	0.1890	0.3557	0.0001	0.7223	1.0001	0.6112	0.4445
B3	0.0001	0.1849	0.2217	0.4253	0.5218	0.8944	1.0001
B4	0.8476	0.6085	0.0001	0.1721	1.0001	0.7310	0.2442
B5	0.1876	0.2501	0.3126	0.1251	0.0001	0.1251	1.0001
B6	0.6365	1.0001	0.3233	0.5052	0.3536	0.0001	0.5052
B7	0.5295	0.2354	0.0589	0.0001	0.0589	0.1177	1.0001
B8	0.3347	0.2103	0.0001	0.2889	0.5650	0.6966	1.0001
B9	0.1819	0.0910	0.0001	0.3637	0.8183	1.0001	0.8183
B10	0.0001	0.6924	1.0001	0.4616	0.4616	0.6924	0.2309
B11	0.4801	0.6401	0.5201	0.9601	0.8001	1.0001	0.0001
B12	0.0001	0.1291	0.2259	0.6775	0.8388	1.0001	0.9033
B13	0.4651	0.0001	0.2470	0.3705	0.3828	0.5063	1.0001
B14	0.0369	0.0001	0.2559	0.4672	0.5001	0.4691	1.0001
B15	0.0001	0.2463	0.2721	0.5564	0.7158	0.7163	1.0001
B16	0.0001	0.0938	0.3532	0.8267	0.7616	0.9399	1.0001

4.3.2 确定指标熵值

根据公式 4.6 可以得出 2013-2019 各指标在该指标体系的占比，计算过后得到结果见表 4.4:

表 4.4 陕西省制造业转型升级指标比重表

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B1	0.0000	0.0601	0.0846	0.1652	0.2682	0.4440	0.6198
B2	0.0500	0.0940	0.0000	0.2179	0.3507	0.2714	0.2924
B3	0.0000	0.0489	0.0624	0.1283	0.1830	0.3971	0.6578
B4	0.2241	0.1609	0.0000	0.0519	0.3507	0.3246	0.1606
B5	0.0496	0.0661	0.0879	0.0377	0.0000	0.0555	0.6578
B6	0.1682	0.2644	0.0909	0.1524	0.1240	0.0000	0.3322
B7	0.1400	0.0622	0.0166	0.0000	0.0207	0.0523	0.6578
B8	0.0885	0.0556	0.0000	0.0872	0.1981	0.3093	0.6578
B9	0.0481	0.0241	0.0000	0.1097	0.2869	0.4440	0.5382
B10	0.0000	0.1830	0.2813	0.1393	0.1619	0.3074	0.1518
B11	0.1269	0.1692	0.1463	0.2896	0.2805	0.4440	0.0001
B12	0.0000	0.0341	0.0635	0.2044	0.2941	0.4440	0.5941
B13	0.1229	0.0000	0.0695	0.1118	0.1342	0.2248	0.6578
B14	0.0098	0.0000	0.0720	0.1409	0.1754	0.2083	0.6578
B15	0.0000	0.0651	0.0765	0.1678	0.2510	0.3180	0.6578
B16	0.0000	0.0248	0.0993	0.2494	0.2671	0.4173	0.6578

根据公式 4.7 计算第 j 项指标的信息熵，计算结果见表 4.5:

表 4.5 信息熵值表

指标	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	0.8662	0.9174	0.7900	0.9298	0.5665	0.9156	0.5274	0.7952
指标	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
	0.7865	0.9692	0.9869	0.8453	0.8062	0.7290	0.8537	0.8533

4.3.3 各评价指标权重的确定

计算第 j 项指标的差异系数 $\delta_j = 1 - e_j$ 。指标 Y_{ij} 数值差异越大，所能提供的信息越丰富，在评价体系中的权重越高，自然作用越显著。计算的差异系数见表 4.6:

表 4.6 差异系数

指标	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	0.1338	0.0826	0.2100	0.0702	0.4335	0.0844	0.4726	0.2048
指标	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
	0.2135	0.0308	0.0131	0.1547	0.1938	0.2710	0.1463	0.1467

根据公式 4.8 可以得出 16 个二级指标的具体权重，计算结果见表 4.7:

表 4.7 指标权重

指标	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	0.0468	0.0289	0.0734	0.0245	0.1515	0.0295	0.1651	0.0716
指标	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
	0.0746	0.0108	0.0046	0.0540	0.0677	0.0947	0.0511	0.0513

根据公式 4.9，可以计算出陕西省制造业转型升级水平熵值法计算结果，见表 4.8，同时能够计算出陕西省制造业转型升级水平综合得分情况，计算结果见表 4.9:

表 4.8 陕西省制造业转型升级水平熵值法计算结果

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B1	0.0000	0.0028	0.0040	0.0077	0.0125	0.0208	0.0290
B2	0.0014	0.0027	0.0000	0.0063	0.0101	0.0078	0.0084
B3	0.0000	0.0036	0.0046	0.0094	0.0134	0.0291	0.0483
B4	0.0055	0.0039	0.0000	0.0013	0.0086	0.0080	0.0039
B5	0.0075	0.0100	0.0133	0.0057	0.0000	0.0084	0.0996
B6	0.0050	0.0078	0.0027	0.0045	0.0037	0.0000	0.0098
B7	0.0231	0.0103	0.0027	0.0000	0.0034	0.0086	0.1086
B8	0.0063	0.0040	0.0000	0.0062	0.0142	0.0221	0.0471
B9	0.0036	0.0018	0.0000	0.0082	0.0214	0.0331	0.0401

续表 4.8 陕西省制造业转型升级水平熵值法计算结果

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B10	0.0000	0.0020	0.0030	0.0015	0.0017	0.0033	0.0016
B11	0.0006	0.0008	0.0007	0.0013	0.0013	0.0020	0.0000
B12	0.0000	0.0018	0.0034	0.0110	0.0159	0.0240	0.0321
B13	0.0083	0.0000	0.0047	0.0076	0.0091	0.0152	0.0446
B14	0.0009	0.0000	0.0068	0.0133	0.0166	0.0197	0.0623
B15	0.0000	0.0033	0.0039	0.0086	0.0128	0.0163	0.0336
B16	0.0000	0.0013	0.0051	0.0128	0.0137	0.0214	0.0337

表 4.9 2013-2019 年陕西省制造业转型升级水平综合得分

指标	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均值
经济质效	0.0069	0.0131	0.0085	0.0247	0.0447	0.0657	0.0896	0.0362
创新化	0.0419	0.0321	0.0187	0.0165	0.0213	0.0392	0.2651	0.0621
绿色化	0.0042	0.0064	0.0071	0.0221	0.0403	0.0625	0.0739	0.0309
智能化	0.0093	0.0000	0.0115	0.0209	0.0257	0.0349	0.1068	0.0299
网络化	0.0000	0.0046	0.0090	0.0214	0.0265	0.0376	0.0673	0.0238
综合得分	0.0623	0.0561	0.0549	0.1055	0.1585	0.2399	0.6028	0.1829

最终，得出 2013-2019 年陕西省制造业转型升级水平的历年发展走势（如图 4.1）。

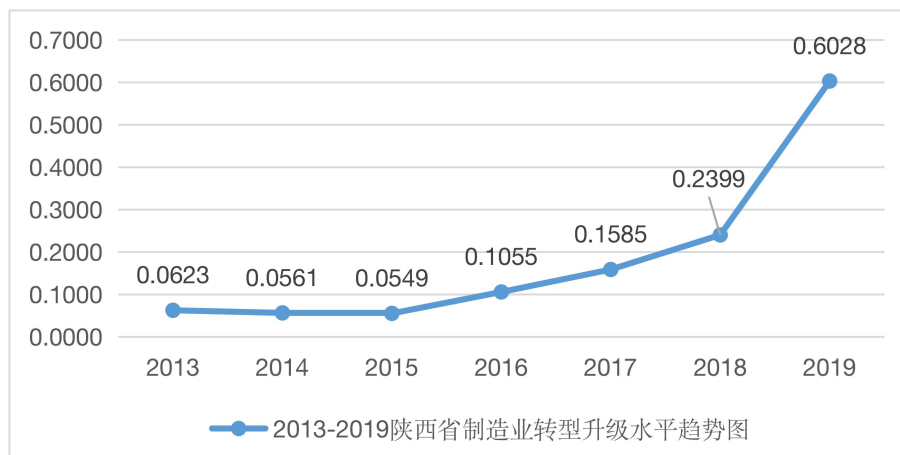


图 4.1 2013-2019 年陕西省制造业转型升级水平

4.3.4 评价结果分析

整体来看,从2013-2019年,陕西省制造业转型升级水平呈上升趋势,其中在2014、2015两年有所回落,2015年的综合打分为历年来最低,原因在于2015年是“十二五”期间陕西省经济运行压力最大的一年,全省投资增速出现大幅回落,因此制造业的转型升级必然受到影响。并且烟草制品业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、黑色金属冶炼和压延加工业作为之前陕西制造业主要的盈利行业在2015年的利润水平也大幅下降。2016年和2017年,制造业转型升级水平稳步上升,原因在于自《中国制造2025》实施以来,陕西制造业发展稳中有进、结构向优,质量效益大幅提高。2015-2017年,陕西省制造业产值由1.37万亿元增加到1.76万亿元,增长了28.6%,规模以上工业增加值增速达到8.2%,在全国排名由第14位跃升至第12位,超额完成了追赶超越目标任务。2013-2019的平均历年综合得分为0.1819,可以看出自2018年以后的转型升级得分才超过了历年的平均值,2018年以前的转型升级水平都处于较低的水平。这是因为在2018年陕西省出台《2018年工业稳增长促投资推动高质量发展的若干措施》,重点强调要进一步降低实体经济成本,将制造业增值税税率从17%降至16%,为制造业发展创造有利经济条件。并且,全省制造业工业企业全员劳动生产率较上年增长16万元/人,争实现远超过《中国制造2025(陕西意见)》中提到的到2018年全省工业企业全员劳动生产率年均增长2万元/人。在其他制造行业增速均有所减慢的情况下,计算机、通信和其他电子设备制造业增长20.2%,较上年加快6.6个百分点,有效拉动制造业的智能化水平。2019年转型升级水平显著上升,较之前可以认为实现质的飞跃,2019年综合得分0.6028,是2013年综合得分的近十倍,主要是因为制造业总产值达到历年最高,并且劳动生产率、工业增加值率、创新化、智能化、网络化发展达到新的发展高度。2019年是十三五的收官之年,陕西省在十三五期间通过不断狠抓高端设备、电子信息、汽车、现代化工、新材料和生物医药六大支柱产业在2019年收获显著成效,工业经济总量从全国第18位跃升至第12位。

就五个一级指标来看,经济质效的综合打分在2015年以前为先增后降,2015年以后基本呈直线式上升,可见在经济进入新常态下,自《中国制造》提出后,陕西推动形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点,抓住科技革命

和产业发展重大战略机遇,加快制造业结构调整和转型发展,有效增强经济质量。但是从创新化的发展趋势可以看出,陕西制造业的创新化发展水平在 2013-2016 年基本为下降趋势,虽然自 2016 年起有所好转,但是向创新化转型升级依然较为欠缺,2019 年制造业 R&D 经费投入强度 1.16%比 2016 年 1.11%高出 0.05%,表明陕西制造业对于技术创新投入愈加重视,正在不断向创新发展方向快速转变。绿色化的综合打分在 2013-2019 年间一直连续增加,陕西制造业绿色化不断向好发展。2014 年是落实“十二五”节能减排目标任务的关键一年,陕西省为实现工业绿色低碳转型目标,引导各制造业行业停止使用并更换高效节能设备(产品),严格控制“两高”行业新增产能,工业节能减排成果显著。因此,陕西省绿色化得分自 2015 年以来显著增加。2016 年,工信部出台《工业绿色发展规划(2016-2020 年)》,陕西省积极响应绿色新政,努力摆脱制造业高投入、高消耗、高排放的发展方式,加快构建科技含量高、资源消耗低、环境污染少的绿色制造体系,故而 2016-2019 年绿色发展一直稳步推进。与 2013 年相比,2019 年陕西制造业绿色化得分 0.0739 是 2013 年的 17 倍,可见经过多年来对制造业进行绿色化改革,陕西省制造业补齐绿色发展短板成效显著,与碳达峰、碳中和的目标要求十分契合。智能化是近年来制造业转型升级的重要方向之一,在 2014 年智能化综合评分最低,依旧是 2019 年的智能化水平最高。随着 5G 等先进技术的普及化,网络发展水平一直在不断提高,在《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》下,陕西省加快建设和发展工业互联网,深化“互联网+先进制造业”发展,大力建设具备较强竞争力的工业互联网基础设施和产业体系,努力实现陕西省制造业的信息化、网络化转型,有效提高陕西省制造业产业数字化与数字产业化水平。

4.4 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级困境分析

4.4.1 传统“高碳”制造业占据主导地位

石油加工炼焦及核燃料加工业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业属于陕西制造业中的传统高碳制造业,在生产总值方面一直占据陕西省制造业的主导地位,2019 年,受到新建投产企业少、新增项目拉动乏力,市场需求不足等因素的影响,大部分制造业增速有所回落,但是有色金属冶炼和压延加工业和非金属矿物制品业依旧实现增速加快,色金属

冶炼和压延加工业增长 4.7%，加快 2 个百分点；非金属矿物制品业增长 3.6%，加快 1.4 个百分点。可见在经济发展水平较差时，“高碳”产业依然保持增长，是陕西制造业发展的主动力。陕西省制造业结构长期以来不合理，过渡依赖产业结构偏重的制造业，也就是高能耗、高排放的“双高”产业，碳达峰、碳中和背景下将不断促使产业向低排放、高效能的高质量方向发展，也就必然会促使传统的制造业转型升级，而在此过程中，会经历淘汰老旧企业、调整潜力企业的过程，陕西省制造业的总产值、利润水平等都会受到一定影响，将会面临一段时间的低谷期。因此，如何实现制造业在转型升级过程中经济效益最大化、生态效益最优化，怎样破解绿色低碳化趋势与产业结构总体偏重的现状，是陕西省制造业转型升级的中面临的现实困境。

4.4.2 新兴“低碳”制造业尚未充分发展

近年来，陕西省虽然大力发展战略性新兴产业和先进制造业，但是其发展依旧不够充分，尤其是新一代信息技术、生物医药、新材料等产业发展规模仍然较小。战略性新兴产业七大产业包括节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造产业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业，均是绿色化的低碳产业。陕西省的战略新兴产业主要是新材料产业、生物产业、新一代信息技术产业和新能源产业四大产业。2018 年，四大产业实现总产值 3515.9 亿元，占全省规上工业战略性新兴产业产值的 71.4%，全省战略性新兴产业增长值占 GDP 的 10.8%。2019 年有所回落，占 GDP 的 10.7%。到 2020 年，战略性新兴产业增加值占 GDP 的比重为 11.7%。可以看出，新兴绿色化低碳产业近年来的发展劲头虽然迅猛，但是总量较小，产业规模和比重在制造业总体中依然处于“弱势”地位，对制造业的转型升级的绿色低碳化拉动效果作用有限，未来依旧需要着重强化发展。

4.4.3 制造业创新化赋能绿色化有待加强

2013 年至今，陕西省将智能制造纳入企业技术改造支持范围，以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造和互联网+制造为主攻方向，在制造业各个领域加以推广与应用，通过实施智能化改造、科技化创新，网络化升级，制造企业数字化、网络化和智能化水平进一步提升，制造业行业水平得到明显提升和改善，形成总量支撑、结构优化、创新驱动、效益优先、绿色发

展、环境良好的现代陕西制造业。将创新成果和绿色产业发展紧密对接，提升产业基础能力和绿色产业链水平，促进产业迈向价值链中高端。但是在技术创新过程中，陕西省制造企业针对绿色化方向的技术创新较少、程度不深，依靠绿色技术实现绿色产业化推广依旧存在困难，创新链和绿色链融合程度有待加深，创新技术赋能绿色产业发展有待提高，智能化、网络化升级对绿色成果转化有待加强。因此，在碳达峰、碳中和背景下，有效将新一代信息技术赋能制造业绿色化发展是陕西省制造业未来发展需要突破的关键所在，唯有在制造业发展过程中将绿色化始终贯穿至数字、网络、智能的新型技术创新中，才能有效化解陕西制造“绿色危机”。

5 “双碳”目标背景下陕西省制造业转型升级对策建议

5.1 完善绿色政策支持引导

一方面，加大绿色投资支持。首先，政府部门要加大投资政策支持，不论是传统制造业还是新兴产业，都需要加大绿色投资支持，尤其是在近年来市场经济活力有所下降的情况下，企业自身没有宽裕的资金去支持企业的绿色化转型，很多企业处在心有余而力不足的现实困境。陕西省政府应当加大对相关企业的绿色化补贴，尤其是定期对中小企业进行绿色投资，同时召集社会资本积极响应投资政策，激发市场主体绿色低碳投资活力。在各市打造低碳试点示范性企业，鼓励企业探索多方位、多样化的绿色低碳发展模式。其次，政府要积极支持绿色金融发展。陕西省政府应当建立健全绿色金融激励机制、绿色金融风险缓释机制。引导各金融机构扩大制造业绿色信贷支持规模，积极发展碳交易和碳金融产品，设立绿色贷款快速通道，加大对绿色资金的监管。积极探索建立制造业碳达峰、碳中和支持基金，鼓励社会资本建立中小制造业企业绿色低碳发展投资基金，为制造业绿色发展提供资金支持。

另一方面，完善制造业财税价格政策。政府应大力推进“高碳”制造业的节能减排项目财政支持，并继续强化对“高碳”制造业的绿色技术研发支持。与此同时，针对制造业企业所得税、增值税等方面进行降税支持，减低制造业企业的经营成本以及转型升级成本，提高企业绿色发展积极性。另外，针对企业的用电价格可以实行“高碳”与“低碳”制造业的不同电价政策，从生产成本上反向倒逼企业的低碳化转型。

5.2 优化产业格局，建立健全市场监管和宣传

一是各地政府要有针对性的发展当地特色的绿色低碳制造业，优化制造业产业格局。陕西省陕北、关中、陕南的制造业发展各有其自身的资源优势和发展特色，对此，各地区、各市政府应当因地制宜，依据各自的产业结构特色和资源优势状况打造科学化、定制化的区域性绿色低碳制造业，优化当地绿色低碳产业格局，构建兼具区域特色和低碳发展的现代化制造业体系。继续深化推进“关中协同创新、陕北转型升级、陕南绿色循环发展”的产业发展模式。针对关中地区，大力发展先进制造业，碳达峰、碳中和目标下，关中城市群制造业需要在维持原

有优势基础上,继续推进制造业向高精尖发展,利用好西安各大院校、科技人力的资源和背景,着力将西安打造成陕西省科技创新带动制造业绿色化转型升级的成果转化地与示范地,充分发挥作为陕西省城市之首的引领带动作用,其辐射效应引领带动关中地区其他城市群,进而以关中城市群制造业为示范和牵引,带动陕北、陕南地区的制造业向绿色化、低碳化方向转型升级。对于陕北地区,大力发展装备制造业,加快从要素驱动向效率驱动、创新驱动转变,推进资源能源的低碳转型,实现陕北地区制造业向资源能源节约、环境友好方向绿色发展。对于陕南地区,推动生物制造业和新材料产业的快发展,将生态环境保护和绿色产业发展充分融合,以生物产业和高端装备制造产业为主力,不断夯实陕南绿色循环发展基础。总体而言,各地区的制造业发展应该逐步优化为以绿色制造企业为龙头企业的绿色制造产业集群。同时,淘汰高碳落后产能,提高高排放企业的进入门槛,限制高能耗、高排放的双高企业发展。

二是要建立健全市场监管,加大低碳理念宣传。陕西省政府应当加强制造业的监督管理工作,构建碳排放监测机构,开展碳排放强度评价,通过碳排放信息的公开,构建以绿色低碳引力的转型升级新方向,从企业生产的供给侧要求制造业低碳排放。此外,需要宣传绿色新理念。政府应该加大政策宣传引导,引领群众低碳消费的生活观念,进而加大对绿色产品需求,反向激励制造业绿色化转型。并且以身作则,通过打造低碳、节约型政府带领群众和企业积极加入到低碳制造发展中来。

5.3 以创新驱动发展绿色制造

5.3.1 加大低碳技术和设备研发投入

低碳技术和设备的研发投入可以从供给端、过程排放端、末端3个方面加大投入,构建绿色低碳技术体系。首先在供给端,应该加大对新能源替代技术的投入,高端装备制造业应该智能制造装备继续加大技术创新和研发投入,电子信息制造业需要重点攻克太阳能光伏产业核心技术攻关,汽车制造业应当加快新能源汽车的研发投入,加快氢燃料电池关键技术的研发突破,现代化工则需要加快探索能耗双控技术,从源头减少工业发展中的碳污染,新能源则需要在绿色能源、新型电池材料等新能源领域前沿新材料上加大技术储备。其次,对过程排放端的高碳排放行业加大技术投入和设备研发投入,其中涉及钢铁行业新技术、化工行

业新技术、水泥行业新技术、有色金属行业新技术等，以技术创新赋能低碳技术，以低碳技术赋能构建绿色低碳技术体系。最后，在末端排放，主要是加大碳捕获利用及封存技术（CCUS），有序减量替代，探索陕西制造业高端化、智能化、低碳化新路径。总体而言，应该继续扩大“人工智能+制造业”、“大数据+制造业”及“新一代信息技术+制造业”的绿色低碳技术投入，努力实现依靠科技创新赋能制造业绿色低碳化转型升级。

5.3.2 培育绿色制造示范性企业

从实际情况来看，虽然陕西省近年来不断加大制造企业的创新培育和动能转化，鼓励企业加大技术创新与研发人员投入，连年来发展势头不断向好，但是基于碳达峰、碳中和背景，陕西制造业依旧缺乏绿色制造的示范性企业与龙头企业。因此，有必要集中陕西在经济、人才、科教等方面的资源优势，培育一批具有较强绿色技术创新的新型制造业，并且鼓励其绿色技术开放共享，以各市都建设有绿色制造示范性企业最优。首先，依据企业规模、企业经济效益、企业绿色创新投入和企业影响范围等指标在各行业筛选出一部分大型企业，通过建立绿色低碳技术创新研发基地对这部分企业进行从源头、过程、末尾的生产技术绿色化改造，同时，加大企业内部有关绿色技术人员的相关职业培训。其次，对企业进行“绿色+创新”与“绿色+智能”的有效联动。利用陕西5家创新中心和6家智能制造试点示范工厂的资源优势，鼓励企业与创新中心和智能工厂的技术联动，对新能源、新材料、高端装备、智能制造等领域的绿色技术创新有所升级和突破，提升陕西绿色创新、绿色智能的市场占有率。最后，利用好“一带一路”政策优势，支持陕西省制造业企业“走出去”，学习先进绿色低碳技术，拓宽陕西绿色技术创新合作项目，实现龙头企业在制造前、中、后的绿色低碳，打造陕西绿色制造企业新高地和绿色创新、绿色智能的产业集群。

5.3.3 加快绿色创新人才培养

人才是技术创新的源头与源动力。陕西是科教大省、人才大省，高校林立，人才聚集，具有100多所高校，1300多家科研机构，专业技术人才在两百万以上，为制造业的发展和转型升级提供强大动力。随着制造业的转型和升级，对员工的专业技能和知识水平的需求不断增加，在碳达峰、碳中和的背景下，需要更多的兼顾互联网信息技术与低碳技术，能够熟练使用智能绿色生产工具的高素质

员工。因此，在人才队伍建设方面，鼓励陕西政府联合高校、职业院校、科研院所、骨干企业共同实施绿色技术领域产学研合作协同育人项目，开设绿色制造课程，鼓励企业建立符合生态环保职业特点的考核评价体系，全面培养更多的跨学科、跨领域兼顾互联网信息技术与低碳技术的复合型员工。此外，相关部门还应加强减碳转型人才培养。深化科教融合，推动与“双碳”相关的学科专业与其他专业的融合，建立健全“双碳”科学教学体系，加快培养高层次的复合型绿色创新人才。利用陕西是西北五省之首的经济优势出台人才优惠政策，吸引广大外省绿色创新人才来陕发展。通过加快制造业碳达峰、碳中和人才队伍建设，推动陕西制造走内涵式、集约式、绿色化的高质量发展新路子。

5.4 提高资源和能源利用效率

5.4.1 加强对生产过程的改造和监督

首先，对生产技术进行低碳化改造，推广清洁高效的生产技术。陕西省应该加大传统制造业、高能耗、高排放制造业和大型装备制造业等行业的清洁能源普及与运用，加大太阳能、风能的投入力度。对传统的高排放、低效率的生产设备进行淘汰和改革，鼓励各企业在设备的使用过程中使用光伏、风电等新能源，同时增加节约用电设备的资金投入。其次，对企业的生产过程进行实时监控，督促高能耗、高排放制造企业对企业生产排污数据、生产资源利用率以及绿色设备的生产状况实时传输到云端，通过对数据的实时监测，精准了解企业生产过程中各个环节的碳排放状况，定位污染源头，有针对性的开展减排工作，降低能源资源污染消耗。另外，对制造企业的柴油发动机、大型电机等高能耗的通用动力设备进行云端管理，对其运行状况、能耗进行监控，提高设备的使用效率。

5.4.2 提高对资源的综合利用效率

陕西有色金属冶炼和压延加工业是陕西新材料的“陕西特色”。陕西的钛金属、钨、钼难熔金属以及稀贵金属在新材料领域具有传统优势，钛材料加工量占全国六成以上、钼金属深加工量也占到全国的一半，技术水平、产业规模都居于国内领先地位。除了有色金属，石油加工、炼焦和核燃料加工业、黑色金属冶炼行业均在陕西制造业中占据重要地位。因此，提高资源在开采、加工、提炼的利用效率，推动绿色环保、循环利用的新型制造体系在陕西制造业的转型升级中尤

为重要。对此，首先是要推进制造业的深度加工和产业链延伸。对于上述行业，在开采、加工、提炼过程中产生的污染问题尤为突出，需要运用工业互联网等工业平台，提升企业在研发设计中有关回收再利用技术研发，提升资源综合利用效率。其次，需要将再生资源型企业进行资源集合，推动产业集聚，推广建设各个制造行业的能源监测管理中心，实现企业之间的资源共享，充分发挥企业废弃物再利用、资源化的技术优势，提升资源综合利用效率。最后，打造陕西省循环利用、绿色环保的新型制造业优化体系，通过产业链延伸，低碳循环经济产业园区的建立，进一步优化陕西制造产业布局。同时规划处理好末端污染，实现企业内部与企业之间的废弃物进行循环再利用，进行减量化、再利用和资源化生产，实现制造业固废生产绿色产品，为陕西生产过程中产生的大宗废弃物提供开发利用路径。将陕西制造打造为绿色制造、资源循环的全国范围内优势制造体系。

参考文献

- [1]Alert G,Hu Z,Gary H,Jefferson, Qian J.R&D and Technology Transfer:Firm-Level Evidence from Chinese Industry[J].The Review of Economics and Statistics, 2005,87(4): 780-786.
- [2] Andrea Caputo, Giacomo Marzi, Massimiliano M.Pellegrini.The Internet of Things in Manufacturing Innovation Processes Development and Application of a Conceptual Framework[J]. Business Process Management Journal, 2016(22) : 383-402.
- [3]Campbell,Michael.Digitization's Role in the Transformation of Manufacturing[J].Design News,2013,68(9).
- [4]FANY,LIULC,WUG,etal.Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model[J].Environmental Impact Assessment Review,2006,26(4):377-395.
- [5]Gereffi G. International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain [J]. Journal of International Economics, 1999, 48(1):37-70.
- [6] Humphrey, J., & Schmitz, H., 2000, Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research. IDS Working Paper, NO.120, Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton.
- [7]Miguel G J, Gutierrez L H, Taborda R. Innovation and Productivity in the Colombian Service and Manufacturing Industries[J].Emerging Markets Finance and Trade. 2015, 51(3): 612-634.
- [8]Natalia E,Dotsenko Elena.The Neo-Industrial Role of Digital and Converged Technologies in the Russian Economy[J].SHS Web of Conferences,2021,93.
- [9]Pavlinek P. Domanski.B. Guzik R.Industrial upgrading through foreign direct investment in Central European automotive manufacturing [J].European Urban and Regional Studies, 2009,16:43-63.
- [10] Pietrobelli C, Rabellotti R. Upgrading to Compete Global Value Chains, Clusters, and SMEs in Latin America[J]. Revista De Administração Contemporânea, 2009, 13(3):522-523.
- [11]Russu C. Structural Changes Produced in the Romanian Manufacturing Industry

- in the Last Two Decades[J]. *Procedia Economics and Finance*. 2015(22): 323-332.
- [12]Sezen B, Cankaya S Y. Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*,2013(99): 154-163.
- [13] Vinit Parida,Thommie Burström,Ivanka Visnjic,Joakim Wincent.Orchestrating industrial ecosystem in circular economy:A two-stage transformation model for large manufacturing companies[J].*Journal of Business Research*, 2019, 101(AUG.):715-725
- [14]余丽,周旭磊.碳达峰目标实现的国际经验及中国路径[J/OL].*大连理工大学学报(社会科学版)*:1-10[2022-04-08].
- [15]张浩楠,申融容,张兴平,康俊杰,袁家海.中国碳中和目标内涵与实现路径综述[J].*气候变化研究进展*,2022,18(02):240-252.
- [16]肖贵玉.“双碳”目标下制造业转型升级推进路径[J].*智慧中国*,2022(02):24-25.
- [17]张启龙,刘璐,孙彬彬,卓文艳,金潇,吕信,张洪成,王忠勇.我国“碳达峰、碳中和”现状及其实施路径分析[J].*中国建材科技*,2022,31(01):83-86.
- [18]张晓娣.正确认识把握我国碳达峰碳中和的系统谋划和总体部署——新发展阶段党中央双碳相关精神及思路的阐释[J].*上海经济研究*,2022(02):14-33.
- [19]庄贵阳,窦晓铭,魏鸣昕.碳达峰碳中和的学理阐释与路径分析[J].*兰州大学学报(社会科学版)*,2022,50(01):57-68.
- [20]乔榛.碳中和目标下地区经济发展的机会与挑战[J].*学习与探索*,2022(01):93-101.
- [21]郭承龙,徐蔚蓝.基于 STIRPAT 模型的江苏省碳排放影响因素研究[J].*中国林业经济*,2022(01):89-93.
- [22]李娜,杨景胜,陈嘉茹.“双碳”背景下能源行业的机遇和挑战[J].*中国国土资源经济*,2021,34(12):63-69.
- [23]刘元欣,邓欣蕊.我国碳排放影响因素的实证研究——基于固定效应面板分位数回归模型[J].*山西大学学报(哲学社会科学版)*,2021,44(06):86-96.
- [24]徐政,左晟吉,丁守海.碳达峰、碳中和赋能高质量发展:内在逻辑与实现路径[J].*经济学家*,2021(11):62-71.
- [25]刘彬.中国实现碳达峰和碳中和目标的基础、挑战和政策路径[J].*价格月*

刊,2021(11):87-94.

[26]王珏,王楚涵.陕西省产业转型升级的影响因素及对策[J].西安文理学院学报(社会科学版),2021,24(04):93-97.

[27]钟茂初,赵天爽.双碳目标视角下的碳生产率与产业结构调整[J].南开学报(哲学社会科学版),2021(05):97-109.

[28]周丽妍,陈思皓.数字经济促进传统制造业转型升级的路径[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(10):40-42.

[29]刘燕华,李宇航,王文涛.中国实现“双碳”目标的挑战、机遇与行动[J].中国人口·资源与环境,2021,31(09):1-5.

[30]欧阳志远,史作廷,石敏俊,杨德伟,龙如银,周宏春,林思佳,郭瑞芳,王宇杰.“碳达峰碳中和”:挑战与对策[J].河北经贸大学学报,2021,42(05):1-11.

[31]陈迎,巢清尘.碳达峰、碳中和 100 问[J].国企管理,2021(16):12.

[32]朱彤.理解碳中和内涵的三个维度[J].中国电力企业管理,2021(22):20-22.

[33]杨解君.实现碳中和的多元化路径[J].南京工业大学学报(社会科学版),2021,20(02):14-25+111.

[34]胡鞍钢.中国实现 2030 年前碳达峰目标及主要途径[J].北京工业大学学报(社会科学版),2021,21(03):1-15.

[35]那丹丹,李英.制造业转型升级影响因素研究[J].学习与探索,2020(12):130-135.

[36]唐国锋,李丹.服务化对制造业转型升级的影响——基于重庆制造行业面板数据的实证分析[J].科技管理研究,2020,40(19):130-139.

[37]胡俊,杜传忠.人工智能推动产业转型升级的机制、路径及对策[J].经济纵横,2020(03):94-101.

[38]杨蕙馨,孙孟子,杨振一.中国制造业服务化转型升级路径研究与展望[J].经济与管理评论,2020,36(01):58-68.

[39]赵玉林,裴承晨.技术创新、产业融合与制造业转型升级[J].科技进步与对策,2019,36(11):70-76.

[40]范建双,周琳.城镇化及房地产投资对中国碳排放的影响机制及效应研究[J].地理科学,2019,39(04):644-653.

[41]邵帅,张可,豆建民.经济集聚的节能减排效应:理论与中国经验[J].管理世

界,2019,35(01):36-60+226.

[42]冯晓莉,耿思莹,李刚.改革开放以来制造业转型升级路径研究——基于微笑曲线理论视角[J].企业经济,2018(12):48-55.

[43]吴小锋,盛攀峰,段禄峰.“互联网+”背景下传统制造业的转型升级路径——以陕西省为例[J].中国高校科技,2018(05):83-85.

[44]董虹.绿色发展引领我国制造业转型升级新方向——以陕西省为例[J].现代企业,2017(11):23-24.

[45]董秋云.供给侧结构性改革背景下的制造业绿色转型路径探讨[J].生态经济,2017,33(08):129-133.

[46]邵帅,张曦,赵兴荣.中国制造业碳排放的经验分解与达峰路径——广义迪氏指数分解和动态情景分析[J].中国工业经济,2017(03):44-63.

[47]张其仔,李蕾.制造业转型升级与地区经济增长[J].经济与管理研究,2017,38(02):97-111.

[48]魏明,王超.信息生态平衡视角下创新驱动陕西省制造业转型升级研究[J].科技进步与对策,2015,32(21):48-53.

[49]吕政.中国经济新常态与制造业升级[J].财经问题研究,2015,(10):3-8.

[50]柴麒敏,徐华清.基于 IAMC 模型的中国碳排放峰值目标实现路径研究[J].中国人口·资源与环境,2015,25(06):37-46.

[51]程叶青,王哲野,张守志,叶信岳,姜会明.中国能源消费碳排放强度及其影响因素的空间计量[J].地理学报,2013,68(10):1418-1431.

[52]陈迎,巢清尘.碳达峰、碳中和 100 问[M].北京:人民日报出版社,2021.

[53]林伯强,谭睿鹏.中国经济集聚与绿色经济效率[J].经济研究,2019,(2):119-132.

[54]何文举,张华峰,陈雄超,等.中国省域人口密度、产业集聚与碳排放的实证研究——基于集聚经济、拥挤效应及空间效应的视角[J].南开经济研究,2019,(2):207-225.

[55]李慧,平芳芳.装备制造业产业结构升级程度测量[J].中国科技论坛,2017,(02):80-86.

[56]李平,王钦,贺俊,吴滨.中国制造业可持续发展指标体系构建及目标预测[J].中国工业经济,2010,(05):5-15.

- [57] 岳意定, 谢伟峰. 城市工业转型升级发展水平的测度[J]. 系统工程, 2014, 32(02): 132-137.
- [58] 潘为华, 潘红玉, 陈亮, 贺正楚. 中国制造业转型升级发展的评价指标体系及综合指数[J]. 科学决策, 2019, (09): 28-48.
- [59] 国务院. 中国制造 2025[R]. 北京: 国务院, 2015.
- [60] 王雨辰, 余佳樱. 论习近平生态文明思想中的理论创新和实践创新[J]. 学习与实践, 2022(10): 3-9+2.
- [61] 周宏春, 戴铁军. 习近平生态文明思想的形成、内涵及其内在逻辑[J]. 城市与环境研究, 2022(03): 3-20.
- [62] 张云飞. 党的十九大以来习近平生态文明思想的新发展[J]. 国家治理, 2022(17): 2-9.
- [63] 李庆霞, 刘玉莹. “碳达峰、碳中和”目标的现实逻辑、理论向度和关键路径[J]. 学习与探索, 2022(09): 9-15.
- [64] 罗琼. 习近平关于碳达峰碳中和重要论述: 逻辑理路、价值意蕴与践行路径[J]. 治理现代化研究, 2022, 38(04): 5-13.
- [65] 郭菊娥, 张友恒. 基于马克思生产理论的“碳中和”关系解构与实现机理[J]. 西安交通大学学报(社科版), 2022, 42(05): 11-19.
- [66] 郑海友. 马克思人与自然关系思想及其当代价值——基于生命共同体的视角[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2021, 20(04): 41-51+109.
- [67] 董静, 黄卫平. 西方低碳经济理论的考察与反思——基于马克思生态思想视角[J]. 当代经济研究, 2018(02): 37-45+97.
- [68] 陕西省人民政府关于印发国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知[J]. 陕西省人民政府公报, 2021(08): 3.
- [69] 高世楫, 俞敏. 中国提出“双碳”目标的历史背景、重大意义和变革路径[J]. 新经济导刊, 2021(02): 4-8.

致 谢

时光荏苒，岁月如梭，三年前刚进校的日子还历历在目，转眼已经研三就要毕业。三年来，有太多美好的回忆，认识了许多可爱的人，发生了许多美好的事，我的学生时代，也即随着即将到来的毕业彻底画上句号。小时候总觉得有读不完的书，写不完的作业，可当这一天真的到来，还是依旧有些不舍。在这篇后记中，请允许我对每一位可爱的人一一道谢，也感谢命中注定的缘分，让我们相遇。

首先，我要感谢张存刚恩师。研一刚开始每周末在二楼答疑，老师对我们的问题都耐心解答，就算是非常简单的问题，老师都是从最基本的知识点开始讲起，连点带面，最后扩展到与知识点非常接近的实际状况，让我每次都对有疑惑的知识点豁然开朗。通过长时间的相处，也了解到老师非常喜欢并擅长乒乓球，这也引起了我们的好奇心，闲余时间，我也与同门一起学习，当做锻炼身体。还记得师门聚会，在送师兄师姐的蛋糕上写道：“一朝沐杏雨，一生念师恩。”就是我此刻最真实的内心写照。非常感谢学业之路能遇到老师，愿老师一直能够健康快乐，开怀大笑，永远拥有唱歌时的热情与高兴，将一切烦恼都抛到九霄云外。

其次，我要感谢我的同门。我们同门一共三人，除了我，是宁宁和心怡。先说宁宁吧，从一起参加面试相互加了微信，再到开学来相见却不在一个寝室的遗憾，最后命运还是将我们分在了一个师门。她很优秀，是我们三个人的学术小队长，虽然比我们俩都小一岁，学术方面可是我们的领头羊，每次老师布置的论文和课题，我们都主要参考她的建议，有什么不懂的问题向她一一请教，她都特别耐心地给我们解释清楚，是我们的小王老师。心怡也很贴心，和我在一个寝，在学校的日子里每天形影不离，无论是学习上还是生活中，都给了我不少帮助。每次粗心马虎，心怡都能提醒我帮我记住，一起学习一起玩耍的日子，每天都高兴的不亦乐乎。很感谢我的两个 170 女孩，往后愿她们心想事成、顺风顺水、幸福快乐。

最后，我要感谢我的家人。感谢他们的一路支持与陪伴，没有他们的悉心栽培与支持，就不可能有今天的我。现在我也即将毕业，能够回到他们身边，回报他们的养育之恩。生而有幸，作为他们的孩子，我很幸福。

在即将离开母校之际，我心中有万般不舍，感恩师恩，感恩兰财和所有的老师及同学！我会在以后的工作中继续奋斗拼搏，永远不会忘记自己是兰财人！