

分类号 _____
UDC _____

密级 _____
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 劳动力价格扭曲对绿色技术创新
的影响研究

研究生姓名: 焦闪闪

指导教师姓名、职称: 杜斌 副教授

学科、专业名称: 应用经济学 劳动经济学

研究方向: 劳动力市场与就业

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论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：焦闪闪 签字日期：2023年5月30日

导师签名：张 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内容。

学位论文作者签名：焦闪闪 签字日期：2023年5月30日

导师签名：张 签字日期：2023年5月30日

Research on the effect of labor price distortion on green technology innovation

Candidate : Jiao Shanshan

Supervisor: Du Bin

摘要

在我国全面建设社会主义现代化国家的阶段,绿色发展是我国经济发展的方向,全面绿色转型是我国经济发展的重要战略目标。生态环境保护与经济社会发展并行不悖、相互促进是绿色发展的基本要义。绿色技术创新是涉及保护生态环境的发展,更是涉及掌握核心技术的发展。建设全国统一大市场是新时代经济发展的内在要求,畅通各要素流动渠道、促进各创新要素合理有序配置是建设全国统一大市场的关键环节。劳动力是重要的生产要素、创新要素,也是绿色技术创新活动的重要主体,然而改革开放的四十多年,由于依赖廉价劳动力的粗放式增长,我国劳动力市场表现出明显的“低工资”水平,劳动力要素价格是扭曲的。那么扭曲的劳动力价格是否会影响绿色技术创新?如果有,表现为怎样的特点?通过怎样的途径影响?这一系列问题是本文企图回答的。本文具体内容如下:

首先,梳理劳动力价格扭曲和绿色技术创新的相关文献。其次,详细阐述绿色经济发展理论、技术创新理论、消费理论、人力资本理论,在此基础上,提出劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应抑制绿色技术创新的假说。再次,确定劳动力价格扭曲和绿色技术创新的测度方法,分析劳动力价格扭曲与绿色技术创新的现状和变化趋势。然后,利用我国30个省市2005-2020年面板数据,运用固定效应模型实证检验劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响,检验劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的区域异质性、专利类型异质性,检验劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制。

实证结果显示:(1)劳动力价格扭曲显著抑制了绿色技术创新,经过一系列稳健性检验、处理内生性问题后结论依然成立。(2)劳动力价格扭曲影响绿色技术创新表现为区域异质性,即劳动力价格扭曲显著抑制了中部地区绿色技术创新,对东部地区绿色技术创新的抑制作用存在滞后效应,对西部地区的影响不显著。

(3)劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响存在专利类型异质性,劳动力价格扭曲显著抑制了绿色实用新型专利代表的策略性绿色创新,对绿色发明专利代表的实质性绿色创新影响不显著。(4)劳动力价格扭曲通过阻碍消费需求、人力资本抑制绿色技术创新,假说得以验证。

最后,基于本文研究结论,提出矫正劳动力价格扭曲,提升绿色技术创新水平的对策建议:持续推进劳动要素市场化改革,矫正劳动力价格扭曲;提高居民

收入，刺激绿色技术创新需求；促进人力资本集聚，提升绿色技术创新能力；扩大绿色创新投入，鼓励绿色技术进步。

关键词：劳动力价格扭曲 绿色技术创新 消费需求 人力资本

Abstract

In the stage of China's comprehensive construction of a modern socialist country, green development is the direction of China's economic development, and comprehensive green transformation is an important strategic goal of China's economic development. Ecological environmental protection and economic and social development go hand in hand and reinforce each other, which is a basic principle of green development. Green technology innovation is related to the development of protecting ecological environment, but also involves the development of mastering core technology. Building a national unified large market is an inherent requirement for economic development in the new era. Unblocking the flow channels of various factors and promoting the rational and orderly allocation of innovative factors are key links in building a national unified large market. Labor is an important factor of production and innovation, as well as an important subject of green technology innovation activities. However, in the 40 years of reform and opening up, due to the extensive growth of cheap labor, the Chinese labor market has shown an obvious "low wage" level, and the price of labor factors is distorted. Will the distorted labor price affect green technology innovation? If so, what are the characteristics? In what way? This paper attempts to answer these questions. The specific content of this paper is as follows:

First, review the literature on labor price distortion and green

technology innovation. Secondly, the theory of green economy development, technology innovation theory, consumption theory and human capital theory are elaborated. On this basis, the hypothesis that labor price distortion inhibits green technology innovation through consumption demand effect and human capital effect is put forward. Thirdly, determine the measurement method of labor price distortion and green technology innovation, analyze the status quo and change trend of labor price distortion and green technology innovation. Then, using the panel data of 30 provinces and cities from 2005 to 2020, the fixed-effect model was used to empirically test the influence of labor price distortion on green technology innovation, to test the regional heterogeneity and patent type heterogeneity of labor price distortion on green technology innovation, and to test the mechanism of labor price distortion on green technology innovation.

The empirical results show that: (1) labor price distortion significantly inhibits green technology innovation, and the conclusion is still valid after a series of robustness tests and endogeneity problems.(2) The influence of labor price distortion on green technology innovation shows regional heterogeneity, that is, labor price distortion significantly inhibits green technology innovation in central China, has a lag effect on green technology innovation in eastern China, and has no significant effect on green technology innovation in western China. (3) The effect of labor price

distortion on green technology innovation has patent type heterogeneity. Labor price distortion significantly inhibits strategic green innovation of green utility model patent representatives, but has no significant effect on substantive green innovation of green invention patent representatives. (4) The hypothesis is verified by labor price distortion, which impedes consumer demand and human capital inhibits green technology innovation.

Finally, based on the conclusions of this paper, countermeasures and suggestions are put forward to correct labor price distortion and improve the level of green technology innovation. Increase household income and stimulate the demand for green technology innovation; Promote the concentration of human capital and enhance the ability of green technology innovation; Expanding green innovation input, to encourage green technology progress.

Key words: Labor price distortion; Green technology innovation; Consumer demand; Human capital

目 录

1. 绪论	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究意义.....	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 现实意义	2
1.3 文献综述.....	3
1.3.1 劳动力价格扭曲的相关研究	3
1.3.2 绿色技术创新的相关研究	8
1.3.3 劳动力价格扭曲与绿色技术创新的相关研究	12
1.3.4 文献综评	13
1.4 研究内容和研究方法.....	14
1.4.1 研究内容	14
1.4.2 研究方法	17
1.5 可能的创新点.....	17
2. 理论基础与机制分析	18
2.1 理论基础.....	18
2.1.1 绿色经济发展理论	18
2.1.2 技术创新理论	19
2.1.3 消费理论	19
2.1.4 人力资本理论	20
2.2 机制分析.....	21
2.2.1 消费需求效应	21
2.2.2 人力资本效应	23
3. 劳动力价格扭曲和绿色技术创新的测度与分析	25
3.1 劳动力价格扭曲的测算和结果分析.....	25
3.1.1 劳动力价格扭曲的测算	25
3.1.2 劳动力价格扭曲测算结果分析	25

3.2 绿色技术创新的测度和分析.....	28
3.2.1 绿色技术创新的测度.....	28
3.2.2 绿色技术创新的现状分析.....	29
3.3 本章小结.....	32
4. 劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的实证分析	33
4.1 计量模型设定.....	33
4.1.1 模型设定与识别.....	33
4.1.2 变量设定与数据来源.....	34
4.1.3 描述性统计.....	34
4.2 基准回归结果分析.....	35
4.3 稳健性检验和内生性问题处理.....	36
4.3.1 更换被解释变量.....	36
4.3.2 考虑滞后效应.....	37
4.3.3 剔除直辖市样本.....	38
4.3.4 对样本进行缩尾处理.....	39
4.3.5 内生性问题处理.....	40
4.4 异质性分析.....	41
4.4.1 区域异质性.....	41
4.4.2 专利类型异质性.....	43
4.5 机制检验.....	44
4.6 本章小结.....	45
5. 研究结论与对策建议	46
5.1 研究结论.....	46
5.2 对策建议.....	47
参考文献	49
致 谢	57

1. 绪论

1.1 研究背景

在我国经济高速发展的阶段，经济增长表现为典型的粗放型发展，这种粗放型发展是以环境污染、资源能源高消耗为代价的。高污染、高耗能、高排放本质上因为生产技术的低效率。长期来看，环境污染、资源能源高消耗问题的解决要依靠技术进步，尤其是以绿色技术为导向的创新。

二十大报告指出我国全面建成社会主义现代化强国的战略安排，安排强调到本世纪中叶，把我国建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国。我国要全面建成的是人与自然和谐相处、经济高质量发展的现代化强国。人与自然和谐相处需要各经济主体在实践活动中贯彻落实绿色发展理念，将绿色发展理念作为行动指南，进而实现我国经济的高质量发展。高质量发展要求我们摒弃传统外延粗放型增长方式，以专业化、集约化发展为目标，要求我们必须牢牢掌握关键核心技术。绿色技术创新是绿色发展，也是高质量发展。2022年12月28日，国家发展改革委、科技部共同印发《关于进一步完善市场导向的绿色技术创新体系实施方案（2023-2025）》，方案明确强调绿色技术创新引领、绿色技术转化应用、绿色技术创新支持等重点任务，到2025年，以市场为导向的绿色技术创新体系要更加完善，绿色技术创新驱动绿色低碳发展的能力持续提升。面对生态文明建设与经济高质量发展的双重目标，绿色技术创新能力的提升至关重要。

劳动力要素是企业生产过程中最基本的生产要素，是绿色技术创新的重要主体。我国改革开放四十多年主要依靠降低劳动力要素价格、依靠劳动密集型产业的发展方式影响了劳动力市场依靠自身调节劳动力要素配置的功能，导致了我国目前的“低工资”水平，劳动力价格扭曲带来的后果是要素配置无法真实有效反映要素供求关系，影响企业在生产过程中对要素的使用和选择。为推动劳动力市场的健康高质量发展，2022年1月6日，国务院印发《要素市场化配置综合改革试点总体方案》，方案提出要加快畅通劳动力和人才的社会性流动渠道。2022年4月，《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》强调要建设统

一的要素市场、资源市场，特别地，要健全城乡统一的劳动力市场，促进劳动力、人才跨区域流动。

绿色技术创新水平的提升离不开人才的支持，人才是高质量的劳动力，劳动力价格扭曲是我国劳动力市场的典型特征。在全面建设社会主义现代化国家、建设全国统一大市场的背景下，揭示我国劳动力价格扭曲程度，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响及传导路径、明晰劳动力价格扭曲对不同地区绿色技术创新的差异化影响，劳动力价格扭曲对不同性质绿色技术创新活动的差异化影响，是非常必要和迫切的研究课题，这对于矫正劳动力价格扭曲，提升绿色技术创新水平至关重要。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

首先，关于绿色技术创新的影响因素方面，集中考察要素市场化程度与绿色技术创新的研究正处于起步阶段，劳动力要素是最基本、最活跃的生产要素，在明确劳动力价格扭曲与绿色技术创新关系的同时，有利于深入理解一般要素市场和绿色技术创新的关系。其次，本文从理论和实证两个方面验证了劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制，即劳动力价格扭曲通过消费需求、人力资本抑制绿色技术创新，这对于全面深刻理解劳动力价格扭曲与绿色技术创新之间的内在联系有重要的理论价值。

1.2.2 现实意义

第一，量化评估劳动力价格扭曲程度，为矫正我国劳动力市场扭曲奠定基础性工作，也将为全面深化劳动要素市场化改革甚至整体要素市场化改革有所贡献。第二，目前经济增长带来的能源消耗和环境污染已经严重制约着国家的可持续发展，绿色转型迫在眉睫。明确劳动力价格扭曲影响绿色创新的深层次原因，对有效激发各主体绿色技术创新活力，全面促进绿色发展、创新发展具有重要现实意义。第三，明确劳动力价格扭曲对不同地区绿色技术创新的异质性影响，对不同

性质绿色创新活动的影响，对深化劳动力市场改革、针对性施策以激励绿色技术创新具有重大现实意义。

1.3 文献综述

本节着眼于梳理劳动力价格扭曲与绿色技术创新的相关研究，首先，系统梳理劳动力价格扭曲的内涵、测度以及经济效应；其次，从绿色技术创新的内涵、测度、影响因素等方面把握绿色技术创新的研究方向；再次，针对劳动力价格扭曲如何影响绿色技术创新的问题，从要素市场扭曲对绿色技术创新的影响、劳动力价格扭曲与绿色技术创新的直接影响研究等方面进行文献梳理；最后，对现有研究进行简要评述，明确本文的研究方向。

1.3.1 劳动力价格扭曲的相关研究

(1) 劳动力价格扭曲的内涵和界定

新古典经济学认为，市场可以在完全竞争的条件下实现出清，厂商对生产要素的使用遵循一个基本原则——要素的边际产出与要素的价格相等，满足这个使用原则时的要素市场不存在价格扭曲问题，但是在复杂多变的现实经济生活中，由于外部性、信息不对称等因素的影响，要素市场这种出清的理想状态是不存在的，由此产生扭曲。Bhagwati 和 Ramaswamin (1963) 首先为要素价格扭曲给出一个较为系统的定义：要素价格扭曲是由于不完全竞争的存在，要素的价格水平与要素产出水平不相等，进而导致要素在配置的过程中未能实现帕累托最优的一种经济现象。在 Johnson 等 (1966)、Haul 等 (1972)、Chacholiades (1978) 的研究中，进一步将要素价格扭曲细分为要素价格的绝对扭曲和相对扭曲。当要素的价格水平高于其边际产出时，为要素正向扭曲；反之，如果要素的价格水平低于要素创造的边际产出时，为要素价格的负向扭曲。要素价格相对扭曲更加侧重分析两种或者两种以上的生产要素，在同一地区或行业内部，相对扭曲指的是两种或者两种以上生产要素绝对价格扭曲程度的比较；相似地，在不同地区或不同行业之间，相对扭曲是指不同生产要素的相对价格差异。

劳动力价格扭曲是要素价格扭曲作用于劳动力市场的表现，被定义为劳动力工资水平与劳动力创造的边际产出的偏离程度。新古典主义经济学认为，如果劳

动力市场是完全竞争的，资源通过市场进行配置，在规模报酬不变的条件下，追求利润最大化的厂商在劳动力价格高于边际产出时减少劳动力雇佣，反之则增加雇佣，长期来看，均衡状态的劳动力价格等于劳动力边际产出。劳动力价格扭曲程度的数学公式如下：

$$distL = \frac{MPL}{w} \quad (1.1)$$

其中 MPL 表示劳动力市场处于均衡状态时的价格，即劳动力边际产出水平， w 则表示劳动力的实际价格， $distL$ 表示劳动力价格扭曲程度，如果 $distL > 1$ ，表示劳动力的实际价格低于劳动力边际产出水平，即劳动力价格负向扭曲；如果 $distL = 1$ ，表示劳动力市场不存在扭曲；如果 $distL < 1$ ，表示劳动力的实际价格高于劳动力的边际产出水平，即劳动力价格正向扭曲。

借鉴新古典经济学的观点，本文将劳动力价格扭曲定义为劳动力边际产出与工资水平的偏离程度， $distL > 1$ 时，为负向扭曲； $distL < 1$ 时，为正向扭曲； $distL = 1$ 时，劳动力市场为不存在价格扭曲。

（2）劳动力价格扭曲的测度

劳动力价格扭曲的测度方法主要有两种：生产函数法和扭曲指数法。下面将详细说明劳动力价格扭曲的这两种测度方法，为本文第三章劳动力价格扭曲的测度提供依据。

一是生产函数法。劳动力的边际产出与实际工资水平的偏离程度为劳动力价格的绝对扭曲。劳动力价格扭曲的测度过程中，首要步骤就是测算劳动力的边际产出，借助生产函数测算劳动力边际产出在现有研究中应用最为广泛，特别地，C-D生产函数的使用最为普遍。Rader（1976）较早借助生产函数法估算美国、印度农业生产部门的要素价格扭曲。Beladi和Lau（2000）采用C-D生产函数法测算要素价格扭曲时发现，劳动力价格扭曲不是外生因素导致的，而是劳动力要素市场各部门之间工资水平的差异带来的，这种扭曲会传递到资本要素市场，导致要素市场不能达到最优状态。邵敏和包群（2012）运用C-D生产函数测算中国36个工业行业的劳动力价格扭曲程度，结果显示这36个工业行业的劳动力的边际产出远大于劳动力获得的工资报酬。王宁和史晋川（2015）在分析要素价格扭曲与投资消费的关系时，利用C-D生产函数估算我国1978-2011年整体劳动力市场的价格扭曲状况，发现劳动力的边际产出与实际工资水平的平均比值为1.98，

即劳动力价格表现为明显的负向扭曲。李言和樊学瑞（2020）借助 C-D 生产函数计算 1987-2016 年我国 30 个省市的劳动力价格扭曲，测算结果显示 30 个省市的劳动力价格均表现为典型的负向扭曲。同样地，安孟和张诚（2020）利用 C-D 生产函数计算 2003-2017 年我国 30 省市劳动力价格扭曲水平，结果显示为负向扭曲。顾冉（2020）、吴先明和张楠等（2017）使用 C-D 生产函数分别计算我国工业企业和工业企业中的新创企业的劳动力价格扭曲水平，结果均显示为负向扭曲。除此以外，还有部分研究得出我国劳动力价格为正向绝对扭曲的结果，郭圣乾和俞远鹏等（2018）、刘来会和徐坡岭（2018）等也都运用 C-D 生产函数测算我国劳动力的价格扭曲，测算结果均显示为正向扭曲。

此外，超越对数生产函数法也是劳动力价格扭曲测算过程中常用的方法，这种生产函数法放松了技术中性假设。蒙大斌和杨振兵（2016）通过超越对数生产函数测算 2001-2013 年我国省际工业部门的劳动力价格扭曲程度，测算结果显示劳动力价格负向扭曲的特点，具体地，分区域来看，东部地区劳动力价格的扭曲程度最重，西部地区最轻，中部地区介于二者之间。安孟和张诚（2022）借助超越对数生产函数测算各省市劳动力价格扭曲程度，发现劳动力市场的总体特点为：劳动力边际产出超过劳动者的实际薪资水平。李健和盘宇章（2018）同样采取这样的方法计算 2000-2014 年中国大陆 30 个省市的劳动力价格的扭曲水平，测算发现劳动力价格扭曲的均值为 1.65，负向扭曲是我国劳动力市场的典型特征。同样地，张贵和王岩（2019）也通过超越对数函数得出负向扭曲的结果，均值为 1.86。

二是扭曲指数法。在我国市场化进程中，要素市场化和产品市场化表现为典型的不同步性，产品市场化进程遥遥领先于要素市场。现有研究通过要素市场化指数与产品市场化指数的比值、或者某一地区要素市场指数与某一特定地区要素市场化指数的差距，构建要素的相对扭曲指数。在劳动力市场化指数的构造中，学者大多利用某一地区或城市劳动力市场的市场化指数与标杆地区或城市的市场化指数的差值，表示劳动力市场的相对扭曲程度。林伯强和杜克锐（2013）在测算中国 29 个省市要素市场的扭曲程度时，以市场化程度最高值为标准，计算其余各省市与市场化水平最高值的差距。陈沁和朱宏飞等（2020）在利用微观数据测算劳动力的价格扭曲指数时，将上海的劳动力价格扭曲作为标杆，将其标准

化,分析其他各省市的相对扭曲指数,发现研究样本中除北京、福建、安徽等地外,其余各省市的扭曲程度都处于较高水平。郑国强(2021)在计算2010-2016年地级市的劳动力价格的相对扭曲程度时,选择样本中劳动力市场化水平最高值作为标杆,计算其他城市的要素市场化程度与标杆城市的差距。刘文荣(2021)在测算制造业企业的劳动力价格扭曲的过程中,同样以市场化程度最高的样本为标杆,通过相对差距指数计算劳动力价格扭曲的程度,发现劳动力价格扭曲是存在的,并且劳动力价格的扭曲程度要低于资本价格的扭曲程度。

(3) 劳动力价格扭曲的经济效应

如果经济体是完全竞争的,要素价格取决于要素的边际产出,并反映经济体中要素的稀缺程度;但如果要素市场是扭曲的,要素价格偏离要素的边际产出,要素价格传递的经济信息是存在偏差的。现有研究表明,我国的劳动力价格主要表现出负向扭曲的特点,即劳动力的价格低于边际产出,这种扭曲一方面影响要素的收入分配,直接关系到劳动收入份额的多少,另一方面,影响要素禀赋结构的灵活反应,劳动力价格扭曲可能导致价格机制的失灵,生产者不能合理有效地进行要素配置,带来社会经济效率的损失。通过梳理文献,本文从收入水平、生产率、产业结构方面分析劳动力价格扭曲对经济社会的影响。

劳动力价格扭曲对收入差距的影响。根据目前研究结果,劳动力价格扭曲降低劳动者实际收入,扩大城乡、区域收入差距。蒋含明(2016)基于中国2002年微观家庭收入数据进行实证研究,结果显示要素价格扭曲显著降低了劳动报酬,导致居民收入差距的扩大。章上峰和陆雪琴(2016)将劳动力价格扭曲表示为劳动产出弹性与劳动收入份额的比值,研究显示,劳动力价格扭曲是导致中国收入差距扩大的根本原因。郭圣乾等(2018)研究结果表明,资本与劳动力价格扭曲均刺激了城乡收入差距的扩大,影响力分别为13.86%和4.19%。柏培文和杨志才(2019)基于Hsieh等(2009)的测算方法来估计理想条件下的收入水平时发现,劳动要素市场扭曲造成产业间、省份间的收入差距。陈沁和朱宏飞等(2020)基于上海市的外来人口流动微观数据进行实证研究,结果表明,劳动力价格扭曲是一些省份收入不平等的原因。袁鹏和朱进金(2019)发现劳动力扭曲提升1%,劳动份额下降2.04%。

劳动力价格扭曲对生产率的影响。Hsieh 等（2009）以中国要素市场为研究对象，研究结果表明中国存在严重的要素配置扭曲，进而导致生产率的损失。Bento 和 Retuccia（2017）运用再分配模型，将企业投资决策内生化的，对美国和印度的要素市场扭曲程度进行比较，发现要素市场扭曲程度的扩大将极大降低企业生产率。盖庆恩和朱喜等（2013）采用中国宏观经济数据进行分析，发现我国劳动力市场存在明显的配置扭曲，农业生产部门与非农业生产部门平均工资差距较大，如果消除这种扭曲，劳动生产率将会显著提高；郑国强（2021）从城市的角度研究劳动力价格扭曲和全要素生产率的关系，结果表明劳动力价格扭曲显著抑制了城市全要素生产率；孙才志和林洋洋（2021）考察我国沿海 11 个地区要素市场扭曲对海洋经济生产率的影响，研究结果显示扭曲的劳动力市场显著抑制了海洋经济生产率；盖庆恩和方聪龙等（2019）以我国 1995-2013 年农业和制造业数据为研究样本并进行实证分析，结果显示农业和制造业部门劳动力价格扭曲的消除会使经济生产效率提升 20.51%。葛金田（2019）实证分析工业企业劳动力价格扭曲与生产率的关系，结果表明劳动力价格扭曲显著降低企业生产率，这种作用主要是通过要素配置效应、积累效应以及研发效应实现的。耿献辉和伍茜蓉等（2021）研究表明，劳动力市场扭曲的纠正将极大提高经济效率，劳动力价格扭曲的改善将使经济效率提升 16.55%。

劳动力价格扭曲对产业结构的影响。劳动力价格的负向扭曲导致企业投入过多劳动力，一方面，延缓劳动力密集型产业的衰退进程，进而造成产业结构的低端化；另一方面，也造成企业形成依靠要素投入规模扩大的粗放发展模式，产业升级和创新动力不足。在扭曲的要素市场上，企业会更密集地使用低价生产要素，要素更多地流入劳动力密集型产业，阻碍资源在产业间的自由高效配置，最终不利于我国产业结构优化升级（曹亚军，2019）。谭洪波（2015）基于中国 2002-2012 年省际面板数据进行实证分析，结果显示中国要素市场的扭曲为工业经济发展提供了有利条件，同时，某程度上也导致服务业发展较为滞后。韩国高等（2017）基于中国 2002-2014 年省级面板数据进行研究，结果表明扭曲的要素价格导致产能过剩，值得注意的是劳动力价格扭曲的这种负向影响更为明显。苗建军和韩经纬（2020）基于 2001-2007 年中国省级数据考察要素市场扭曲对产业结构失衡的影响时发现，劳动力价格扭曲导致劳动力配置不均，进而带来产业结构

的失衡。郑国强（2021）利用中国省级面板数据实证分析劳动力价格扭曲与产业结构升级的关系，结果表明劳动力价格扭曲显著阻碍产业结构合理化和高级化。

此外，劳动力价格扭曲的经济效应还表现在其他方面：刘来会和范洪敏（2018）实证分析劳动力价格扭曲和通货膨胀的关系，发现二者表现为显著的负相关关系，劳动力价格扭曲通过 B-S 效应抑制通货膨胀。郑国强（2021）从地级市的角度实证检验劳动力价格扭曲对非正规就业的影响，发现劳动力价格扭曲对非正规就业表现为显著的促进作用，这种促进作用在农村居民、低学历居民中更为明显，在城镇居民、高学历居民中不明显。安孟和张诚（2022）运用固定效应模型实证检验劳动力价格扭曲与环境污染的关系，结果显示二者表现为显著的正相关关系，劳动力价格扭曲通过规模效应、技术效应和结构效应加重环境污染。王明益和戚建梅（2017）基于中国工业企业数据实证检验劳动力价格扭曲和出口产品质量的关系，在劳动力价格扭曲程度较小时，劳动力价格扭曲显著促进了出口产品质量，随着扭曲程度的扩大，促进作用式微并转变为抑制作用。邹涛和李莎莎（2021）聚焦制造业企业要素价格扭曲对企业市场退出的影响，发现劳动力价格扭曲通过寻租激励效应、扭曲收益效应等途径阻碍企业市场退出。

1.3.2 绿色技术创新的相关研究

（1）绿色技术创新的内涵和界定

上世纪五六十年代起，随着环境污染、资源约束等问题的日益严峻，绿色技术成为各界学者关注的焦点，E·Brawn, D·Weld（1994）将绿色技术定义为遵循生态文明理论，实现节约能源资源，最大程度减少或消除环境污染的产品、技术以及工艺的总称。James（1997）认为绿色技术创新是能够显著减少环境污染，同时能够提升个人或企业自身价值的新产品或者新工艺。Chen 等（2006）认为绿色技术创新是与绿色产品或工艺相关的各种创新活动，包括能源节约、污染防治、产品设计等过程中涉及的技术创新。Albort-Morant 等（2016）认为绿色技术创新是经济效益、社会效益、环境效益的综合统一。绿色技术创新过程中需要政府、企业、研发机构等多方参与者的协调与合作（Baldassarre B 等，2017）。21 世纪初，OECD（2005）将绿色技术创新细分为绿色工艺创新以及绿色产品创新。所谓绿色工艺创新，毕克新和杨朝均等（2011）认为绿色工艺创新是指在生产过程

中旨在降低环境污染的创新活动,主要包括两方面——旨在降低生产污染物的清洁生产技术创新和旨在减少污染物排放的治理技术创新。Amores-Salvadó 等(2014)从产品创新的角度出发,提出绿色技术创新不只是体现在产品设计和产品生产环节,产品在整个生命周期内对环境的影响也需要予以考虑。李婉红和毕克新等(2014)将绿色工艺创新和绿色产品创新结合起来,认为绿色技术创新是指企业在创新过程中的各个阶段都坚持环境友好原则,以达到产品生命周期内污染成本最小的创新活动。

梳理目前关于绿色技术创新的相关文献可以看出,学者们基于不同的视角考察绿色技术创新,对绿色技术创新的定义也有所差异,但这些研究中都传达出相同的理念——减少对环境的负向影响、提升资源利用效率。因此,本文借鉴 Chen(2006)、张钢和张小军(2014)等学者的观点,将绿色技术创新定义为一种通过产品的创新或者生产流程的创新,以减少产品或生产实践活动对环境的负向影响,提升资源利用效率,为企业都带来经济利益、形成独特竞争优势、实现企业和地区绿色可持续发展的各种产品和工艺的总和。

(2) 绿色技术创新的测度

绿色技术创新是经济体持续健康高质量发展的基础,合理准确测度绿色技术创新是研究国家或地区绿色技术创新的基本前提。现有研究中绿色技术创新的测度方法主要有两种:绿色专利数和绿色全要素生产率。

一是绿色专利数。以绿色技术创新的产出成果为依据,将绿色专利数作为衡量绿色技术创新水平的指标,是目前国内外研究中广泛使用的方法。一些学者用绿色专利申请量衡量经济体的绿色技术创新水平,李青原和肖泽华(2020)以上市公司绿色专利的申请量来衡量企业的绿色技术创新水平,实证分析环境规制与上市公司绿色技术创新的关系。Li 等(2022)以绿色专利的总申请量衡量绿色技术创新水平,并进一步分析绿色信贷政策与绿色创新的关系。Lin 和 Ma(2022)、欧阳晓灵和张峻豪(2022)等在研究中都利用绿色专利申请量来衡量绿色技术创新水平。此外,一些学者选择绿色专利授权量来衡量经济体的绿色技术创新水平,李晓红和金正贤(2023)以企业绿色专利总授权量作为绿色技术创新的衡量指标,实证考察环境税对上市公司绿色技术创新的影响。孙国锋和潘珊珊等(2022)以绿色专利的总体授权量来度量各省市的绿色创新水平,研究制造业的数字化水平

对省域绿色创新的影响。郭丰和杨上广(2022)在测度城市绿色技术创新能力时,同时考虑绿色专利的总申请量和总授权量,在实证分析过程分别检验绿色专利申请量、授权量在数字经济影响城市碳排放过程中的中介作用。武力超和王锐等(2022)、齐绍洲和林岫(2018)等都利用已经获得的绿色专利数表示经济体的绿色创新水平。

二是绿色全要素生产率。通过使用随机前沿法(SFA)或者数据包络分析法(DEA)测算绿色全要素生产率,并将绿色全要素生产率作为衡量经济主体的绿色技术创新能力广泛存在于现有研究中。董直庆和赵贺等(2022)利用SFA模型测算2007-2013年地级市的绿色全要素生产率,实证分析医疗条件与绿色技术创新的关系。肖黎明和高军峰等(2017)通过SFA模型测算我国30个省市的绿色创新效率,并详细分析其空间地理特点及演变趋势。张娟和耿弘等(2019)基于DEA法测算我国1995-2016年的绿色全要素生产率,测算结果显示除极个别年份外,我国绿色全要素生产率(绿色技术创新水平)整体上表现为不断上升的态势。孔群喜和陈慧等(2019)利用DEA法测算长江经济带沿线的11省市的绿色全要素生产率,并实证考察OFDI的逆向溢出效应与区域绿色技术创新的影响。孙燕铭和谌思邈(2021)通过SBM-DEA模型,测算长三角地区的绿色全要素生产率,并细致分析其时空演变特点、驱动因素。

(3) 绿色技术创新的影响因素

关于绿色技术创新的影响因素方面,现有的研究大多聚焦外部制度的作用,即政府为主体的环境规制对绿色技术创新的影响。也有部分学者考察外商直接投资、产业集聚对绿色技术创新的影响。

环境规制与绿色技术创新。现有研究成果大多表明,环境规制显著促进绿色技术创新。欧阳晓灵和张骏豪等(2022)利用中国274个地级市的面板数据进行实证分析,研究显示,环境规制显著促进了本地绿色技术创新,继而又运用部分线性模型考察二者的关系时发现,环境规制还表现出外溢性的特点,即本地环境规制促进了相邻地区的绿色技术创新。郭进(2019)以中国30个省市为研究样本,考察环境规制对省域绿色技术创新的影响,研究发现,在环境规制的各种实施政策中,收取排污费和增加环保财政支出对绿色技术创新的促进作用更为明显。王芝炜和孙慧(2022)运用Tobit模型检验上市公司的环境规制对绿色技术创新

的影响,实证结果表明环境规制显著促进了企业的绿色技术创新,这种促进作用对小规模企业和重污染行业企业的效应更强。陶锋和陈锦瑜(2021)运用双重差分模型考察环境规制对绿色技术创新数量和质量的影响,研究发现环境目标责任制一方面促进了绿色技术创新在数量上的提升,另一方面也导致绿色创新活动质量的下降,而实质性审查制度可以保障绿色创新活动的质量,缓解环境目标责任制对绿色创新活动质量的负向作用。王珍愚和曹瑜等(2021)认为环境规制与绿色技术创新不是简单的正相关关系,他们以中国上市公司为研究样本,运用系统GMM分析法进行实证检验,发现环境规制与绿色技术创新表现出典型的U型特征——先促进后抑制,环境规制促进的是高质量的绿色技术创新。

外商直接投资与绿色技术创新。在经济发展转型阶段,外商直接投资的绿色技术创新效应尤为明显。目前大多认为外商直接投资与绿色技术创新之间的关系表现为正向促进作用。Xu Shichun(2020)从中国制造业角度出发进行实证分析,结果表明外商直接投资对绿色技术创新的影响表现为显著的正相关。武力超等(2022)基于1998-2013年工业数据,从城市层面考察外商直接投资的溢出效应对绿色技术创新的影响,研究表明外商直接投资通过示范效应、竞争效应以及知识外溢显著提升城市绿色技术创新水平。外商直接投资技术溢出效应的高低在一定程度上影响企业对绿色技术创新活动的选择。杨朝均和刘兵等(2020)考察外商直接投资的技术溢出对绿色技术创新的动态影响,外商直接投资没有技术溢出时,企业绿色自主创新活动的积极性不高,这时所有企业都选择进行绿色模仿创新活动;外商直接投资技术溢出水平较低时,企业创新实力不同,选择也不同,创新实力较强的企业在动态发展中最终选择绿色自主创新,创新实力较差的企业选择绿色模仿创新;外商直接投资技术溢出水平较高时,技术更容易获得,技术成本低,所有企业都选择绿色模仿创新。同时,也有部分研究不认同外商直接投资对绿色技术创新的正向作用。董有德和夏文豪(2022)运用系统GMM模型和门槛模型考察外商直接投资与绿色技术创新的关系,结果显示二者存在显著的负相关关系,即外商直接投资显著抑制了绿色技术创新。韩沈超和徐姗(2021)基于中国首批服务外包示范城市数据,实证检验外商直接投资与城市绿色技术创新的关系,发现二者之间的影响方向并不明确。

产业集聚与绿色技术创新。产业集聚与绿色技术创新之间不是简单的促进或抑制关系，现有研究大多显示二者之间表现为非线性关系。罗超平和朱培伟等（2022）以中国 2003-2019 年地级市的面板数据为研究样本，以生产性服务业为研究对象，实证检验生产性服务业集聚与绿色技术创新的关系，结果显示，生产性服务业集聚对本地绿色技术创新的影响表现为明显的 U 型关系，对于一定范围内的邻近地区也同样如此。刘亮和蒋伏心等（2017）以中国 30 个省市为研究样本，实证考察工业集聚对绿色技术创新的影响，结果表现为倒 U 型的关系。刘耀彬和袁华锡等（2017）运用 SGMM 方法实证分析文化产业集聚对绿色创新的影响，结果表明文化产业集聚对绿色创新存在着先抑制后促进的关系，彼时文化产业集聚对绿色创新的抑制作用较为明显。王洪庆和郝雯雯（2022）基于我国省际面板数据，发现高新技术产业集聚和绿色技术创新之间表现为倒 U 型关系，其中专业化集聚与绿色技术创新的关系为非线性关系，多样化集聚与绿色技术创新之间存在正相关的线性关系。此外，也有部分研究表明产业集聚与绿色技术创新的正相关关系。城市规模越大、市场化水平越高，生产性服务业集聚对绿色技术创新的促进作用就越明显（李体欣和倪志兴等，2022）。黄漫宇和宋祖鹏等（2022）采用空间杜宾模型检验生产性服务业集聚和城市绿色技术创新的关系，发现生产性服务业集聚显著促进了绿色技术创新，特别地，多样化集聚存在空间外溢性。

1.3.3 劳动力价格扭曲与绿色技术创新的相关研究

（1）要素市场扭曲与绿色技术创新

绿色技术创新的其他影响因素方面，少部分学者从要素市场化水平的角度进行考察。市场程度低的要素市场将极大阻碍其他条件对绿色技术创新的作用，进而间接降低整体绿色创新水平。朱瑾和许智颖等（2022）基于非对称理论从区域角度考察绿色技术创新的影响因素和路径传导，实证考察市场化程度、R&D 的经费投入和人员投入对绿色技术创新的影响，研究结果表明产品市场和要素市场的市场化进程是区域绿色技术创新的必要条件，也就是说较低的市场化水平成为制约区域绿色技术创新发展的瓶颈。徐盈之和张瑞婕等（2021）利用中国省际面板数据考察绿色技术创新对产业结构升级的影响时发现，扭曲的资本市场和劳动力市场将降低绿色技术创新动力。宋马林和金培振等（2016）基于中国省际面板数

据,运用空间计量模型考察要素市场扭曲和地方保护对环境福利绩效的影响,研究发现要素市场扭曲阻碍了国内市场一体化,抑制了资源配置的效率,并通过环境规制抑制了绿色技术创新能力的正向效应。谢贤君(2019)基于 SYS-GMM 估计方法实证分析要素市场扭曲对城市绿色技术创新能力的影响,结果表明要素市场扭曲通过技术进步和效率改进的中介效应抑制城市绿色技术创新能力。贺子欣和惠宁(2022)实证考察区域要素价格扭曲、高科技产业集聚与绿色技术创新之间的关系时发现,扭曲的要素市场显著阻碍了区域绿色技术创新水平的提升,高科技产业集聚则削弱了这种阻碍作用。汪明月和李颖明等(2019)在分析市场化导向对企业绿色技术创新的影响时发现,要素市场的合理定价、要素市场的高效配置有利于企业提升绿色技术创新能力。资源的合理配置、要素市场的高效运行为绿色技术创新提供良好的外部条件。

(2) 劳动力价格扭曲与绿色技术创新的直接影响研究

具体到劳动力要素市场上,直接分析扭曲的劳动力价格与绿色技术创新关系的研究相对较少,已有研究成果均表明劳动力价格扭曲阻碍了绿色技术创新。张政和李雪松等(2020)从省级层面的角度出发,考察劳动力价格扭曲对绿色经济效率的影响,实证结果表明,劳动力价格扭曲显著抑制了绿色经济效率的提升,劳动力价格扭曲的消除则会明显提升绿色经济效率。卞元超和吴利华等(2021)发现本地和邻地劳动力市场的扭曲共同抑制了绿色技术创新水平。阳立高(2022)运用固定效应模型,依据中国城市面板数据,考察最低工资标准对绿色全要素生产率的影响,实证结果显示:提升最低工资标准显著抑制了绿色全要素生产率。赵玉林和刘超(2022)实证分析中国高科技产业 R&D 资源错配对绿色技术创新的影响,发现二者存在显著的负相关关系,R&D 人力和 R&D 资本显著抑制了高科技产业的绿色技术创新。

1.3.4 文献综评

综上所述,关于劳动力价格扭曲的经济效应方面,国内外学者普遍认为劳动力价格扭曲造成整体经济效率的损失,带来社会群体收入差距的扩大,导致低端锁定效应而不利于产业结构升级。绿色技术创新的影响因素方面,环境规制、外商直接投资、产业集聚等直接或间接作用于绿色技术创新。部分学者检验了整体

要素市场扭曲对绿色技术创新的影响，但劳动力市场扭曲视角的研究相对不足。有学者聚焦我国城市层面，考察最低工资水平与代表绿色创新能力的绿色全要素生产率的关系；还有学者侧重分析高科技产业领域高素质劳动力资源错配与绿色技术创新的关系，专门考察劳动力价格扭曲与绿色技术创新关系的研究有待深入拓展，劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的传导机制有待明确。在我国全面建设社会主义现代化国家、建设全国统一大市场的背景下，劳动力市场扭曲导致的经济损失日益突出，有必要从省级层面分析验证劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响，明确劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的传导机制，丰富当前研究成果。

1.4 研究内容和研究方法

1.4.1 研究内容

本文基于中国现实经济情况，分析劳动力价格扭曲和绿色技术创新的关系。研究内容主要包括绪论、理论分析、现状分析、实证分析以及对策建议。

(1) 绪论。本文第 1 章为绪论部分。这一部分主要包括研究背景、研究意义、相关研究的概述。详细介绍研究内容和方法、可能的创新点。

(2) 理论分析。本文第 2 章为理论基础和作用机制的分析，首先，明晰本文的理论基础。其次，梳理劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制。劳动力价格扭曲通过消费效应、人力资本效应影响绿色技术创新。

(3) 现状分析。本文第 3 章为劳动力价格扭曲和绿色技术创新的测度及分析。运用 C-D 生产函数测度我国 30 个省市的劳动力价格扭曲程度，根据测算结果分析劳动力价格扭曲的变化趋势。绿色技术创新的衡量标准方面，根据《国际专利分类绿色清单》中的 IPC 代码识别绿色专利数量。根据绿色创新产出——绿色专利数量分析我国绿色技术创新的特征。

(4) 实证分析。本文第 4 章为劳动力价格扭曲对绿色技术创新影响的实证分析。在实证分析部分，首先，通过双向固定效应模型分析劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响，其次，用更换被解释变量、考虑滞后效应、剔除直辖市、对样本缩尾处理的方法进行稳健性检验，通过增加可能遗漏变量的方法处理实证分析中的内生性问题。再次，实证检验劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的异质性，

分别考察东、中、西部劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响，以及劳动力价格扭曲分别对绿色发明专利、绿色实用新型专利的影响。最后，实证检验劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的消费需求效应、人力资本效应。

(5) 对策建议。本文第 5 章对全文进行总结，提出关于就纠正劳动力价格扭曲、提升绿色技术创新水平方面的对策建议。

图 1.1 为本文的研究框架图。

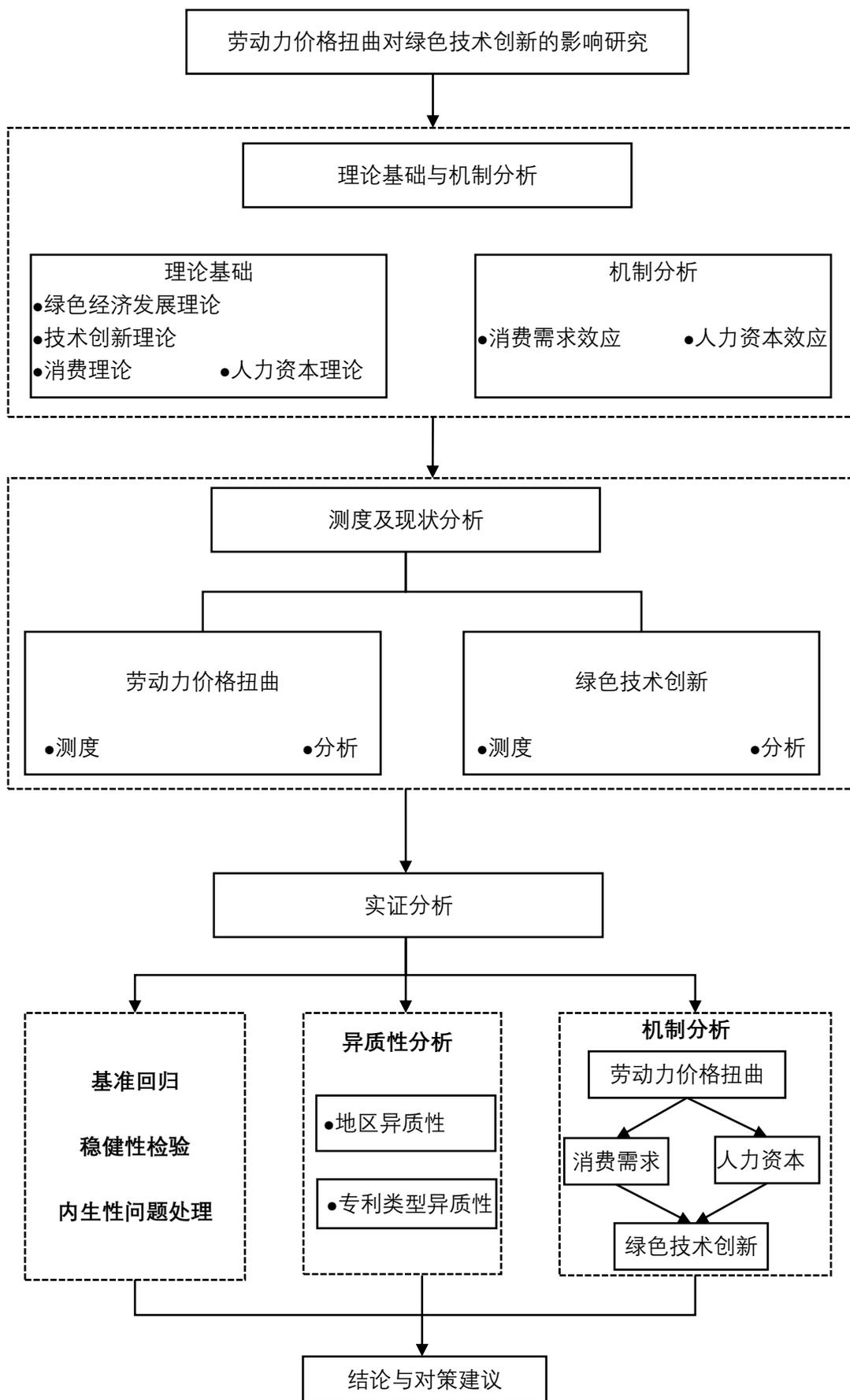


图 1.1 研究框架图

1.4.2 研究方法

本文使用文献研究、计量分析、比较分析等研究方法考察劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响，并运用 Excel、Stata 软件对数据进行处理和分析。

(1) 文献研究法。本文以劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响为研究主题，通过查阅国内外关于劳动力价格扭曲、绿色技术创新的相关文献，明确劳动力价格扭曲和绿色技术创新的概念，梳理劳动力价格扭曲和绿色技术创新的相关研究，总结现有研究的特点和局限性。

(2) 计量分析法。运用计量分析法实证检验劳动力价格扭曲对绿色技术创新的直接影响、异质性影响。借鉴消费理论和人力资本理论，提出劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应作用于绿色技术创新的假说的基础上，借助中国 2005-2020 年除港澳台西藏外 30 个省市的面板数据，运用计量分析法对上述机制进行实证检验，提升研究的可信性。

(3) 比较分析法。本文基于地区异质性视角，比较分析中国东、中、西部地区劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响；基于绿色专利类型的异质性，比较分析劳动力价格扭曲对不同性质绿色创新活动的影响。

1.5 可能的创新点

第一，价格扭曲是我国劳动力市场的重要特征，绿色技术创新是我国实现高质量发展、绿色发展的重要手段，劳动力价格扭曲如何影响绿色技术创新却鲜有研究。基于现有研究成果，本文将劳动力价格扭曲与绿色技术创新结合起来，考察两者之间的关系，理论分析和实证检验劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制，丰富了现有研究内容。

第二，劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的异质性方面，为更好识别劳动力价格扭曲的影响的是绿色技术创新的质量还是数量，本文实证分析了劳动力价格扭曲对实质性绿色技术创新、策略性绿色技术创新的影响，明晰劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的具体表现。

2. 理论基础与机制分析

2.1 理论基础

2.1.1 绿色经济发展理论

经济发展离不开经济增长，经济增长是经济发展的核心。古典经济增长理论着重分析劳动、资本与产出的关系。亚当·斯密认为经济增长的关键在于劳动力总数和劳动生产率，其中，劳动生产率的重要性更为突出。提升劳动生产率的重点在于实行专业化分工，具体来说，劳动分工越细，越有助于社会劳动生产率的提升，越有利于国民财富的增长。同时，资本也是实现经济增长的重要因素，生产资本的积累带来生产规模的扩大，并进一步实现经济增长。在充分肯定古典经济增长理论的基础上，新古典经济增长理论强调生产技术的重要性。马歇尔认为技术创新是经济增长过程中不可忽视的外生因素。罗伯特·索洛构造的新古典增长模型强调技术进步对长期经济增长的影响。基于新古典增长模型，内生经济增长模型解答了技术进步的来源问题——技术进步是内生的。该模型以罗默和罗卡斯为代表，他们认为经济的长期增长是包括技术进步在内等多种因素共同作用的结果，技术进步对经济增长的影响通过人力资本的溢出效应实现。

绿色经济发展理论在充分考虑生产率、资本以及技术进步等多种因素对经济增长的基础上，强调资源使用和生态环境的重要性，并将这两者同时纳入经济增长理论的研究中。不同于传统的经济增长理论，绿色经济发展理论代表一种新的发展模式，具体表现在：首先，绿色经济发展理论强调反思传统经济发展方式带来的资源消耗和环境污染。绿色经济增长理论认为经济发展方式应该更多地追求质量的提升，经济发展不能只是简单的数量的堆叠，经济发展形式应该是集约式的，而不是粗放式的。其次，绿色经济发展理论强调经济发展要兼顾保障生态环境和实现经济增长。绿色经济发展理论将生态环境和经济增长放在同等重要的位置，认为二者是一体两面的，在资源利用、环境保护中实现经济增长，在经济增长中实现资源高效利用、减少环境污染。绿色经济发展理论强调经济发展要立足当下，更要放眼长远，人与自然和谐共处才是经济发展的终极目标。

2.1.2 技术创新理论

约瑟夫·熊彼特在其极富盛名的专著《经济发展理论》中，首次提出创新理论，这本书涉及信贷、经济周期等诸多方面，其中，贡献最大、影响最深远的仍是创新理论。从动态、发展的角度考察经济活动是熊彼特创新理论的核心。在熊彼特看来，创新本质上是各种生产条件或生产要素的新的组合，这样的新组合可以提升生产活动的经济效益、实现技术创新。这种新组合形式主要包括：生产新产品，或者在已有的产品中挖掘新的特性；引入新的生产方法或技术；开辟新市场；拓宽原材料的来源渠道，或者获取半成品的新供应源；组建新的组织形式。创新有两种实现方式，一种是通过企业家的个人才能促进创新，另一种是通过技术进步助推企业内生创新。

在熊彼特创新理论的基础上，经济学家从不同的角度考察技术创新的影响因素，先后出现了制度创新理论、国家系统创新理论等。诺斯和戴维斯首先为制度创新做出具体表述，他们认为制度创新是一种对现存政治经济制度（包括法律、分配、管理、所有制等）的变革，这种变革能够为创新主体带来更多的经济收益。影响制度创新的因素主要包括三个方面：生产技术、市场规模以及预期收入。基于供给分析，林毅夫提出强制性制度创新，这种创新需要由政府命令和法律共同发力，新制度实行带来的预期边际收益要与预期边际成本相等。国家系统创新理论侧重分析技术创新的主体，该理论认为技术创新的主体不应该只包括企业家群体，整个国家创新系统都应该包括在内。国家创新系统是一个综合体系，影响要素配置及效率的各个主体、关系网络以及运行机制等都在这个体系内。体系内的企业主体和其他非企业主体通过制度安排发生相互作用，共同促进知识的应用、创新，进而提升整个国家的创新绩效。

2.1.3 消费理论

现代消费理论诞生于 20 世纪 30 年代，这个时期，经济萧条，大批工人失业，生产力水平极大提高的同时，产品积压问题严峻，大量企业面临破产的窘境，如何将过剩的生产库存销售出去困扰着商品生产者，正是在这样的社会经济背景下，如何刺激消费成为经济学家重点关注的问题。

（1）绝对收入假说

《就业、利息和货币通论》一书中，凯恩斯开创性地从宏观经济学角度提出绝对收入假说理论，强调消费与绝对收入（或者说当期收入）表现为稳定的函数关系。绝对收入假说理论是对传统微观经济学利率决定消费理论的扩展，也为后来的持久收入假说奠定坚实基础。

传统的利率决定消费理论中，利率通过储蓄间接影响消费。凯恩斯则反对这一理论，他强调决定消费的最主要的因素只有可支配收入，收入以外的其他影响因素或者促进消费，或者抑制消费，整体而言，这些其他影响因素的作用可以抵消。消费与可支配收入的数学表达式为：

$$C = a + bY_t$$

其中，C为消费者在t期的总消费， Y_t 为消费者在t期的所有收入，a和b为参数，a为消费者满足日常生活所必需的消费，也被称为自发消费，b介于0-1之间，b和 Y_t 的乘积代表的是收入带来的消费，即引致消费，消费者在某一时期的消费由自发消费以及引致消费共同构成。在凯恩斯的消费理论中，边际消费倾向和平均消费倾向都表现出递减的趋势。扭曲的劳动力价格直接影响劳动者当期收入水平，进而影响劳动者的消费水平。

（2）持久收入假说

持久收入假说理论由“货币学派”经济学家弗里德曼提出，他认为只关注现期收入对消费的影响是片面的，他开创地同时考察暂时性收入和持久性收入对消费的影响，相应地，他也将消费划分为暂时性消费和持久性消费。持久收入假说更多强调持久性收入在消费需求中的地位。持久收入表示消费者预期到的所有的长期收入，即预期三年以上能够持续稳定获得的收入流量，这些收入包括两部分——劳动收入和财产性收入。短期而言，暂时性收入的变化通过持久性收入影响消费变动。长期来看，持久消费与持久收入表现为稳定的函数关系。

2.1.4 人力资本理论

现代人力资本理论起源于二十世纪五六十年代，这一时期科技快速发展，面对现实生活中的经济增长现象，强调物质资本占主导的古典经济学理论却无法做出解释。正是基于这样的时代背景，经济学家舒尔茨、贝克尔、明塞尔等开始将

研究重点转向人力资本领域，他们共同推动了现代人力资本理论的形成，罗默、卢卡斯等经济学家将人力资本理论进一步发展和完善。

舒尔茨认为，在有形的、以物质实体形式存在的资本之外，还有一种体现在个体劳动者身上的资本，即人力资本。人力资本指的是蕴含在个体体内的所有的生产知识、技能、健康素质、心理素质以及管理能力等存量的总和。舒尔茨发现人力资本的投资在地区或国家经济增长中发挥着重要作用，此外，他认为由于人力资本投资的差异，每个劳动者都是有明显差别的个体。舒尔茨的人力资本主要是基于宏观层面的视角。贝克尔在舒尔茨宏观分析人力资本的基础上，从微观层面发展人力资本理论。贝克尔认为人力资本表现为明显的私有性质，人力资本生产率的高低由这种资本的持有者的努力程度来决定的，贝克尔构建了成本-利润模型来分析人力资本投资，他认为人力资本的投资是国家或地区经济增长的重要因素之一。明塞尔在分析劳动力市场行为等问题时开创性地提出人力资本分析方法。在明塞尔看来，人力资本，也可以被称为人的技能、劳动质量。人力资本的形成来自于四方面的投资——教育、健康、培训和迁移，这种投资不是短期的，而是贯穿个体完整的生命周期。人力资本的差异就在于劳动力在接受教育、培训等过程中经验积累的差距。罗默和卢卡斯等通过数学方法将人力资本量化，并把人力资本投资加入到经济增长模型。他们认为内生的人力资本在一定程度上决定了国家或地区的创新水平。经济体提升技术创新能力的重要途径就是扩大人力资本储备。

2.2 机制分析

2.2.1 消费需求效应

(1) 劳动力价格扭曲与消费

劳动力价格扭曲影响劳动力实际可支配收入，根据绝对收入假说和持久收入假说，进一步影响劳动力消费支出水平。劳动力获得的实际报酬低于劳动力的边际产出水平，是劳动力收入占比较低的微观原因，劳动力价格负向扭曲的情况下，劳动力获得的收入水平低于潜在均衡状态，低收入水平通过消费需求理论影响居民的实际消费需求。此外，较低的工资水平降低劳动者对未来收入的预期，理性

的消费者必然会基于预计可获得的持久性收入做出消费选择,对未来收入的悲观估计会导致劳动者对价格昂贵的高质量的新型产品的需求减少,消费规模收缩,消费结构发生变化。通常情况下,居民收入主要包括三方面——劳动收入、财产性收入以及经营性收入,我国居民财产性收入、经营性收入较少,居民收入以劳动收入为主,劳动收入的主要来源就是劳动者获得的报酬。劳动收入的减少必然带来消费需求的变化,短期来看,劳动力价格扭曲带来的是投资减少和消费减少,长期来看,投资不再减少,而消费持续减少,最终导致消费结构的恶化(王宁和史晋川,2015)。同时,劳动力市场扭曲导致城乡消费差距的扩大,这种结果是通过城乡社会保障差距、城乡收入差距的作用机制达到的(高帆和汪亚楠,2016),并且城乡收入差距发挥的作用要大于城乡社会保障差距的作用(何春丽和曾令秋,2019)。劳动力价格的扭曲程度每增加1个百分点,企业消费需求将减少0.82个百分点(顾冉,2019)。

(2) 消费与绿色技术创新

市场需求是地区或企业绿色技术创新的外在动力,企业或地区以消费者的需求为导向进行产品研究和开发(杜斌和张治河,2016)。产品潜在需求的增加,将显著提升产品的绿色技术创新水平(刘云强和邵小彧等,2022)。当消费者对产品或服务的需求逐步增加时,市场通过需求机制和竞争机制刺激绿色技术创新(汪明月和李颖明等,2019)。需求机制表现在,当消费者对产品或服务的需求规模足够大时,绿色技术创新活动的主体根据自身的职责或功能进行决策,企业将适时扩大研发资金投入,与高校、科学研究所加强技术合作与交流,政府选择制定并完善政策法规,鼓励绿色技术创新活动。竞争机制表现在,不能满足消费需求的企业将面临市场退出的压力,在这样的情况下,企业将努力提升绿色创新水平以保持竞争力。消费需求提升企业绿色技术创新动力和投资需要满足一个基本前提,就是消费需求达到足够大的规模,较大的需求规模可以分摊技术研发成本,降低绿色技术创新风险,提升绿色技术创新的预期收益。收入财富较高的地区,高收入群体对绿色消费的需求更加强烈,环境污染较严重的企业被挤出,不被挤出并继续留在市场上也成为企业追求绿色技术创新的动力(董直庆和王辉,2021)。劳动力价格负向扭曲导致消费者收入负向扭曲,减少居民收入,减少消费需求,消费需求的不足将抑制绿色技术创新活动。

2.2.2 人力资本效应

(1) 劳动力价格扭曲与人力资本

劳动力价格扭曲影响人力资本表现在两个方面——企业对人力资本的投资、劳动者对自身人力资本的投资。首先，从企业角度来看，劳动力价格被低估时，企业通过劳动力成本优势获得较高的利润空间，由此企业更倾向于选择粗放使用劳动力资源的方式，企业更关注的是劳动力数量的提升，而不重视人力资本质量，在这样的情况下，企业没有足够的动力进行人力资本投资。为获取更多超额利润，企业也选择将资源投向非生产性的寻租活动，导致生产资源的浪费，进而挤出人力资本投资（李雪松和王冲，2019）。负向扭曲的劳动力价格阻碍了企业对人力资本的投资。

从劳动者角度来看，人力资本投资的预计收益越大，劳动者就越倾向于进行人力资本积累。扭曲的劳动力市场上，劳动者的预期收益如果无法补偿人力资本投资付出的成本，劳动者就会主动减少自身的人力资本积累。劳动报酬低于劳动边际产出时，价格扭曲带来的低工资收入降低了劳动力对自身以及后代教育、培训支出的积极性，即降低了劳动者对自身及后代人力资本投资的积极性（郑国强，2021），长期来看不利于地区人力资本的形成和积累。同时，劳动者获得的低工资报酬增加了劳动者的收入风险，面对未知的收入风险，劳动者家庭教育投资意愿继续下降，最终导致家庭教育投资低于社会所需的最优投资水平，抑制了地区人力资本的提升。此外，较低的收入水平使得高技能人才不愿意充分发挥自身拥有的所有知识和技能。

(2) 人力资本与绿色技术创新

罗卡斯、罗默等为代表的新增长理论，将人力资本这个内生因素引入到经济增长模型，即人力资本是经济体实现经济增长、科技进步的内生动力，同时，他们强调人力资本的边际生产率递增的特点。人力资本水平与地区绿色技术创新密切相关，借鉴人力资本理论，下面将详细说明人力资本与绿色技术创新之间的关系。

人力资本贯穿于企业整个生产创造过程，研发活动的展开、技术创新成果的推广应用以及产品规模化产业化的过程都需要强有力的人力资本的支持。人力资本规模越大，企业研发投入越活跃，政府更有动力创造良好的科技研发环境，越有利于提升绿色技术创新水平。人力资本与绿色技术创新之间表现为协同互补的关系，地区人力资本的积累助力绿色技术创新水平的提升，同样地，绿色技术创新水平的提升也会促进地区人力资本的积累。由于收益递增的特点，人力资本与其他科技、信息相结合时，能产生很好的外部性，促进企业整体生产效率的提升，为绿色技术创新活动的展开创造良好的外部环境。劳动力价格负向扭曲带来的是低人力资本水平，这样的情况下，人力资本的正外部性不能得到充分发挥，最终的结果就是较低的人力资本水平抑制绿色技术创新。

基于上述文献梳理，本章系统论证了劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的消费需求效应、人力资本效应。综合上文分析，本文提出以下假说：

- H1：劳动力价格扭曲抑制了绿色技术创新。
- H2：劳动力价格扭曲将抑制消费需求，从而抑制绿色技术创新。
- H3：劳动力价格扭曲将抑制人力资本，从而抑制绿色技术创新。

3. 劳动力价格扭曲和绿色技术创新的测度与分析

3.1 劳动力价格扭曲的测算和结果分析

3.1.1 劳动力价格扭曲的测算

劳动力价格扭曲衡量的是劳动力边际产出与平均劳动报酬之间的差距。C-D 生产函数表达式简单，可以直接测算产出弹性，产出估计误差较小，在理论和实践中被广泛使用。因此，本文选择借助 C-D 生产函数，运用最小二乘法估计 C-D 生产函数投入要素的产出弹性，得到企业劳动力边际产出，进而测度各省市劳动力价格扭曲程度。

$$Y_{it} = A_{it}L_{it}^{\alpha}K_{it}^{\beta} \quad (3.1)$$

其中， Y_{it} 表示地区*i*在*t*期的产出总值， A_{it} 为全要素生产率， L_{it} 和 K_{it} 分别为地区*i*在*t*期的劳动和资本投入量， α 和 β 分别代表劳动和资本要素的产出弹性。劳动力边际产出为

$$MPL_{it} = \alpha L_{it}^{\alpha-1}K_{it}^{\beta} = \alpha Y_{it}/L_{it} \quad (3.2)$$

劳动力价格扭曲的 $distL_{it}$ 的数学表达式为

$$distL_{it} = \frac{MPL_{it}}{w_{it}} = \frac{\alpha Y_{it}}{w_{it}L_{it}} \quad (3.3)$$

$distL_{it}$ 表示地区*i*在*t*期的劳动力价格扭曲程度，本文运用中国大陆除港澳西藏外 30 个省市 2005-2020 年的数据进行测算，产出总值用各省市的实际 GDP（平减后的 GDP）表示，劳动投入量用各省市年末就业人员总数表示，资本投入量用固定资产投资总额来表示， w_{it} 表示地区*i*在*t*期的工资水平，在这里用工资性收入表示。

3.1.2 劳动力价格扭曲测算结果分析

(1) 劳动力价格扭曲的整体分析

表 3.1 汇报了劳动和资本的产出弹性，结果显示，劳动产出弹性 α 和资本产出弹性 β 分别为 0.352 和 0.777，两者之和为 1.129。不同学者运用不同的方法测

算劳动和资本的产出弹性时,得到的结果也有所差异,但学术界普遍认为 $\alpha=0.4$, $\beta=0.6$,这与本文测算结果大致相同,因此本文对生产函数参数的估值结果是合理的。

表 3.1 参数估计结果

	(1) ln(Y)
ln(K)	0.777*** (0.015)
ln(L)	0.352*** (0.018)
_cons	-1.351*** (0.119)
N	480.000

注: 括号内为标准误, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

表 3.2 是根据公式 3.3 测算的各省市部分年份劳动力价格扭曲水平(限于篇幅, 只列举部分年份数据):

表 3.2 2005-2020 年各省市部分年份劳动力价格扭曲测度结果

	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
北京市	1.91	2.13	2.08	2.13	2.13	2.07	2.13	2.45
天津市	3.01	2.84	2.66	2.63	3.36	3.01	2.68	2.55
河北省	1.58	1.70	1.76	1.74	1.61	1.48	1.44	1.47
山西省	1.40	1.77	1.78	1.59	1.54	1.42	1.67	1.77
内蒙古	2.19	2.64	2.75	2.54	2.42	2.13	1.94	1.98
辽宁省	2.33	2.31	2.39	2.43	2.42	1.86	1.91	1.74
吉林省	1.83	2.03	2.19	2.29	2.46	2.19	1.90	1.64
黑龙江	2.03	2.14	2.08	2.00	1.85	1.78	1.74	1.87
上海市	2.62	2.16	2.18	2.05	2.01	2.12	2.14	2.26
江苏省	1.74	1.88	2.07	1.99	2.32	2.37	2.44	2.37
浙江省	1.34	1.39	1.47	1.48	1.63	1.66	1.66	1.67
安徽省	0.77	0.86	0.94	0.97	1.10	1.08	1.15	1.78
福建省	1.35	1.45	1.48	1.35	1.67	1.63	1.74	2.41
江西省	1.06	1.12	1.25	1.34	1.36	1.36	1.37	1.64
山东省	1.24	1.36	1.37	1.35	1.70	1.65	1.74	1.71
河南省	1.11	1.20	1.25	1.21	1.30	1.34	1.40	2.02
湖北省	0.99	1.17	1.35	1.50	1.84	1.92	2.04	2.34

续表 3.2 2005-2020 年各省市部分年份劳动力价格扭曲测度结果

湖南省	0.95	1.15	1.31	1.47	1.61	1.64	1.71	2.00
广东省	1.39	1.56	1.46	1.42	1.59	1.62	1.63	1.56
广西	0.82	0.86	0.96	1.13	1.42	1.38	1.39	1.51
海南省	1.36	1.44	1.51	1.42	1.45	1.35	1.32	1.52
重庆市	1.02	1.25	1.42	1.60	1.97	2.13	2.09	2.25
四川省	0.97	1.03	1.12	1.23	1.46	1.47	1.54	1.64
贵州省	0.65	0.86	0.95	1.07	1.30	1.36	1.47	1.62
云南省	0.81	0.88	0.85	0.87	1.13	1.12	1.12	1.42
陕西省	1.21	1.29	1.42	2.11	2.54	2.27	2.33	2.00
甘肃省	0.82	0.92	0.98	1.07	1.13	0.98	0.94	1.04
青海省	1.23	1.39	1.54	1.70	1.67	1.49	1.41	1.61
宁夏	1.29	1.59	1.69	1.71	1.72	1.68	1.60	1.65
新疆	1.76	1.84	1.89	1.81	1.86	1.40	1.50	1.60
平均	1.43	1.54	1.60	1.64	1.79	1.70	1.70	1.84

数据来源：作者计算而来。

由 3.2 表可以得出，整体来看，我国劳动力价格的负向扭曲大于正向扭曲，与劳动力的边际产出相比，劳动力要素获得的报酬处于被低估的状态。总体来看，2005-2020 年间，我国劳动力价格扭曲程度呈现出波动上升的趋势，劳动力价格负向扭曲程度较大的地区有：北京、天津、上海、江苏、湖北、重庆等地区，均为经济相对较为发达的地区。特别地，北京、天津、上海、江苏等地区在观测期内劳动力价格扭曲程度均高于全国平均水平，这些地区凭借其强大的经济优势，吸引大量其他地区的人才和劳动力，将这些人才或劳动者的工资水平压到远低于其创造的生产价值；湖北省地处长江经济带，高等教育资源优于周围省份，对周围省份劳动力有较大的吸引力；重庆凭借其其在西部地区相对较为优越的地理、经济优势吸引周围其他省份的劳动力。

（2）劳动力价格扭曲的地区差异

根据图 3.1，2005-2020 年间，东部地区的扭曲程度始终保持在 1.5-2 之间，总体变化幅度不大，始终为劳动力价格扭曲程度最严重的地区。中部地区从小于 1.5 增长到接近 2，变化幅度大于东部地区，但总体扭曲程度始终低于东部地区，记得注意的是，2020 年中部地区劳动力价格扭曲程度已与东部地区大致相同。西部地区劳动力价格扭曲的变化幅度与中部地区基本一致，在 2012-2015 年间，与中部地区基本持平或小幅超过中部地区，观测期内总体扭曲程度低于中部地区。

改革开放以来,受益于优越的地理、政策优势,东部地区迅速吸引了大量外商直接投资,彼时这些投资主要来自国外的产业转移,具体而言,是以劳动力密集型产业为主的产业转移。这些劳动力密集型产业,一方面导致东部地区的低端锁定效应,另一方面带来的是劳动者较低的工资报酬。因而,东部地区成为我国劳动力价格扭曲程度最严重的区域。此外,随着经济实力的增强,东部还吸引了大量高技能劳动力,这些劳动力往往可以带来更高的生产率,而劳动者工资水平提高的速度远远落后于生产率提高的速度,劳动者的边际产出与工资水平的差距继续扩大。

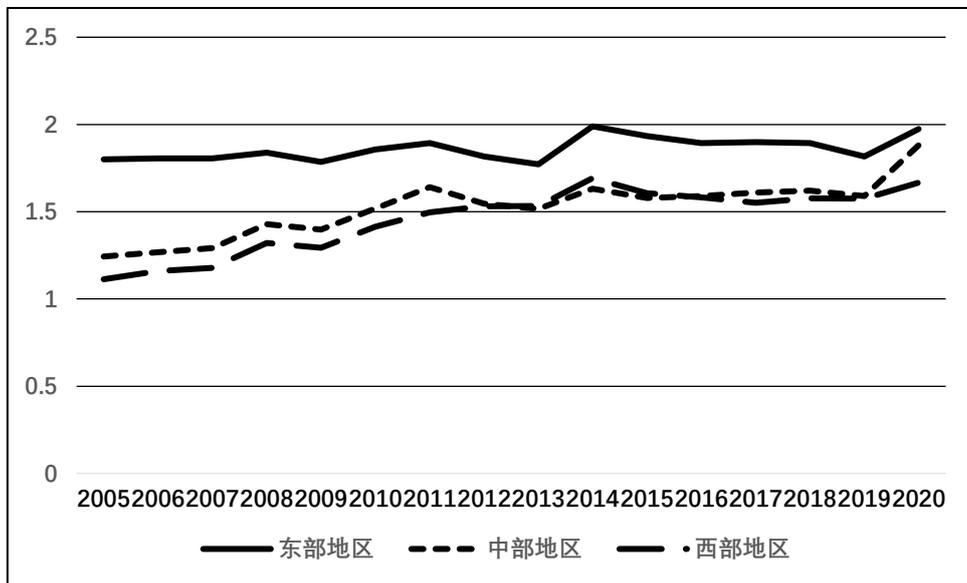


图 3.1 东、中、西部地区劳动力价格扭曲程度

数据来源:作者计算而来

3.2 绿色技术创新的测度和分析

3.2.1 绿色技术创新的测度

绿色技术创新的指标选取方面,本文聚焦绿色技术创新的产出视角,尤其是绿色专利方面。绿色专利制度是提升绿色技术创新水平的重要手段。国家知识产权局颁布《专利优先审查管理办法》并于2017年8月2日实施,该办法明确指出“涉及节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新

能源汽车和智能制造等国家重点发展产业”的专利，专利审批部门优先审查。本文选择绿色专利数量来表示地区绿色技术创新水平。关于使用绿色专利数衡量经济体绿色技术创新水平存在两种观点，一种观点认为绿色专利申请量更好，这是因为在专利申请的过程中，专利申请主体已经将专利技术应用于企业的生产过程中，已经对地区或企业绩效产生影响，因而绿色专利申请量更加可靠。另一种认为绿色专利授权量更好，原则上专利授予情况更能反映技术创新程度（齐绍洲和林岫，2018）。充分考虑上述情况，本文在基准回归模型中，将更为广泛使用的绿色专利申请量作为绿色技术创新的衡量指标，在稳健性检验中，在考虑更换被解释变量的情况时，将绿色专利授权量作为绿色技术创新水平的替代指标进行实证检验。

3.2.2 绿色技术创新的现状分析

（1）绿色技术创新产出的总体分析

从“全面协调可持续”的科学发展观，到“碳中和”“碳达峰”目标的提出，从“科学技术是第一生产力”到“创新协调绿色开放共享”新发展理念，绿色发展、创新发展是我国经济发展的重大战略目标。在各市场主体共同努力和国家政策的支持下，我国绿色技术创新能力实现跨越式提升。

总体来看，由图 3.2 和图 3.3 可知：在 2005-2019 年，中国总体绿色专利申请数量和授权量表现为明显的逐年上升趋势。绿色专利申请量由 2005 年的 15232 到 2019 年的 431077，增长了约 27 倍；绿色专利授权量由 2005 年的 7687 件到 2020 年的 335938 件，增长了 40 多倍，我国绿色技术创新规模整体上呈不断扩大的趋势。其中，绿色专利申请数量和授权数量自 2014 年后表现出快速增长的态势，增长的原因可能是 2014 年环境保护法的颁布，提升了企业绿色技术创新积极性。2020 年绿色专利申请量急剧下降，原因在于停工停产导致企业研发活动中断。

分绿色专利类型来看，绿色实用新型专利数量和绿色发明专利数量存在明显差异，申请量的差距小于授权量的差距。申请量而言（图 3.2），2005-2019 年绿色发明专利和绿色实用新型发明专利均表现明显的上升趋势，二者所占比例也不相上下，然而 2020 年绿色实用新型专利急转直下，绿色发明专利也明显减少，

可能的解释是由于 2020 年的新冠疫情的影响，企业包括绿色创新活动在内的生产性活动受到冲击。授权量而言（图 3.3），绿色发明专利和实用新型发明专利在观测期内均呈现明显的上升趋势，但绿色实用新型专利始终高于绿色发明专利，说明我国策略性绿色技术创新的专利转化率更高，实质性绿色创新还有很大的提升空间。

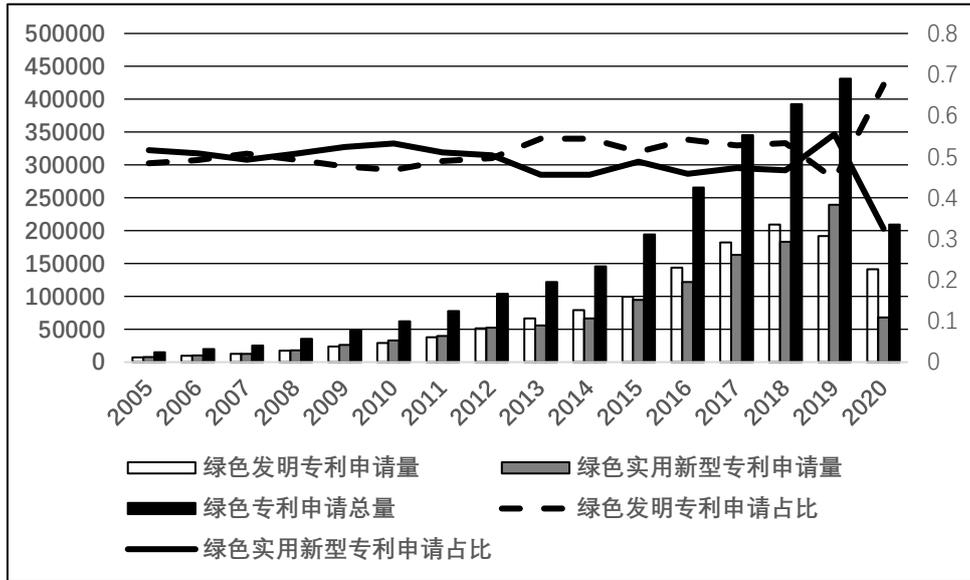


图 3.2 2005-2020 年绿色专利申请量

数据来源：中国研究数据服务平台（CNRDS）

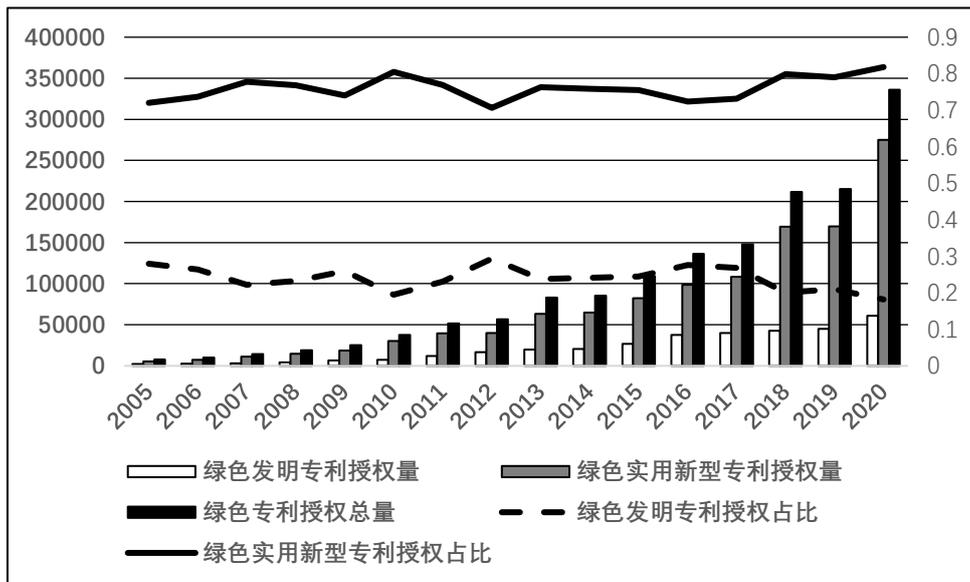


图 3.3 200-2020 年绿色专利授权量

数据来源：中国研究数据服务平台（CNRDS）

(2) 绿色技术创新的地区差异

从绿色专利授权量来看（图 3.4），2005-2020 年间，各地区授权量均呈现增长态势，2014 年之前，中西部地区和东部差距较小，2014 年以后，中西部地区和东部地区差距大致呈逐年扩大的趋势，东部地区增长速度明显高于中部地区和西部地区。中部地区授权量略高于西部地区，但优势不明显，中西部绿色技术创新能力有很大的提升空间。绿色专利申请量而言（图 3.5），东中西部地区的差距特点与授权量基本一致，略有不同的是，2017-2019 年间，中部地区绿色专利申请量快速增加，绿色创新活动明显比西部地区活跃。但受 2020 年肺炎的影响，全国范围停工停产频繁，各地区绿色技术创新申请行为受到冲击。

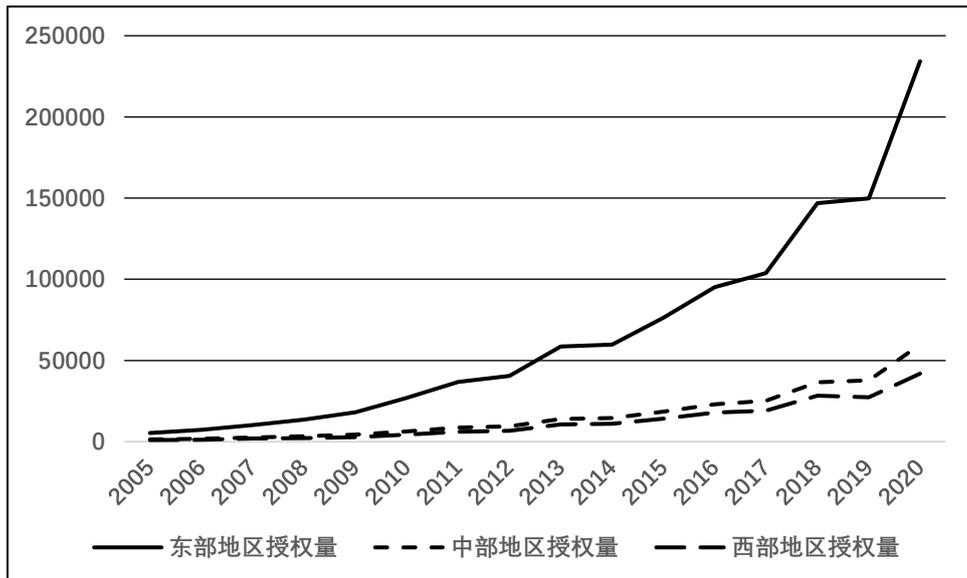


图 3.4 分地区绿色专利授权量

数据来源：中国研究数据服务平台（CNRDS）

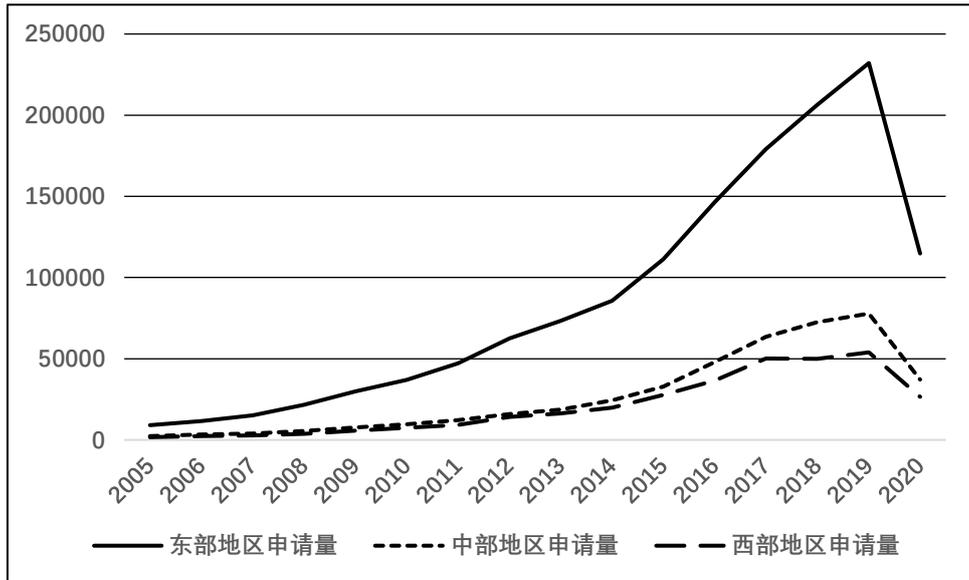


图 3.5 分地区绿色专利申请量

数据来源：中国研究数据服务平台（CNRDS）

3.3 本章小结

本章借助 C-D 生产函数测算了我国 30 个省市的劳动力价格扭曲程度，并详细分析各地区劳动力价格扭曲在 2005-2020 年的变化趋势。2005-2020 年间，我国劳动力价格整体上表现为负向扭曲，劳动者获得的报酬低于劳动者创造的边际产出。分地区来看，东部地区的扭曲程度最严重，西部地区扭曲程度最轻，中部地区介于二者之间。

绿色技术创新水平方面，本章分析我国 2005-2020 年绿色专利申请和绿色专利授权情况，我国绿色专利申请量和授权量均大致表现为不断扩大的趋势，但各地区绿色创新能力差别较大，具体地，东部地区绿色技术创新水平明显高于中西部地区，中部和西部地区差距不大。绿色发明专利和绿色实用新型专利在绿色专利总数中的占比大致相同。

4. 劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的实证分析

要素价格反映地区的资源禀赋信息,扭曲的要素价格影响企业的生产和研发选择——影响要素投入和创新决策。张政等(2020)研究表明劳动力价格扭曲抑制了绿色经济效率。聚焦省级劳动力市场,劳动力价格扭曲对绿色专利申请量代表的绿色技术创新的影响如何?

为了解答上面所述问题,本章在第二章理论分析的基础上,运用计量模型实证考察劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响。本章的主要内容为:首先,构建劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的双向固定效应模型,实证检验劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响。其次,为提高基本结论的可靠性,从更换被解释变量、考虑滞后效应、剔除直辖市、对样本进行缩尾处理四个方面进行稳健性检验,通过增加可能遗漏的变量处理内生性问题。然后,在基准回归结果的基础上,从区域异质性、绿色专利类型异质性进行异质性分析。最后,实证考察劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制。

4.1 计量模型设定

4.1.1 模型设定与识别

为考察中国劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响,本文构建的基准计量模型如下:

$$EP_{it} = a_0 + a_1 distL_{it} + a_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

其中,下标*i*和*t*分别对应省份和年份, EP_{it} 表示地区*i*在*t*期的绿色专利申请量,代表绿色技术创新水平; $distL_{it}$ 为地区*i*在*t*期的劳动力价格扭曲程度, X_{it} 为地区*i*在*t*期的控制变量集合; a_0 为截距项, a_2 是控制变量回归系数的集合, μ_i 和 v_t 分别表示个体和时间固定效应, ε_{it} 为服从正态分布的随机误差项。系数 a_1 是本文关注的重点,反映劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响。

4.1.2 变量设定与数据来源

(1) 被解释变量

本文的被解释变量为绿色技术创新(*EP*)。根据前文对绿色技术创新测度的归纳、总结, 本文将绿色专利申请量作为衡量各省份绿色技术创新能力的指标, 将绿色专利申请量加一后取对数, 作为被解释变量。

(2) 核心解释变量

本文的核心解释变量为劳动力价格扭曲(*distL*)。用前文计算的劳动力的边际产出与工资水平的比值来衡量。

(3) 控制变量

根据现有研究成果, 本文加入的控制变量有: 环境规制、外商直接投资、经济发展水平、科研投入和产业结构。环境规制(*er*)为环境污染治理投资总额取对数; 外商直接投资(*fdi*)为各地实际利用外资总额取对数; 经济发展水平为地区生产总值 GDP 取对数; 科研投入(*resea*)为各省市的研发人员数量(单位: 万人); 产业结构(*indus*)为第二产业产值占 GDP 的比重。

(4) 数据来源

本文选取 2005-2020 年中国 30 个省份的面板数据为研究样本, 由于西藏数值缺失较为严重, 将其剔除。各省市的绿色专利数来自 CNRDS 数据库, 环境污染治理投资总额来自 EPS 数据库, 就业数量、工资性收入、外商直接投资、地区生产总值、第二产业产值等来自《中国人口与就业统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》、《中国统计年鉴》。

4.1.3 描述性统计

表 4.1 为基准回归模型中涉及的变量的描述性统计(其中, FDI 为上下 1%缩尾处理后的结果)。由表 4.1 可知, 被解释变量绿色专利申请量(*EP*)的标准差为 1.648, 最小值和最大值分别为 2.485 和 11.12, 说明所选样本中各省市之间绿色技术创新水平存在较大差距。同样地, 核心解释变量劳动力价格扭曲(*distL*)的标准差为 0.492, 最小值为 0.648, 最大值为 3.357, 说明样本中各省市的劳动

力价格存在较为严重的扭曲，且各省市之间扭曲程度差距较大，表明现阶段矫正劳动力市场扭曲的必要性。

表 4.1 各变量描述性统计

变量	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
EP	7.439	7.568	1.648	2.485	11.12
distL	1.621	1.554	0.492	0.648	3.357
gdp	9.234	9.323	0.981	6.298	11.32
er	5.026	5.132	0.998	1.668	7.256
fdi	5.254	5.553	1.650	0.566	7.565
resea	10.60	6.188	12.86	0.121	87.22
indus	44.97	46.40	8.673	15.80	61.50

4.2 基准回归结果分析

首先检验个体效应，F 检验和 LM 检验结果显示存在个体效应，应选择固定效应模型或随机效应模型，Hausman 检验对应的 P 值均为 0.0000，表明固定效应模型优于随机效应模型，因此本文采用双向固定效应模型分析劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响。本文的被解释变量为绿色技术创新水平，用绿色专利申请量表示。表 4.2 汇报了劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的基准回归结果。表中结果显示，无论是采用 OLS 模型或是双向固定效应模型，解释变量劳动力价格扭曲的系数都在 1% 的统计水平上显著为负数，也就是说劳动力价格扭曲抑制地区的绿色技术创新能力。从而 H1 得到验证。

控制变量的系数表明，其他条件不变的情况下，经济发展水平、环境规制、研发人员数量会显著提升地区绿色技术创新水平；在双向固定模型下，外商直接投资则对绿色技术创新能力起到抑制作用。与现有研究结论大致相同。

表 4.2 基准回归

变量	OLS	FE
	绿色专利申请	绿色专利申请
distL	-0.334*** (0.070)	-0.182*** (0.059)
gdp	2.625***	1.825***

	(0.082)	(0.229)
er	0.003	0.085***
	(0.040)	(0.031)
fdi	-0.024	-0.036*
	(0.029)	(0.021)
resea	0.004	0.006***
	(0.002)	(0.002)
indus	0.008**	0.016***
	(0.004)	(0.004)
_cons	-15.171***	-10.542***
	(0.599)	(1.836)
个体	控制	控制
时间	不控制	控制
N	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.3 稳健性检验和内生性问题处理

为了提升研究结论的可靠性，下面将进行稳健性检验和内生性问题处理，稳健性检验主要包括四个方面——更换被解释变量、考虑滞后效应、剔除直辖市、对样本进行缩尾处理。内生性问题用增加可能遗漏的变量予以处理。

4.3.1 更换被解释变量

为进一步验证基准回归所得结论，这一小节用更换被解释变量的方法进行稳健性检验。对于被解释变量的替代指标，本文选取绿色专利授权量作为衡量绿色技术创新水平的替代指标，绿色专利授权量越大，表示绿色技术创新水平越高。在实证分析中将绿色专利授权量加一后取对数。表 4.3 的第（2）列被解释变量为绿色专利授权量为代表的绿色技术创新水平的汇报结果，结果显示，劳动力价格扭曲在 1%的水平上显著抑制了绿色专利授权量，再次证明了劳动力价格扭曲与绿色技术创新的负相关关系，表明基准回归结果的可靠性。

表 4.3 更换被解释变量

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 绿色专利授权
----	---------------	---------------

distL	-0.179*** (0.059)	-0.277*** (0.059)
gdp	1.821*** (0.229)	2.165*** (0.227)
er	0.087*** (0.031)	0.091*** (0.030)
fdi	-0.041** (0.020)	-0.065*** (0.020)
resea	0.006*** (0.002)	0.009*** (0.002)
indus	0.016*** (0.004)	0.011*** (0.004)
_cons	-10.501*** (1.833)	-13.599*** (1.822)
个体	控制	控制
时间	控制	控制
N	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.3.2 考虑滞后效应

考虑到劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的时滞性，本文将核心解释变量劳动力价格扭曲滞后一期进行实证检验。表 4.4 中第（2）列的核心解释变量为滞后一期的劳动力价格扭曲，回归结果显示，滞后一期的劳动力价格扭曲对绿色专利申请代表的绿色技术创新水平的估计系数依然为负，为-0.218，并且在 1%的统计水平显著。在考虑滞后效应后，劳动力价格扭曲依然显著阻碍了绿色技术创新，与基准回归结果所得结论一致，因此，本文所得结论的是可信的、准确的。

表 4.4 解释变量滞后一期

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 绿色专利申请
distL	-0.182*** (0.059)	
L.distL		-0.218*** (0.062)
Gdp	1.825*** (0.229)	1.921*** (0.249)

Er	0.085*** (0.031)	0.062** (0.031)
Fdi	-0.036* (0.021)	-0.042* (0.022)
resea	0.006*** (0.002)	0.005*** (0.002)
indus	0.016*** (0.004)	0.017*** (0.004)
_cons	-10.542*** (1.836)	-11.183*** (2.013)
个体	控制	控制
时间	控制	控制
N	480.000	450.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.3.3 剔除直辖市样本

考虑到异常值对回归结果的影响，为提升回归结果的准确性，这一小节将特殊样本予以剔除后再进行实证分析。考虑到直辖市较好的经济优势、突出的制度优势，直辖市样本可能会导致实证分析结果发生部分偏差，因此，为增加研究结果的可靠性，本文将直辖市（北京、上海、天津、重庆）样本予以剔除，实证检验剔除直辖市以后其他各地区的劳动力价格扭曲与绿色技术创新的关系。表 4.5 中的第（2）列为剔除四个直辖市（北京、上海、天津、重庆）样本的回归结果。核心解释变量劳动力价格扭曲的回归系数符号与基准回归一致，显著性也完全一致，再次验证了劳动力价格扭曲显著抑制了绿色技术创新水平，本文研究结果依然是准确、可靠的。

表 4.5 剔除直辖市

	(1) 全样本	(2) 剔除直辖市
变量	绿色专利申请	绿色专利申请
distL	-0.182*** (0.059)	-0.208*** (0.006)
Gdp	1.825*** (0.229)	2.122*** (0.273)

Er	0.085*** (0.031)	0.070*** (0.034)
Fdi	-0.036* (0.021)	-0.037** (0.021)
Resea	0.006*** (0.002)	0.006*** (0.002)
Indus	0.016*** (0.004)	0.013*** (0.004)
_cons	-10.542*** (1.836)	-12.993*** (2.168)
个体	控制	控制
时间	控制	控制
N	480.000	416.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.3.4 对样本进行缩尾处理

除异常值之外，离群值的存在也可能会导致实证结果存在部分偏差。为排除离群值对研究结果的影响，提升结论的可靠性，这一小节对所有的变量进行上下1%的缩尾处理。表 4.6 的第（2）列为所有变量缩尾处理后的估计结果，劳动力价格扭曲的系数依然在 1%的统计水平上显著为负，即劳动力价格扭曲阻碍了区域绿色技术创新，与基准回归结论相同，本文研究结论依然是稳健的。

表 4.6 对样本进行缩尾处理

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 绿色专利申请（缩尾处理）
distL	-0.182*** (0.059)	-0.199*** (0.059)
Gdp	1.825*** (0.229)	1.823*** (0.212)
Er	0.085*** (0.031)	0.089*** (0.031)
fdi	-0.036* (0.021)	-0.020 (0.021)
resea	0.006*** (0.002)	0.007*** (0.002)
indus	0.016*** (0.004)	0.015*** (0.004)
_cons	-10.542***	-10.557***

	(1.836)	(1.705)
个体	控制	控制
时间	控制	控制
N	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.3.5 内生性问题处理

本文内生性问题可能是基准回归时，遗漏了与被解释变量密切相关的其他经济变量。因此，在基准回归模型所有控制变量的基础上，进一步增加与地区绿色技术创新有关的重要变量，以减轻遗漏变量对实证结果的影响。在绿色技术创新的影响因素中，可能遗漏的变量有城镇化率 (urban)，利用地区城镇人口数与总人口数之比来表示地区城镇化率。通常情况下，城镇化率越高的地区，基础设施条件更好，生产要素更加丰富，越有利于提升绿色技术创新水平。表 4.7 为基准回归和控制变量中增加城镇化率的实证结果，第 (1) 列为基准回归结果，第 (2) 列为控制变量中增加城镇化率的回归结果，根据回归结果可知，将城镇化率加入到控制变量中，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的估计系数依然为负数，而且与基准回归的估计系数相差较小，再次证明了本文基准回归的结论是准确、可信的。

表 4.7 增加可能遗漏的变量

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 绿色专利申请
distL	-0.182*** (0.059)	-0.228*** (0.058)
Gdp	1.825*** (0.229)	1.232*** (0.242)
Er	0.085*** (0.031)	0.064** (0.030)
Fdi	-0.036* (0.021)	-0.035* (0.020)
Resea	0.006*** (0.002)	0.008*** (0.002)
Indus	0.016*** (0.004)	0.016*** (0.004)
urban		0.033*** (0.006)

_cons	-10.542*** (1.836)	-6.958*** (1.865)
个体	控制	控制
时间	控制	控制
N	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.4 异质性分析

基准回归结果只能反映劳动力价格扭曲对绿色技术创新能力的平均边际效应。根据第3章分析，我国劳动力价格扭曲和绿色技术创新存在明显的区域差异性。绿色发明专利和绿色实用新型专利代表不同性质的绿色技术创新活动。下面从区域异质性和绿色专利类型异质性的角度，进一步验证劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响。

4.4.1 区域异质性

我国经济发展长期存在不均衡的问题，南北分化明显，东西差距依然存在，劳动力价格扭曲程度、绿色技术创新能力也存在明显的区域差异，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响是否存在区域差异性呢？本文将样本中我国30个省市按照东、中、西进行划分，根据国家发改委和国家统计局的解释，东部地区包括北京、天津、辽宁、河北、山东、江苏、浙江、福建、广东和海南，中部地区包括黑龙江、吉林、山西、河南、安徽、湖北、湖南和江西，西部地区包括内蒙古、新疆、宁夏、陕西、甘肃、青海、四川、重庆、贵州、云南和广西。细致分析劳动力价格扭曲对不同地区绿色技术创新的影响。表4.8第(1)列到第(3)列，依次为劳动力价格扭曲影响东、中、西部绿色专利申请量的回归结果。结果显示，劳动力价格扭曲对中部地区专利绿色专利申请的影响系数在1%的水平上显著为负，也就是说劳动力价格扭曲显著抑制了中部地区的绿色技术创新。对东部和西部地区绿色专利申请量的影响不显著。为进一步明晰劳动力价格扭曲对各地区的影响，将绿色专利授权量作为绿色技术创新的替代变量，实证检验劳动力价格扭曲对绿色专利授权代表的绿色技术创新的影响，第(4)到第(6)列，分别为劳动力价格扭曲影响东、中、西部地区绿色专利授权量的回归结果，结果显示，劳

动力价格扭曲对中、东部地区绿色专利授权的影响分别在 1%和 10%的水平上显著为负，对西部地区的影响依然不显著。对东部地区而言，绿色技术创新显著抑制了绿色专利授权为代表的绿色技术创新，对绿色申请专利的影响不明显，可能的解释是由于绿色专利申请到授权需要一定的时间间隔，绿色专利授权存在一定的时滞性（齐绍洲等，2018），因而劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的滞后效应更为明显。对于劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的区域异质性，可能的解释是绿色技术创新能力较低时，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的抑制作用不明显，随着区域绿色技术创新水平的提升，劳动力价格扭曲对区域绿色技术创新的边际抑制作用逐渐减弱。

表 4.8 区域异质性

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	东部地区 绿色专利 申请	中部地区 绿色专利 申请	西部地区 绿色专利 申请	东部地区 绿色专利 授权	中部地区 绿色专利 授权	西部地区 绿色专利 授权
distL	0.046 (0.086)	-0.672*** (0.106)	0.037 (0.099)	-0.155* (0.091)	-0.539*** (0.114)	0.027 (0.093)
gdp	2.515*** (0.324)	1.613*** (0.494)	-0.645 (0.469)	3.067*** (0.344)	1.604*** (0.531)	0.183 (0.441)
er	0.101** (0.041)	0.280*** (0.055)	-0.108** (0.050)	0.067 (0.044)	0.306*** (0.059)	-0.048 (0.047)
fdi	0.003 (0.036)	0.099** (0.050)	-0.052 (0.032)	-0.034 (0.038)	0.151*** (0.054)	-0.062** (0.030)
resea	0.004* (0.002)	0.034** (0.014)	-0.030* (0.018)	0.005** (0.002)	0.030** (0.015)	-0.053*** (0.017)
indus	0.004 (0.006)	0.025*** (0.005)	0.019** (0.008)	0.008 (0.007)	0.017*** (0.006)	0.005 (0.007)
_cons	-17.027*** (2.800)	-10.306** (4.074)	9.393*** (3.561)	-22.148*** (2.980)	-10.903** (4.377)	2.798 (3.343)
个体	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	176.000	128.000	176.000	176.000	128.000	176.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.4.2 专利类型异质性

绿色专利主要包括绿色发明专利和绿色实用新型专利，一般认为，绿色发明专利的创新性要高于绿色实用新型专利，绿色发明专利代表实质性创新，体现区域绿色技术创新的质量；绿色实用新型专利代表策略性创新，体现的是区域绿色技术创新数量（黎文婧等，2016）。为进一步考察劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的特点，本文将细致考察劳动力价格扭曲对不同绿色专利类型影响的异质性。表4.9的第（1）列到第（3）列的核心解释变量均为劳动力价格扭曲，第（1）列被解释变量为绿色专利申请量，第（2）列被解释变量为代表绿色技术创新数量的绿色实用新型专利申请量，第（3）列的被解释变量为代表绿色技术创新质量的绿色发明专利申请量。结果显示，劳动力价格扭曲在1%的统计水平显著抑制了绿色实用新型专利申请量，对绿色发明专利的影响不显著。也就是说，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的抑制作用主要体现在策略性绿色技术创新，对实质性绿色技术创新的作用表现不明显。这可能是由于策略性绿色技术创新的主体大多没有足够的技术基础，研发活动大多处于试错阶段，面对各种外在风险和内部研发进展缓慢的问题，劳动力价格扭曲挫伤劳动者和研发者生产积极性，内外因的双重作用下，挤出绿色技术创新活动；在进行实质性绿色技术创新活动时，企业往往已经拥有一定的技术基础，各方面技术设施更为完善，应对风险能力较高，良好的内外部条件的支持削弱了扭曲的劳动力价格作用于绿色技术创新的影响。

表 4.9 专利类型的异质性

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 绿色实用新型专利申 请	(3) 绿色发明专利申请
distL	-0.182*** (0.059)	-0.373*** (0.066)	0.006 (0.069)
gdp	1.825*** (0.229)	2.319*** (0.253)	1.485*** (0.265)
er	0.085*** (0.031)	0.105*** (0.034)	0.064* (0.035)
fdi	-0.036* (0.021)	-0.062*** (0.023)	-0.003 (0.024)
resea	0.006*** (0.002)	0.005** (0.002)	0.007*** (0.002)

indus	0.016*** (0.004)	0.010** (0.004)	0.018*** (0.005)
_cons	-10.542*** (1.836)	-14.741*** (2.030)	-8.901*** (2.121)
个体	控制	控制	控制
时间	控制	控制	控制
N	480.000	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.5 机制检验

前文实证分析检验了劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响，发现劳动力价格扭曲显著抑制了绿色技术创新。根据前文第三章的理论分析，劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应抑制绿色技术创新，下面对劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的消费需求效应和人力资本效应做实证检验。本文借鉴刘李青原和陈世来（2022）等机制检验的做法，具体做法为：实证检验劳动力价格扭曲与机制变量的关系，即如果实证结果表明劳动力价格扭曲与机制变量为负相关关系，则认为劳动力价格扭曲通过机制变量抑制绿色技术创新。因此，本文分别实证考察劳动力价格扭曲对消费需求、人力资本的影响。表 4.10 的第（2）列汇报了劳动力价格扭曲影响消费需求的回归结果，结果显示，劳动力价格扭曲在 1% 的统计水平上显著抑制了消费需求。即劳动力价格扭曲通过抑制消费需求抑制绿色技术创新得以验证。H2 成立。表 4.8 第（3）列为劳动力价格扭曲影响人力资本的回归结果^①，结果显示，劳动力价格扭曲的系数在 10% 的水平上显著为负，即劳动力价格扭曲通过抑制人力资本抑制绿色技术创新。H3 得以验证。劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应阻碍绿色技术创新。

构建的方程如下，dem 代表消费水平，用居民消费总支出占 GDP 的比重表示，hum 代表人力资本，这里用大学生数来表示，实证检验时将其取对数。消费水平和人力资本为机制变量。

$$EP_{it} = a_0 + a_1 distL_{it} + a_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

$$dem_{it} = b_0 + b_1 distL_{it} + b_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

$$hum_{it} = b_0 + b_1 distL_{it} + b_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

^① 所有变量均进行上下 1% 的缩尾处理。

表 4.10 机制检验

变量	(1) 绿色专利申请	(2) 消费需求	(3) 人力资本
distL	-0.182*** (0.059)	-0.027*** (0.005)	-0.057* (0.030)
gdp	1.825*** (0.229)	-0.157*** (0.020)	1.075*** (0.107)
er	0.085*** (0.031)	0.001 (0.003)	-0.004 (0.015)
fdi	-0.036* (0.021)	0.002 (0.002)	-0.031*** (0.011)
resea	0.006*** (0.002)	0.000** (0.000)	-0.001 (0.001)
indus	0.016*** (0.004)	-0.002*** (0.000)	0.003* (0.002)
_cons	-10.542*** (1.836)	1.836*** (0.163)	2.247*** (0.859)
个体	控制	控制	控制
时间	控制	控制	控制
N	480.000	480.000	480.000

注：括号内为标准误，* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$

4.6 本章小结

本章借助中国 2005-2020 年 30 个省市的面板数据，运用双向固定效应实证检验劳动力价格扭曲与绿色技术创新的关系。得出如下结论：一、劳动力价格扭曲抑制了以绿色专利申请量为代表的绿色技术创新，经过四种稳健性检验以及处理内生性问题后，结论依然成立。二、劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响存在区域异质性，劳动力价格扭曲抑制了中部地区绿色技术创新，对东部地区的抑制作用存在滞后效应，对西部地区影响不明显。三、劳动力价格扭曲对策略性绿色技术创新的抑制作用更为显著，对实质性绿色技术创新的影响不显著。四、劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应抑制绿色技术创新。

5. 研究结论与对策建议

5.1 研究结论

本文以劳动力价格扭曲与绿色技术创新为主线，系统梳理劳动力价格扭曲和绿色技术创新的相关文献，以理论和文献为基础，提出劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的消费需求效应和人力资本效应，分析我国劳动力价格扭曲现状、绿色技术创新水平现状，借助 2005-2020 年我国 30 个省市的面板数据，并运用双向固定效应实证分析劳动力价格扭曲对绿色技术创新的直接影响、异质性影响，以及劳动力价格扭曲影响绿色技术创新的作用机制。得出如下结论：

(1) 我国劳动力价格整体表现为负向扭曲。本文借助 C-D 生产函数测算我国 2005-2020 年 30 省市的劳动力价格扭曲水平，发现我国劳动力价格负向扭曲的特点，分区域来看，东部地区的负向扭曲最严重，中部地区次之，西部地区的扭曲程度最轻。

(2) 我国绿色技术创新能力逐步提升。本文用绿色专利数来衡量我国各省市的绿色技术创新水平，发现我国绿色技术创新水平大致呈现出不断提升的态势，但各区域之间存在明显差距，东部地区绿色创新水平最高，西部最低，中部介于二者之间。

(3) 实证结果显示劳动力价格扭曲显著抑制了绿色技术创新。基准回归结果、稳健性检验结果、处理内生性问题后的实证结果都表明劳动力价格扭曲与绿色技术创新之间表现为显著的负相关关系，劳动力价格扭曲阻碍绿色技术创新。

(4) 实证结果显示劳动力价格扭曲对绿色技术创新存在异质性影响。第一，劳动力价格扭曲影响绿色技术创新表现为区域异质性，即劳动力价格对东部地区绿色技术创新的抑制作用表现为滞后性，对中部地区的抑制作用表现为显著抑制，对西部地区绿色技术创新影响不明显。第二，劳动力价格扭曲对绿色技术创新的影响表现为专利类型异质性。绿色实用新型专利代表的是绿色技术创新的数量；绿色发明专利代表的是绿色技术创新的质量。实证结果显示，劳动力价格扭曲显著抑制了绿色技术创新的数量，对绿色技术创新质量的影响不明显。

(5) 实证结果显示劳动力价格扭曲通过消费需求效应、人力资本效应抑制绿色技术创新。

5.2 对策建议

基于上文研究结果，为矫正劳动力价格扭曲、提高绿色技术创新水平，本文提出以下对策建议：

(1) 持续推进劳动要素市场化改革，矫正劳动力价格扭曲

推进劳动力要素价格由市场决定的机制。第一，在劳动力市场上，充分保障市场在决定劳动力要素价格方面的地位，保证劳动力市场运行的灵活性。切实保障劳动者工资性收入，建立工资正常增长机制，充分保障劳动者获得实际报酬的增长速度与所在地区 GDP 增长速度保持大体一致，与企业社会生产率大致相同，确保劳动者获得的报酬与劳动者所做的贡献相匹配。第二，劳动力市场的高效运转也离不开政府的大力支持，劳动者合法权益的维护需要政府保驾护航，政府要健全劳动合同法，引导企业遵循劳动合同法，依法严惩不遵循、甚至违反劳动合同法的企业；完善最低工资标准制度，切实保障劳动者获得劳动报酬的权益。第三，畅通劳动力自由流动的渠道，继续推进户籍制度改革，切实推动农业人口市民化，让各类劳动者都依法平等享有基本教育、基本医疗、基本养老等公共服务。

(2) 提高居民收入，刺激绿色技术创新需求

第一，引导劳动年龄人口积极就业，增加居民工资性收入。政府适时提供必要的就业培训，大力发展职业教育，提升劳动者专业技能水平，培育高素质的劳动力队伍，降低劳动者失业风险。第二，低收入群体是消费升级目标的重要主体，增加低收入群体的经营性收入。在保证低收入群体的最基本的生活需要的基础上，完善更有保障的医疗和养老政策，减少居民对未来生活的担忧，刺激当前消费。在农村地区尤其是中西部农村地区实行更加优惠的税收政策，对这些地区生产的产品采取适当减免增值税的政策，提升农村居民就业创业的积极性。就业创业活动的增加，带来收入的增加，进而带来绿色技术创新产品需求的增加。第三，提升居民财产性收入占比。丰富金融产品，为居民提供更多的理财选择；规范发展租赁市场，切实保障居民不动产权。居民各种类型收入的增加，带来更多的消费支出，刺激居民对绿色技术创新产品的需求。

（3）促进人力资本集聚，提升绿色技术创新能力

第一，加大基础教育投入。基础教育是人才队伍建设的奠基性工程，提高基础教育投入，各地区尤其是中西部地区要继续增加基础教育的经费支出，切实推动各地区基础教育均衡发展，为提升地区人力资本水平打造坚实有力的基础。第二，提升职业教育水平，职业教育要面向市场，职业教育人才拥有的技能要与产业发展相契合，增强职业教育的社会适应性，培养更符合社会发展需要的高层次职业教育人才。第三，改革高等教育，培育创新型人才，打造“高精尖”人才队伍，培育发展特色学科，建设世界一流学科。完善人才选拔、人才使用制度，让各类人才有充分施展才能的空间。第四，实行人才激励机制。劳动力价格扭曲可能会导致人才不愿意充分发挥自身技能，降低劳动者的生产积极性。因此对于创新型人才，要建立并完善人才激励机制，各地区人才引进时的激励政策要明确落实，最大程度提高创新型人才积极性，充分释放人才红利。

（4）扩大绿色创新投入，鼓励绿色技术进步

第一，政府扩大绿色创新资金投入力度。绿色技术创新活动存在开发难度大、研发周期长、应用推广风险高等难点，这些难点最终都归结为资金问题，因此，政府要适时为绿色创新研发主体提供资金支持，以及必要的宏观经济政策的激励。为绿色技术创新主体提供激励性税收优惠政策，降低企业在绿色技术创新活动中的支出成本，提升企业绿色技术研发和绿色技术应用的主动性。第二，聚集社会闲散资金并将其资本化，也可以为绿色技术创新主体提供更为强大的资金支持。鼓励企业与科学研究院的技术合作，加强企业与高校的技术交流，加强产学研技术合作，提升企业绿色技术水平。第三，由于各地区绿色技术创新水平存在明显差距，各地政府制定符合地区经济特点的绿色技术创新发展策略。开展区域间绿色技术交流，共享绿色技术，缩小区域绿色技术差距。

参考文献

- [1] Bhagwati J.N., Ramaswami V.K. Domestic Distortions, Tariffs and the Theory of Optimum Subsidy[J]. *Journal of Political Economy*, 1963, 71(1): 44-50.
- [2] Johnson H.G. Factor Market Distortions and the Shape of the Transformation Curve[J]. *Econometrica*, 1966, 34(3): 686-698.
- [3] Lau L.J., Yotopoulos P.A. Profit, Supply, and Factor Demand Functions[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1972, 54(1): 11-18.
- [4] Chacholiades M. *International Trade Theory and Policy* [M]. New York: Mc Graw-Hill Book Company. 1978.
- [5] Rader, T. The Welfare Loss from Price Distortions[J]. *Econometrica*, 1976, 44(3): 1253-1257.
- [6] Beladi H., Chau N.H. Endogenous factor market distortion, risk aversion, and international trade under input uncertainty[J]. *Canadian Journal of Economics*, 2000, 33(2): 523-539.
- [7] Hsieh C., Klenow P.J. Misallocation and Manufacturing TFP in China and India[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2007, 124(4): 1403-1448.
- [8] Bento P., Restuccia D. Misallocation, Establishment Size, and Productivity[J]. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2017, 9(3): 267-303.
- [9] E·Brawn, D·Wield. Regulation as a Means for the Social Control of Technology. *Technology Analysis and Strategic Management*, 1994, (3).
- [10] James, P. The sustainability circle: a new tool for product development and design [J]. *Journal of Sustainable Product Design*, 1997, 2: 52-57.
- [11] Chen Y S, Lai S B, Wen C T. The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan[J]. *Journal of Business Ethics*, 2006, 67(4): 331-339.
- [12] Albort-Morant G, Leal-Millán A, Cepeda-Carrión G. The antecedents of green innovation performance: A model of learning and capabilities[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(11): 4912-4917.
- [13] Baldassarre B, Calabretta G, Bocken N M P, et al. Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value

- proposition design[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 147: 175-186.
- [14]OECD. *The Measurement of Science and Technology Activities*[M]. Luxembourg: OECD Publishing, 2005.
- [15]Amores-Salvadó J, Martín-de Castro G., Navas-López J E. Green corporate image: moderating the connection between environmental product innovation and firm performance[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 83: 356-365
- [16]Li, G.Q., Xue, Q., Qin, J.H. Environmental information disclosure and green technology innovation: Empirical evidence from China[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2022, 176: 121453.
- [17]Lin, B.Q., Ma, R.Y. Green technology innovations, urban innovation environment and CO₂emission reduction in China: Fresh evidence from a partially linear functional-coefficient panel model[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2022, 176: 121434.
- [18]Xu ShiChun et al. Do foreign direct investment and environmental regulation improve green technology innovation? An empirical analysis based on panel data from the Chinese manufacturing industry.[J]. *Environmental science and pollution research international*, 2021, 28(39): 55302-55314.
- [19]邵敏, 包群. 外资进入是否加剧中国国内工资扭曲: 以国有工业企业为例[J]. *世界经济*, 2012. 35(10): 3-24.
- [20]王宁, 史晋川. 中国要素价格扭曲程度的测度[J]. *数量经济技术经济研究*, 2015, 32(09): 149-161.
- [21]李言, 樊学瑞. 中国地区生产要素价格扭曲的演变: 1978~2016年[J]. *数量经济技术经济研究*, 2020, 37(01): 62-82.
- [22]安孟, 张诚. 环境规制是否加剧了工资扭曲[J]. *西南民族大学学报(人文社科版)*, 2020, 41(07): 118-128.
- [23]顾冉. 劳动力工资扭曲对企业创新的影响及其作用机制研究[D]. 重庆大学, 2020.
- [24]吴先明, 张楠, 赵奇伟. 工资扭曲、种群密度与企业成长: 基于企业生命周期的动态分析[J]. *中国工业经济*, 2017(10): 137-155.

- [25] 郭圣乾, 俞远鹏, 唐雪. 资本与劳动力价格扭曲对城乡收入差距的影响[J]. 宏观经济研究, 2018(09):64-71.
- [26] 刘来会, 徐坡岭. 劳动力价格扭曲对人民币实际汇率的影响:理论与实证研究[J]. 世界经济研究, 2018(01):42-52+134-135.
- [27] 蒙大斌, 杨振兵. 劳动力市场分割加剧了工资扭曲吗?——来自中国省际工业部门的经验证据[J]. 财经论丛, 2016(09):10-17.
- [28] 安孟, 张诚. 工资扭曲对劳动收入份额变动的影响[J]. 统计与决策, 2022, 38(03):152-157.
- [29] 李健, 盘宇章. 要素市场扭曲和中国创新能力——基于中国省级面板数据分析[J]. 中央财经大学学报, 2018(03):87-99.
- [30] 张贵, 王岩. 要素扭曲、技术研发与效率损失——中国高技术产业实证研究[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(01):59-66.
- [31] 林伯强, 杜克锐. 要素市场扭曲对能源效率的影响[J]. 经济研究, 2013, 48(09):125-136.
- [32] 陈沁, 朱宏飞, 樊潇彦. 中国的劳动力价格扭曲及其经济影响——基于流动人口动态监测数据的研究[J]. 财经问题研究, 2020(01):93-101.
- [33] 郑国强. 中国劳动力市场扭曲的形成机理及效应研究[D]. 吉林大学, 2021.
- [34] 刘汶荣. 要素市场扭曲对制造业高质量发展的影响[J]. 经济问题, 2021(09):74-82.
- [35] 蒋含明. 要素市场扭曲如何影响我国城镇居民收入分配?——基于CHIP微观数据的实证研究[J]. 南开经济研究, 2016(05):132-144+153.
- [36] 章上峰, 陆雪琴. 中国劳动收入份额变动:技术偏向抑或市场扭曲[J]. 经济学家, 2016(09):15-24.
- [37] 柏培文, 杨志才. 劳动力议价能力与劳动收入占比——兼析金融危机后的影响[J]. 管理世界, 2019, 35(05):78-91.
- [38] 袁鹏, 朱进金. 要素市场扭曲、技术进步偏向与劳动份额变化[J]. 经济评论, 2019(02):73-87.
- [39] 盖庆恩, 朱喜, 史清华. 劳动力市场扭曲、结构转变和中国劳动生产率[J]. 经济研究, 2013, 48(05):87-97+111.

- [40] 孙才志, 林洋洋. 要素市场扭曲对中国沿海地区海洋经济效率的影响[J]. 海洋通报, 2021, 40(04): 369-378+386.
- [41] 盖庆恩, 方聪龙, 朱喜等. 贸易成本、劳动力市场扭曲与中国的劳动生产率[J]. 管理世界, 2019, 35(03): 64-80+206-207.
- [42] 葛金田. 劳动力价格扭曲的生产率效应研究——基于 ACF 方法的实证分析[J]. 学习与探索, 2019(06): 125-133.
- [43] 耿献辉, 伍茜蓉, 赵文. 中国要素市场扭曲与经济效率损失: 分解与影响机制[J]. 经济问题探索, 2021(06): 30-43.
- [44] 苗建军, 韩经纬. 生产要素市场扭曲与中国产业结构失衡[J]. 商业研究, 2020(12): 53-65.
- [45] 曹亚军. 要素市场扭曲如何影响了资源配置效率: 企业加成率分布的视角[J]. 南开经济研究, 2019(06): 18-36+222.
- [46] 谭洪波. 中国要素市场扭曲存在工业偏向吗?——基于中国省级面板数据的实证研究[J]. 管理世界, 2015(12): 96-105.
- [47] 韩国高, 胡文明. 要素价格扭曲如何影响了我国工业产能过剩?——基于省际面板数据的实证研究[J]. 产业经济研究, 2017(02): 49-61.
- [48] 刘来会, 范洪敏. 劳动要素价格扭曲对通货膨胀的影响——理论探讨与实证检验[J]. 中国经济问题, 2018(01): 96-107.
- [49] 安孟, 张诚. 劳动价格扭曲是否加剧了环境污染[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2022, 22(01): 37-51.
- [50] 王明益, 戚建梅. 我国出口产品质量升级: 基于劳动力价格扭曲的视角[J]. 经济学动态, 2017(01): 77-91.
- [51] 邹涛, 李沙沙. 要素价格扭曲阻碍了企业有效市场退出吗?——来自中国制造业企业的微观证据[J]. 产业经济研究, 2021(06): 87-100.
- [52] 毕克新, 杨朝均, 黄平. FDI 对我国制造业绿色工艺创新的影响研究——基于行业面板数据的实证分析[J]. 中国软科学, 2011(09): 172-180.
- [53] 李婉红, 毕克新, 孙冰. 环境规制强度对污染密集行业绿色技术创新的影响研究——基于 2003—2010 年面板数据的实证检验[J]. 研究与发展管理, 2013, 25(06): 72-81.

- [54]张钢, 张小军. 企业绿色创新战略的驱动因素: 多案例比较研究[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2014, 44(01): 113-124.
- [55]李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020, 55(09): 192-208.
- [56]欧阳晓灵, 张骏豪, 杜刚. 环境规制与城市绿色技术创新: 影响机制与空间效应[J]. 中国管理科学, 2022, 30(12): 141-151.
- [57]李晓红, 金正贤. 环境税对企业绿色技术创新的影响研究——基于 A 股工业企业上市公司的实证经验[J]. 经济问题, 2023(01): 61-69.
- [58]孙国锋, 潘珊珊, 徐瑾. 制造业投入数字化对绿色技术创新的影响——基于静态和动态的空间杜宾模型研究[J]. 中国软科学, 2022(10): 30-40.
- [59]郭丰, 杨上广, 任毅. 数字经济、绿色技术创新与碳排放——来自中国城市层面的经验证据[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2022, 51(03): 45-60.
- [60]武力超, 王锐, 方心怡等. 绿色信贷政策与出口企业绿色技术创新[J]. 研究与发展管理, 2022, 34(04): 66-80.
- [61]齐绍洲, 林岫, 崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新?——基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J]. 经济研究, 2018, 53(12): 129-143.
- [62]董直庆, 赵贺, 胡晟明. 技术集聚的区域创新效率与“本地—邻地”创新效应检验[J]. 学习与探索, 2022(01): 108-117.
- [63]肖黎明, 高军峰, 刘帅. 基于空间梯度的我国地区绿色技术创新效率的变化趋势——省际面板数据的经验分析[J]. 软科学, 2017, 31(09): 63-68.
- [64]张娟, 耿弘, 徐功文, 陈健. 环境规制对绿色技术创新的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(01): 168-176.
- [65]孔群喜, 陈慧, 倪晔惠. 中国企业 OFDI 逆向技术溢出如何提升绿色技术创新——基于长江经济带的经验证据[J]. 贵州财经大学学报, 2019(04): 100-111.
- [66]孙燕铭, 谌思邈. 长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素[J]. 地理研究, 2021, 40(10): 2743-2759.
- [67]郭进. 环境规制对绿色技术创新的影响: “波特效应”的中国证据[J]. 财贸经济, 2019, 40(03): 147-160.
- [68]王芝炜, 孙慧. 市场型环境规制对企业绿色技术创新的影响及影响机制[J].

- 科技管理研究, 2022, 42(08):208-215.
- [69]陶锋, 赵锦瑜, 周浩. 环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J]. 中国工业经济, 2021(02):136-154.
- [70]王珍愚, 曹瑜, 林善浪. 环境规制对企业绿色技术创新的影响特征与异质性——基于中国上市公司绿色专利数据[J]. 科学学研究, 2021, 39(05):909-919+929.
- [71]武力超, 姜沁雨, 金晟男, 叶添. 外商直接投资对地区绿色技术创新的溢出效应研究[J]. 科技管理研究, 2022, 42(17):218-229.
- [72]杨朝均, 刘冰, 毕克新. FDI 技术溢出对工业企业绿色创新路径演化的影响研究——基于演化博弈模型[J]. 管理评论, 2020, 32(12):146-155.
- [73]董有德, 夏文豪. 外商直接投资与中国绿色全要素生产率——基于系统 GMM 和门槛模型的实证研究[J]. 上海经济研究, 2022(08):94-106.
- [74]韩沈超, 徐姗. “引进来”的区域绿色创新差异性影响研究——基于产权异质性下离岸服务外包与 FDI 的对比[J]. 华东经济管理, 2021, 35(03):54-63.
- [75]罗超平, 朱培伟, 张璨璨等. 生产性服务业集聚促进了城市绿色创新吗——基于“本地-邻地”效应的视角[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2022, 48(01):97-112.
- [76]刘亮, 蒋伏心, 王钺. 产业集聚对绿色创新的影响——抑制还是激励?[J]. 科技管理研究, 2017, 37(06):235-242.
- [77]刘耀彬, 袁华锡, 王喆. 文化产业集聚对绿色经济效率的影响——基于动态面板模型的实证分析[J]. 资源科学, 2017, 39(04):747-755.
- [78]王洪庆, 郝雯雯. 高新技术产业集聚对我国绿色创新效率的影响研究[J]. 中国软科学, 2022(08):172-183.
- [79]李体欣, 倪志兴, 许瑞琦. 生产性服务业集聚对城市绿色全要素生产率的影响及门槛效应[J]. 南方金融, 2022(05):59-69.
- [80]黄漫宇, 余祖鹏, 赵曜. 生产性服务业集聚对绿色技术创新的影响研究[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(12):20-31.
- [81]朱瑾, 许智颖, 刘文政. 基于非对称创新理论的中国区域绿色技术创新实现路径[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(02):128-139.
- [82]徐盈之, 张瑞婕, 孙文远. 绿色技术创新、要素市场扭曲与产业结构升级[J].

- 研究与发展管理, 2021, 33(06):75-86.
- [83] 宋马林, 金培振. 地方保护、资源错配与环境福利绩效[J]. 经济研究, 2016, 51(12):47-61.
- [84] 谢贤君. 要素市场扭曲如何影响绿色全要素生产率——基于地级市经验数据研究[J]. 财贸研究, 2019, 30(06):36-46.
- [85] 贺子欣, 惠宁. 要素市场扭曲抑制了绿色创新效率提升吗——高技术产业集聚的调节效应[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(21):75-84.
- [86] 汪明月, 李颖明, 张浩, 王辉. 市场导向驱动企业绿色技术创新模型构建与路径分析[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(20):112-120.
- [87] 张政, 李雪松, 王冲. 劳动力价格扭曲与绿色经济效率损失[J]. 云南财经大学学报, 2020, 36(04):51-63.
- [88] 卞元超, 吴利华, 白俊红等. 要素市场扭曲是否抑制了绿色经济增长?[J]. 世界经济文汇, 2021(02):105-119.
- [89] 阳立高, 刘洁菲, 韩峰. 最低工资标准对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 财经理论与实践, 2022, 43(03):128-134.
- [90] 赵玉林, 刘超, 潘毛毛. R&D 资源错配与绿色创新效率损失——基于中国高技术产业的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(04):49-59.
- [91] 高帆, 汪亚楠. 劳动力市场扭曲与城乡消费差距:基于省际面板数据的实证研究[J]. 学术月刊, 2016, 48(12):75-85.
- [92] 何春丽, 曾令秋. 要素市场扭曲对我国缩小城乡居民消费差距的影响[J]. 改革, 2019(07):150-159.
- [93] 杜斌, 张治河. 技术创新市场导向机制——基于三位一体的系统模型研究[J]. 财经科学, 2016(05):123-132.
- [94] 刘云强, 邵小彘, 刘莎等. 空间视角下绿色技术创新动力解构:政策推进与市场拉动[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(13):54-64.
- [95] 汪明月, 李颖明, 毛逸晖, 张浩. 市场导向的绿色技术创新机理与对策研究[J]. 中国环境管理, 2019, 11(03):82-86.
- [96] 董直庆, 王辉. 城市财富与绿色技术选择[J]. 经济研究, 2021, 56(04):143-159.

[97]李雪松,王冲.要素市场扭曲是否抑制了创新效率的提升?——基于区域差异的视角[J].南京审计大学学报,2019,16(01):48-58.

[98]黎文靖,郑曼妮.实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J].经济研究,2016,51(04):60-73.

[99]李青原,陈世来,陈昊.金融强监管的实体经济效应——来自资管新规的经验证据[J].经济研究,2022,57(01):137-154.

致 谢

三年前，第一次从家到兰州的路上，内心充斥着各种情绪，有欣喜，有不安，还有许多说不出来的复杂情感；第一次从兰州回家的寒假，人生中第一次体会到近乡情怯，第一次发现原来我也是恋家的人。兰州的三年，收获颇多。

感谢我的导师杜斌老师，老师对待科研严谨治学、对待学生亲切热情。从论文最初选题到最终定稿，老师都热情耐心地答疑解惑，指出错误和不足之处，提出修改意见，才能让我顺利完成这篇论文的写作。老师不仅在论文方面提供认真指导，在生活上也热情关心学生，感谢老师的包容耐心。老师一丝不苟的敬业精神、扎实的专业素养、平易近人的待人方式等等都使我终身受益。老师的教导、批评都是我宝贵的财富，感谢老师的良苦用心和严格要求，感谢老师的督促、引导，再次由衷感谢导师！

感谢经济学院，感谢经济学院的所有老师。感谢陈冲老师、刘建国老师、张永凯老师、杨迎军老师、赵桂婷老师、何业嘉老师等等，老师们严谨务实的学术态度深深影响着我，深刻的个人见解拓宽了我的思维。老师们课堂上思想理论的讲解丰富了我们的专业知识。感谢老师们开题和预答辩时给出的指导意见，让我及时发现错误、改正不足。感谢学校提供的优秀的学习环境，让我们能心无旁骛，踏实学习。

感谢朋友和家人，感谢朋友们对我的包容，感谢你们的鼓励和帮助。感谢我的家人们，感谢你们无条件的支持，感谢你们的理解。

感谢同学，感谢任婉蓉同学，在我有疑问时总是耐心地给我提供意见。感谢室友李灿同学、王惠同学，感谢研究生期间相伴。感谢师门的师弟师妹们，感谢陪伴和帮助。感谢一起相伴的欢乐！

最后，感谢研究生三年所有的帮助、支持！