

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741



硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 甘肃省工业技术创新资源布局与优化配置研究

研究生姓名: 杨琦

指导教师姓名、职称: 庞智强 教授

学科、专业名称: 统计学、应用统计硕士

研究方向: 市场研究

提交日期: 2020年6月9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： 杨琦 签字日期： 2020年6月6日

导师签名： 张玲 签字日期： 2020.6.6

导师(校外)签名： 荣良骥 签字日期： 2020.6.6

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： 杨琦 签字日期： 2020年6月6日

导师签名： 张玲 签字日期： 2020.6.6

导师(校外)签名： 荣良骥 签字日期： 2020.6.6

Research on the distribution and optimization of industrial technological innovation resources in Gansu Province

Candidate: YangQi

Supervisor: Pang Zhiqiang

摘 要

甘肃省自然资源丰富，在石油、化工、电力、有色金属和煤炭等领域，甘肃工业曾长期拥有优势，但是改革开放以来，甘肃省的区域工业优势不断衰退。在《中国省域经济综合竞争力发展报告（2017-2018）》蓝皮书省域经济综合竞争力排名中，甘肃省位于倒数第二。相对于经济实力，甘肃省科技投入并不弱，2017年甘肃省研究与试验发展经费投入总量为88.4亿，投入强度为1.19，位于全国第二十位。可见，甘肃的科技实力，并没有转化为发展的经济优势。工业行业虽然一直是科技投入的主要领域，然而工业发展却逐渐滞后于大多数省份，面临着诸多发展矛盾和问题。究其原因，技术创新资源布局和配置不合理的问题不容忽视。

因此，破解甘肃省工业技术创新资源储量与经济发展不对称的问题，优化技术创新资源的布局与配置应该是一个突破口。研究资源的布局 and 配置现状，找出配置中存在的问题，通过优化配置，发挥创新活动的驱动作用，进而促进创新真正成为驱动经济发展的新引擎，实现资源大省的追赶与超越，这是本文研究的出发点。

本文在分析已有文献的基础上，首先对甘肃省2004-2017年的工业技术创新水平进行了评价，从投入-产出角度进行分析，评价甘肃省十四个市州和部分行业的创新效率。其次，依据生产函数模型，构建资源错配指数模型，研究市州和部分行业的人力资源、财力资源的错配问题，测算了甘肃省内工业技术创新资源的错配程度。研究结果表明：甘肃省整体的技术创新能力有比较明显的提升，这种进步主要源于资源的有效配置，技术变化效率偏低则拉低了创新能力；绝大多数市州都存在人力资源浪费的情况，丰富的人力资源没有带来相对应的经济产出；行业间资源错配程度较轻，总体人力资源配置过度，财力资源配置相对比较合理。最后，在研究基础上向企业和政府分别提出建议，主要从加强合作、建立人才激励机制、针对不同行业分类引导等方面优化甘肃省工业技术创新资源的布局 and 配置。

关键词： 工业技术 技术创新 创新资源 资源错配 优化配置

Abstract

Gansu Province is rich in natural resources. In the fields of petroleum, chemical industry, electric power, non-ferrous metals and coal, Gansu industry had a long-term advantage. However, since the reform and opening up, the regional industrial advantage of Gansu Province has been declining. In the blue book "report on the development of comprehensive competitiveness of provincial economy in China (2017-2018)", Gansu Province ranks the second from the bottom. Compared with the economic strength, Gansu Province's investment in science and technology is not weak. In 2017, Gansu Province's total investment in research and test development was 8.84 billion, with an investment intensity of 1.19, ranking the 20th in China. It can be seen that Gansu's scientific and technological strength has not been transformed into an economic advantage for development. Although the industrial industry has always been the main field of science and technology investment, but the industrial development gradually lags behind most provinces, facing many development contradictions and problems. The reason is that the unreasonable distribution and allocation of technological innovation resources cannot be ignored.

Therefore, it should be a breakthrough to solve the problem of the asymmetry between the reserves of industrial technological innovation

resources and economic development in Gansu Province and optimize the layout and allocation of technological innovation resources. This paper studies the current situation of resource layout and allocation, finds out the problems existing in the allocation, plays the driving role of innovation activities by optimizing the allocation, and then promotes innovation to become a new engine to drive economic development, and realizes the catch-up and Transcendence of resource province, which is the origin of this paper.

Based on the analysis of the existing literature, this thesis first evaluates the industrial technology innovation level of Gansu Province in 2004-2017, and evaluates the innovation efficiency of 14 cities, prefectures and some industries in Gansu Province from the perspective of input-output. Secondly, based on the production function model, this paper constructs the resource mismatch index model, studies the mismatch of human resources and financial resources in cities, prefectures and some industries, and estimates the mismatch degree of industrial technological innovation resources in Gansu Province. The results show that the overall technological innovation ability of Gansu Province has been improved obviously. This progress is mainly due to the effective allocation of resources, and the low efficiency of technological change will reduce the innovation ability. The vast majority of cities and prefectures are wasteful of human resources. Abundant human resources

do not bring corresponding economic output. The degree of resource mismatch among industries is relatively light. The overall allocation of human resources is excessive, and the allocation of financial resources is relatively reasonable. Finally, on the basis of the research, the paper puts forward suggestions to enterprises and governments respectively, mainly from strengthening cooperation, establishing talent incentive mechanism, guiding different industries to optimize the layout and allocation of industrial technological innovation resources in Gansu Province.

Keywords: Industrial technology; Technological innovation ; Innovative resources; Resource mismatch; Optimal allocation

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 国内外研究综述.....	3
1.2.1 工业技术创新资源.....	3
1.2.2 创新资源配置.....	5
1.2.3 资源配置效率.....	6
1.2.4 资源错配.....	8
1.2.5 已有研究评述.....	10
1.3 研究重点及结构安排.....	11
1.3.1 研究内容.....	11
1.3.2 结构安排.....	11
2 工业技术创新理论与方法	13
2.1 相关理论.....	13
2.1.1 工业技术创新.....	13
2.1.2 工业技术创新资源.....	13
2.1.3 创新资源配置效率.....	14
2.1.4 创新资源错配.....	15
2.2 分析方法.....	15
2.2.1 资源配置效率测算方法.....	15
2.2.2 资源错配测算方法.....	17
2.2.3 其他方法.....	21
3 甘肃省工业技术创新资源的配置现状	23
3.1 资源配置总体概况.....	23

3.2 市州创新资源配置.....	28
3.3 行业创新资源配置.....	32
4 甘肃省工业技术创新资源配置效率评价.....	36
4.1 效率评价指标体系构建.....	36
4.1.1 指标选取原则.....	36
4.1.2 指标选取.....	37
4.2 各市州工业技术创新资源配置效率评价.....	39
4.3 工业行业创新资源配置效率评价.....	45
4.4 本章小结.....	49
5 甘肃省工业技术创新资源错配程度分析.....	51
5.1 错配程度测算指标体系构建.....	51
5.2 各市州工业技术创新资源错配测算.....	52
5.3 工业行业技术创新资源错配测算.....	56
5.4 本章小结.....	57
6 结论与建议.....	59
6.1 主要结论.....	59
6.2 优化资源布局与配置的建议.....	61
参考文献.....	64
后记.....	69

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

工业技术创新可以大致分为三个阶段（秦宇，2006），第一阶段是，计划经济体制下政府主导的工业企业技术创新。在这个阶段，工业企业在行政管理下拥有较少的自主权，企业从技术创新中获取的收益较少，因此技术创新不活跃。第二阶段是政府在改革开发中引导的工业企业技术创新，十一届三中全会提出体制改革主要要增强企业活力，随后，工业企业的技术创新积极性提高。党十二届三中全会明确以有制为基础，有计划地进行商品经济，并在体制改革中进行了企业承包经营责任制、租赁经营等放权让利。在第六个五年计划和第七个五年计划期间，国家以政府财政拨款为主转为优惠贷款、企业自筹资金为主的指导性计划，这个阶段内的工业企业技术创新活动比较活跃。第三个阶段从党十四次代表大会确立经济体制改革目标开始，目标是建立社会主义市场经济体制。1994年起，我国在财税、金融、投资等经济管理体制上进行了改革，从此，我国工业企业逐渐成为技术创新的主体。^[1]

甘肃省工业基础深厚，主要是以重工业为主，例如石油、化工、电力、有色金属和煤炭等工业。其中，石油开采方面较早发展，1957年建成的玉门(老君庙)油田是中国最早的天然石油工业基地，为中国石油工业的发展做出了贡献。炼油工业主要生产多个品种的石油产品，其他石油派生的机械化产业发展也很快，钢铁工业主要的代表是酒泉钢铁联合企业，生产钢铁、焦炭等产品。其中氯化稀土元素综合生产能力居世界第三位，形成了白银(铜、铅、锌、铝)、金川(镍、钴及铂族元素)、靖远(稀土)、西成(矿产品)四大有色金属生产基地。采煤工业发展也比较快。电力工业则以水电为主，主要有兰州西固热电站与刘家峡、盐锅峡、八盘峡水电站组成的兰州电力网。食品工业中最为普遍的是粮油加工。纺织工业

主要包括毛纺、棉和化学纤维纺织等，生产的毛毯、地毯等产品远销国外。甘肃的重工业在中国工业体系中占有重要地位。

总体来说，甘肃经济总体保持着较为平稳的增长速度，作为经济主体的工业，其增速和结构也一同改变，工业经济呈现增速放缓、结构趋优的新常态。在创新驱动发展战略提出之后，“提高自主创新能力，建设创新型国家”在经济社会发展的各个方面都有体现，成为新的目标和要求。位于西北地区的甘肃省有了新的实现追赶的机会和空间，要抓住发展机遇，就要找到适合甘肃省省情的发展道路，可能的路径之一就是创新驱动经济发展。在这个过程中，技术创新成为推动工业经济增长的主要引擎，占据提升综合竞争力的主要角色。

工业技术创新离不开技术创新资源，作为企业的战略性资源，创新资源帮助企业不断加剧的竞争环境中获得发展，提高企业地位，由此，技术资源就成为企业争夺的焦点。创新资源布局、配置可以直接影响工业企业的可持续经营与发展。近年来，甘肃省的科技创新资源投入大部分投向工业行业领域，但是，大量的技术创新资源投入并没有明显带来与之匹配的科技实力提升。由于区域的经济基础、科技能力、资源要素、市场环境等方面存在差异，会在一定程度上导致工业技术创新资源布局不合理、配置不平衡，所以通过优化工业技术创新资源配置，就可以促进工业技术创新能力提高。

因此，基于工业技术创新的重要性以及工业技术创新资源配置在工业技术创新中的战略地位，如何提升工业技术创新的效率，并不断优化工业技术创新资源的布局 and 配置，就成为当前的一个重点。

1.1.2 研究意义

关于甘肃省工业技术创新资源布局 and 配置现状到底如何，在不同区域 and 不同行业类型间是否存在明显的差异，造成这种差异的原因等问题的探讨，对调整资源布局、优化资源配置具有重要意义。本文对甘肃省工业技术创新资源的现有布局、配置进行分析研究，评价目前创新能力，测算资源布局、配置是否合理，以实现工业技术创新资源的布局调整 and 配置优化，加速工业技术创新，促使工业发展由资源依附型转向创新驱动型，从而促进经济增长方式的转变。

理论意义来说，首先，区别于传统的创新效率等于配置效率的测算角度，本

文通过测算资源的错配程度，加入资源配置的视角，有利于丰富资源配置研究的内容体系。另外，针对不同区域、不同行业类型间的对比有利于解决实际问题。

实践意义来说，通过创新资源配置的研究可以为有关部门提供调整产业结构和政策的依据，促使布局调整和配置优化，使得工业技术创新资源效率最大化，利于提高甘肃省自主创新能力和工业竞争力。一方面，对工业技术创新资源效率的评价有利于掌握甘肃省工业行业创新现状，并对比分析不同地区和行业间的差异。另一方面，对工业技术创新资源错配程度的研究，有利于找到提升创新能力的着力点和提高创新效率的有效办法。基于此，本文以甘肃省十四个市州、部分行业类型作为研究对象，评价工业技术创新效率，对资源错配程度进行测算，分析创新资源的布局与配置具有较强的理论和实践意义。

1.2 国内外研究综述

1.2.1 工业技术创新资源

国内外已有大量关于工业技术创新资源布局与配置的相关研究，尤其是在技术创新、技术创新资源的概念这些方面有一定的研究成果。简单来说，技术创新就是用现在已有的技术，在某种特殊的环境中改进或者创造新的事物，并且获得一定有益的收获。在不同的领域，用不同的手段和方法划分为不同的分类，主要有实体性技术、观念性技术、发明制造类技术、意志类技术等，分别有其特定的应用目标。技术创新主要包括两类，一类是指以创造新的技术为目标的活动，另一类是指利用创新资源开展的创新活动。前一类主要是基础技术方面的创新，后者则是利用前者创造出的技术开发新的产品或服务，往往承担了企业竞争中的主要角色，是企业进行可持续发展的重要保障。《科技活动手册》中提出，企业推进技术创新主要是通过单位从业人员的研发、固定资产投资、引进或购买技术。技术创新包括创造新的产品、采用新的工艺或发生突出的技术变化。目前我们正经历现代科技革命，技术创新表现为高新技术带的综合技术体系，是经济增长中主要要素。一般认为，当一种新的思想或技术活动，经过一段时间发展到可以实践应用，就是技术创新。

学术界中关于技术创新的概念的界定起源于奥地利的经济学家约瑟夫·阿罗

斯·熊彼特，他在古典经济学的基础之上引进了创新理论，在其著作《经济发展论》中提出，将新的生产要素和新的生产条件相结合并引入生产体系就是创新。^[2]创新作为最重要角色使资本主义打破旧平衡又建立新的均衡。创新活动类型多种多样，所需要的时间不同，对经济的影响不同。熊彼特的基础观点认为创新是生产过程内部自行发生的变化，包括引用新的生产方式、创造新的产品、开拓新的市场、组织新的形式等。熊彼特对创新的研究主要集中在经济发展中的创新活动，通过研究技术创新对经济增长促进作用的内在机制，提出创新活动中的技术和经济之间发生了有机结合的新理论体系。随着技术创新理论的发展，经济学、管理学、科技政策学等各个领域的不同学者从不同的角度定义了技术创新的含义，比较有代表性的观点有以下一些：索罗，提出新思想的来源和以后不同阶段的发展是创新成立的两个前提，这个提法是创新技术概念界定上的重要标志；伊诺思(1962)对技术创新下了明确的定义，认为技术创新是多种行为综合促成的结果，主要行为有选择发明、资本投入、建立组织、制定计划、聘用工人和开发市场等；弗里曼(1973)认为创新是技术、工艺以及商业化的全部过程，它促使了新产品市场的实现和新工艺的商业化应用，1982年又进一步将技术创新定义为新的产品、新的过程、新的系统和新的服务首次商业转化；曼斯费尔德认为技术创新是首次引进一个新的产品或者新的过程中的多个步骤；林恩定义技术创新时采用了时序过程，认为技术创新时开始于对技术的商业方面潜力的认识，并且最终将其全部转化为商业化的产品的整个行为过程；厄特巴克将技术创新和发明、技术样品做了区别，认为创新就是技术的实际采用或者首次应用；缪尔赛提出技术创新是用它新颖的构思和成功实现为特征的的非连续性事件。从二十世纪五十年代末起，创新属于成为主流经济学的范围，主要代表人物是阿布拉莫维茨及阿罗。并在此之后，参考柯布一道格拉斯生产函数的方法计算技术创新对经济增长的贡献份额，通过量化的分析方法分解出技术进步对经济增长的贡献率。罗默(1990)年区别了技术商品和一般的经济商品，提出新增长理论，这是一种内生技术增长模型。^[3]

九十年代后期起，我国在技术创新资源方面的研究成果逐渐增多。在技术创新资源定义方面，傅家骥(1998)认为技术创新是企业家为了获取商业利润而抓住市场中潜在的盈利机会，开拓新的市场，获取新的材料和中间产品，重组生产的

条件和要素,构建更高效、低成本的生产经营系统,从而推出新的生产方式、新的产品,涵盖了科技、组织、商业和金融等系列的综合活动过程。^[4]这个定义比较完善。但随后也有学者在此基础上对技术创新进行了更加全面、系统的定义。张凤海(2010)在《关于技术创新概念界定》中,采取了不仅可以反映本质属性,又可以使人们理解方便的方法界定了技术创新的概念。^[5]这种方法被称为内涵和外延相结合的方法。狭义上认为技术创新是开发新产品、改进老产品的过程中重组生产条件和要素,创造性地运用不同的工艺、工具或方法,并且取得明显或潜在的经济效益。广义上主要是指为了取得明显或潜在的经济收益,在生产活动中重组生产所需的条件和要素,将积累的知识、工艺、经验等过程运用在科学实验、生产中。

在明确技术创新资源的概念之后,国内学者的研究角度主要是将创新成果及要素作为资源,比较普遍的提法有:依托于科技活动的科技资源、科技创新活动的科技资源、创新活动的创新资源和技术创新活动的技术创新资源。

周寄中(1999)在《科技资源论》中对“科技资源”的概念进行了完整的阐述,他认为广义的资源由有形资源 and 无形资源共同构成,主要包括自然资源、人力资源、资本资源、信息资源等。他认为科技资源是形成推动经济社会发展的科技成果的所有要素之和,按照广义资源的分类,应当包括科技人力资源、科技财力资源、科技物力资源、科技信息资源。师萍、李垣(2000)在《科技资源体系内涵与制度因素》中提出,传统的体系是从资源的内容上划分了科技资源,在此基础上引入新制度经济理论重新将科技资源体系划分为四个部分:核心层:由大学、科研机构、企业的研发机构等创造的科学和技术;专业技能系统:是指为了将技术和知识应用于具体的生产,使得相关技能和知识有机结合;市场:作为资源配置的载体,是所有生产关系的总汇,在创新活动中起到决定性作用;制度界面:是活动规则和联系各个系统的桥梁,创造且协调了各种资源的流动,对内部协调发展起到促进作用。^[7]目前在大多数学者的研究中,技术创新资源都与周寄中所提的概念接近。

1.2.2 创新资源配置

资源配置就是用总量相对固定的人力、物力、财力资源等社会经济发展基本

的物质条件对各种用途进行选择。资源总量是相而言是有限的，资源配置决定资源在各个地区、行业中流动的数量，这就要求人们合理分配、利用资源，用合理的配置耗费最少的资源，获取最高的效率。资源配置的合理性，对一个国家经济发展的有很大影响。

在有关技术创新资源配置的研究方面，与技术创新资源的内容相对应的配置的内容主要包含三个方面：配置的规模、配置的机构和配置的方式。从层面上分为宏观和微观，宏观角度主要是认为可以通过国家层面的政策制定、实施来统筹配置技术创新资源，这方面主要的研究有 M. Porter (1990) 对比分析美国和与它有竞争产业的国家之间的科技能力，Branscomb, Lewis M. (1992) 研究发现政府鼓励投资基础设施对新思想的产生具有促进作用，进而可以提高科技成果转化能力，Renaud Bellais (2004) 研究发现，政府制定政策吸引资金投向基础研究，促进社会化的科技投入机制的形成。有学者认为应该将技术创新资源配置的最优化作为改革的目标，在这一问题上，有两类不同的意见，一方面认为市场调节是比政府投资更有效的配置方式，另一方认为市场本身并不完善，只有通过政府宏观的调控才可以弥补自身的缺陷。刘强(2000)认为可以通过市场调节优化资源配置，因为政府的行政计划方式在投资中会导致一定程度的资源浪费，并且研究认为通过加强资源市场的培育可以促进市场调节。刘丹鹤、杨舰(2007)分析了北京市区域间技术创新资源整合的可行性，并提出相关的政策建议。微观角度则着重于企业内创新资源的配置、利用，比如人力资源的配置，资金的分配，研发方案设计等。国内主要的研究有陈劲、陈钰芬(2006)借鉴 Henry Chesbrough 提出的创新范式，研究通过有效的技术创新资源配置提高企业的创新能力。^[17]

1.2.3 资源配置效率

目前，研究资源配置效率的方法主要是定性分析和定量分析相结合。定性角度主要通过经济学相关理论研究资源配置机制，如宋宇(1999)、叶儒霏(2004)、彭华涛(2006)等，还有学者通过对比国家之间技术创新资源配置模式的区别，总结分析各个国家的特点再提出可供我国借鉴的措施。定量角度主要是采取数量模型研究技术创新资源配置，主要有优化方法、回归分析方法、主成分分析法、数据包络分析。梅静娟(2002)以资源综合效益最大化为目标函数对科技资源投

入和产出量化,构建优化模型。回归分析方法和数据包络分析则通过测算资源配置的效率,评价资源配置的效果,李石柱(2003)建立回归方程分析影响资源配置效率因素;刘玲利(2007)在我国目前技术创新资源配置的基础上,通过DEA方法改进了技术创新资源配置的测算方法。主成分分析法则确定了应该资源配置的主要要素,魏守华(2005)通过对比分析我国三十个省市的技术创新资源配置效果,提出评价技术创新资源配置主要从人力资源和财力资源入手;刘玲利(2007)运用DEA-Malmquist指数分别测算了我国技术进步、技术效率和配置效率的变化。

对资源配置效率的研究源于对创新结果的评价。创新资源投入创新活动之后,对创新结果的评价一般被称为创新效率评价。对于技术创新效率评价方法与指标的研究起源于美国,最早用于对国家科技竞争力的评价。R. Solow(1957)运用道格拉斯生产函数和全要素生产率测算投入和产出的效率,但是由于假设规模报酬不变、完全竞争均衡以及技术变化中性条件过于理想后来的学者优化了创新效率评价方法。目前关于技术创新效率的评价主要以非参数法和参数法为主。参数法的主要指1997年提出的随机前沿分析技术(Stochastic Frontier Analysis, SFA)效率评价模型,描述了包含两个成分组成的误差,该方法假定随机扰动和技术非效率共同作用,使决策单元偏离前沿面。随机前沿分析对随机误差项的分布要求严格,并且不适于测算多产出的技术效率。实际应用中大多选取非参数法,主要是指1978年提出的数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, DEA),他们的第一个模型是CCR模型,用于研究多输入、多输出的生产部门,同时满足规模有效和技术有效。1984年,R. D. Banker、A. Charnes 和 W. W. Cooper 等人考虑到不是所有决策单元都是以最佳规模运行,既可变规模收益的情况,提出另一个DEA模型——BCC模型。为了解决非增加返回的规模效益问题,学者提出DRS模型替代BCC模型中的约束条件,与其相对应的还有IRS模型,此时效率值小于1则说明存在规模收益增加的情况。SBM是基于松弛变量测度,偏重于利润最大化的数据包络分析方法。Andersen 和 Petersen 在1993年构建了超效率DEA模型,解决了多个决策单元同时处于前沿面时完全排序的问题。具体研究有,Fosfuri A 在2008年从技术创新影响因素构建了创新效率评价模型。刘志迎、郭磊、周志翔(2012)运用数据包络分析

设计了技术效率评价模型,对我国三十一个省份技术创新各阶段不同创新效率值排序,进行省际差异比较。^[8]

起初的 DEA 方法只能测算时间序列和截面数据,首先由 Caves、Christensen 和 Diewert 在 1982 年引入针对面板数据的数据包络分析,定义了 Malmquist 指数,并将其用于生产效率变化的测算。Fare 等人在 1994 年运用几何平均值,将非参数线性规划法与数据包络分析法结合,建立了一个被广泛应用的 Malmquist 指数,可以用来观察两个不同时期全要素生产率增长的。^[10] 面板数据利用 Malmquist 指数测算全要素生产率的变化、技术效率的变化、技术的变化以及规模效率的变化。例如,袁晓玲、张宝山(2009)基于 1999-2006 年商业银行的面板数据通过 Malmquist 指数测算全要素生产率,发现我国商业银行全要素生产率呈下降态势。刘金芳(2012)构建两阶段的投入产出指标体系,采用 DEA-Malmquist 指数方法,研究 2000-2009 年我国内资工业企业的科技效率和产品创新效率。^[11]

除此之外,目前国内学者们研究评价技术创新资源配置效率的方法还包括:因子分析法、粗糙集方法、BP 神经网络、灰色系统理论、灰色聚类等方法。如:郭岚、张勇、李志娟(2008)通过因子分析和 DEA 方法评价某类公司的效率。^[12] 刘昌年、梅强、徐荣华(2006)通过因子分析法分析了对我国各省份的企业技术创新效率。^[13] 司江伟、宋杰鲲(2010)采用粗糙集方法计算指标权重,采用模糊综合法评价企业人才的创新绩效。^[14] 张晓芳(2010)基于 BP 神经网络评价企业创新绩效。^[15] 战捷(2011)利用灰色系统评价施工企业创新绩效;梁新(2011)基于灰色聚类方法评价技术创新效益。^[16]

1.2.4 资源错配

除了直接测算,学者也从错配的角度研究资源配置的效果。目前,大多学者测算资源错配导致效率损失的是从分解全要素增长率开始,Olley 和 Pakes

(1996)提出将全要素分解为技术效率、资源配置效率和规模经济。^[21] 从全要素分解的角度出发,测度资源错配程度的方法主要有简单比例法、变量替代法和增长率分解法。简单比例法是技术创新资源在假定完全不受干扰的市场上可以自由流动,这样使得所有企业的生产率相等,因此,企业间生产率的离散程度就

可以表示为资源错配程度。已有的研究有聂辉华、贾瑞雪（2011）计算1999-2007年中国规模以上制造业企业的全要素生产率，通过分析企业的全要素离散程度评价资源错配的程度。^[22]变量替代法的代表是Hsieh 和Klenow（2009）构建垄断竞争模型，从生产函数中分解出技术效率（TFPQ）和全要素生产率价值（TFPR）两个变量，用全要素生产率价值的方差测资源配置扭曲程度。Syrquin（1986）框架是将全要素生产率的增长分解为行业自身全要素生产率的增长和要素在行业间的配置。龚关、胡关亮（2013）在Hsieh & Klenow(2009)提出的测算方法的基础上，提出用投入要素的边际产出价值的离散程度衡量资源错配程度，并实现单独地测算单个资源的配置情况。陈永伟（2013）在Syrquin的研究基础上，将资源在行业间的再配置效应分解为单纯增加行业份额投入的效应和要素价格扭曲的影响，测算行业、要素的错配状况变化对生产效率变动的影响。^[21]

如果资源没有充分流动、利用，那么就是偏离了理想中帕累托最优的状态，这种情况就是存在资源错配。对资源错配的翻译，国内有几种不同提法。杨振（2013）、马光荣（2014）、钱学锋（2015）等用“误置”定义这种偏离的状态。^[18]陈永伟（2011）和林伯强（2013）则用“扭曲”来定义。本文参考周黎安（2013）的译法，将其翻译为“错配”。^[19]从技术角度讲，错配可以分为两种：内涵型错配和外延型错配。内涵型错配是依据经济学原理，假设每家企业的边际产出都相同，否则就出现资源错配；外延型错配是指在企业的生产要素边际产出相同的情况下，重新配置资源仍然会使产量增加。

国外学者针对导致资源错配的因素有大量研究，提出主要的因素之一是金融市场的扭曲，Buera 和 Kaboski（2011）、Kalemli-Ozcan(2012)等研究发现金融市场的摩擦会扭曲资源配置；另一个因素是劳动力市场扭曲，Ho（2010）研究发现劳动力市场管制带来全要素生产率损失为百分之五到百分之八，Micco（2012）研究发现智利的劳动力市场扭曲改善后，全要素生产率还可以提升百分之二十五；还有一个因素是不恰当的产业政策，Guner、Ventura（2008）指出，在欧洲、日本等地扶持中小企业，一定程度限制大企业，导致资源向小企业过度倾斜，企业数量增加百分之二十三，但经济总产量下降了百分之八。Yang（2011）研究发现，一些对某类企业政策倾斜的国家存在无效配置，导致第一种类型的错配。

国内学者主要从投入产出角度研究技术创新资源配置的问题，刘磊（2000）

研究发现我国科技资源配置存在结构失衡的问题；宋河发（2005）研究发现我国由于科研机构一定程度上的封闭导致资源过度浪费。根据张万里（2015）的研究，资源错配对经济增长的传导机制如下图：^[20]

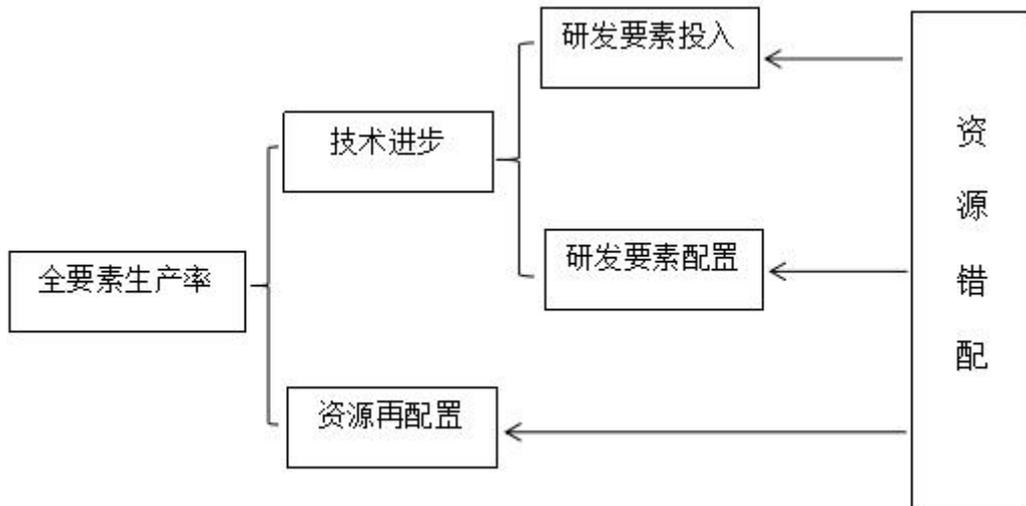


图 1.1 资源错配对经济增长的传导机制

1.2.5 已有研究评述

前文回顾了工业技术创新资源概念界定的过程，梳理了评价工业技术创新资源配置效率的方法，资源错配的定义。国内外学者完成了多个方面的研究，在工业技术创新方面，从创新理论出发逐步发展到明确创新的范围；在技术创新资源方面，从内涵和外延的角度定义了技术创新资源主要包括包括人力、财力、物力、信息的四类资源；分宏观和微观两个层面评价资源配置，评价的方法也日益完善，目前 DEA 相关的分析方法是主流；从资源错配的视角分析资源配置的效率具有可行性。学者们已有的研究为研究工业技术创新资源配置奠定了扎实的基础。

但现有研究中针对行业、区域等具体类型的资源配置研究较少，针对这一不足，本文构建甘肃省工业技术创新资源布局和配置分析框架，对甘肃省工业技术创新能力、布局合理性、配置高效性进行深入研究，希望能够实现工业技术创新资源布局调整和配置优化的目标。

1.3 研究重点及结构安排

1.3.1 研究内容

本文的研究主体主要有三个方面，一是分析甘肃省工业技术创新资源布局和配置的现状，二是评价现有配置的效率，并对比市州、行业间的差距，三是测算甘肃省工业技术创新资源错配程度，找出目前配置中主要存在的问题。研究中的重点工作有以下两个方面

一是通过对工业技术创新效率和配置效率的评价，深入研究甘肃省工业企业的创新能力和资源配置能力。鉴于创新活动具有多产出、多投入的特征，且具有一定滞后期，选择合理的指标是研究的基础。其次，选择适当的评价方法，使评价结果更具有科学性、客观性。最后，根据测算结果对甘肃省工业技术创新效率和资源配置效率进行评价，在市州、行业之间进行对比，使结果更加直观。

二是测算工业技术创新资源的错配程度，为合理配置资源提供依据。错配也发生在创新活动整个过程中，因此，测算错配程度也需要考虑到创新活动的特征，选择科学合理的指标和评价方法。通过测算错配程度，研究不同市州、行业各自配置中存在的问题，从而找到优化配置的着力点，为合理布局和配置提供依据。

1.3.2 结构安排

本文主要有六章内容，具体内容安排如下：

第一章，绪论。首先主要介绍研究的背景和研究甘肃省工业技术创新资源的布局与优化配置的理论、现实意义。并围绕工业技术创新资源布局与配置的相关概念进行综述，最后介绍全文的主要内容和结构安排。

第二章，阐明工业技术创新、工业技术创新资源、创新资源配置效率、创新资源错配的概念，并介绍本文研究所采用的方法。

第三章，介绍甘肃省工业技术创新资源布局与配置现状。描述甘肃省工业技术创新资源布局的现状，包括人力资源、财力资源的投入，具体支出的流向，以及拥有的研究机构的个数等方面，从地区、行业、企业类型等角度掌握现有的资源布局。

第四章，对甘肃省工业技术创新能力和配置效率进行评价。构建效率评价指标体系，通过 Malmquist 指数分析甘肃省 2004 年-2017 间不同区域、和工业主体制造业的工业技术创新效率和资源配置效率，评价甘肃省工业技术创新水平和配置能力。

第五章，对甘肃省工业技术创新资源错配程度进行测算。构建工业技术创新资源错配程度评价指标体系，测算人力和财力在市州和行业间的资源错配程度，找出甘肃省工业技术创新布局和配置中存在的问题，为优化配置找到着力点。

第六章是相关结论及建议。通过上述分析得到相关结论并为优化甘肃省工业技术创新资源布局和配置提出相应的建议。

2 工业技术创新理论与方法

本章主要介绍本篇论文涉及到的主要理论和方法，包括界定一些必要的概念，明确研究采用的方法，为后续研究打下基础。

2.1 相关理论

2.1.1 工业技术创新

广义的创新理论在熊彼特提出之后，经过学者们的研究最后认为创新内容主要包括技术创新、组织创新、制度创新。Mansfield(1988)、费里曼和苏特(2004)提出技术创新是引入新产品、新发明、新设备首次投入应用，是新的产品、工艺首次被商业化的过程。国内学者柳卸林(2014)认为除此之外，也包括新的制造、新的工艺生产过程、新设备等产品自身创新、过程的创新，以及它们的扩散。本文依照傅家骥(1998)年的定义，即技术创新是从相关资源投入到最终产出商业化的过程。

工业技术创新就是技术创新在工业领域的具体体现，既满足技术创新活动的特征，又具有工业行业自身的特点。广义上是指在工业生产活动的过程中对生产具备的条件和要素重新组织再应用，或是运用新的技能或经验改进生产过程的某一部分或某一环节，并且最终结果是取得社会效益。工业技术创新的过程具有创造性、收益性、风险性的特点。

2.1.2 工业技术创新资源

将工业技术创新从投入和产出的角度研究，这个过程投入就是技术创新资源。

广义的技术创新资源包括：创新所需的条件、人的知识和劳动、资金投入、相关信息、有关政策等，能支撑并推动科技成果转化且应用的资源，是可以带动经济增长的要素的总和，包括经济、制度、社会等要素。而技术创新资源强调市场化，在这个基础上，技术创新资源就是指在科技相关的活动中需要的生产要素

的集合。

目前，技术创新资源主要通过 R&D 活动实现，即 R&D 资源就是主要的技术创新资源。R&D (research and development)，即研究与试验发展，是指在科技领域，以增加人类文化和社会知识为目标，并且运用这些知识创造新的技术且投入应用的活动，又称为研究与试验发展。R&D 资源就是指在 R&D 活动中需要的人力、物力、财力等。R&D 活动的规模和强度 (R&D 经费支出占该地区或其他分类的 GDP 的比重) 常常被用来评价一个国家、地区的科技实力、自主创新能力和核心竞争力。

在 R&D 活动中，与人力资源有关的指标主要包括研究与试验发展人员，研究与试验发展人员当时全量。财力资源划分为研究与试验发展内部支出和外部支出，内部支出分为基础研究支出、应用研究支出和试验发展支出；外部支出分为对国内独立研究所支出、对国内高等学校支出、对国内其他企业支出和对国外机构支出，一般 R&D 财力资源的经费支出是指 R&D 经费内部支出。

2.1.3 创新资源配置效率

经济学中的效率一般是指将各个要素合理分配之后每种要素都充分被利用，从最早西方古典经济学家用劳动力、资本解释效率，到新古典经济学家用资源配置的观点解释效率，随后，新经济增长理论中将效率和经济学中的边际相关联，

本文参考黄奇 (2016) 对中国省域工业企业技术创新效率的实证研究，介绍技术创新资源配置效率相关理论。^[1]起初，经济效率属于一种市场效率，是研究使每种生产要素能有效配置到最合适的地方。经济效率又称帕累托效率、帕累托最优，帕累托最优就表示在资源稀缺时候，没有部门的情况变坏的情况下，任何重新配置资源的方式都不会使某个部门变好，如果配置改变，那么至少有一个部门情况变好，与此同时其余部门的情况都没有变差，这种情况被称为存在帕累托改进。管理决策就是追求帕累托最优的过程。

技术创新效率的概念最早是由阿弗里亚 (S. Afriat) 提出的，他认为技术创新的效率是技术创新投入和产出之间的关系。技术创新效率是指在技术革新过程中实现“投入效益最大化”或“固定产出投入最小化”。在随后的研究中，学者们基本上遵循了阿弗里亚的定义，即：“投入和产出在技术创新过程中的转化效

率”这一概念反映了技术创新资源对技术创新产品的贡献，即：将技术创新资源转化为市场需要的货物或服务的效率。

企业技术创新配置的效率反映在企业技术创新投入和产出的状况上，也反映在资源分配和使用的效率上。最有效的技术创新是在满足以下两个条件的情况下进行的：一方面，只有通过提高创新的投入量使目标产出量增高的同时其他非目标的产出量降低。另一方面，企业创新产出与资源投入之间的关系维持守恒。

2.1.4 创新资源错配

资源错配是相对于实现帕累托最优而言的，如果市场完全在资源配置中发挥关键作用，那么资源自然会从低生产力的部门转移到高生产力的部门，此时社会的所有成员的福利水平都可以达到均衡的，这当然是资源分配最佳状态。资源错配就是这种最佳理想状态的偏离。^[21] 偏离状态是由于不适当的市场机制加剧了要素分配中的扭曲，资源分配不当成为限制企业生产力增长的一个重要因素。

2.2 分析方法

2.2.1 资源配置效率测算方法

创新是一个投入产出的过程，生产前沿面表示为固定条件下投入一定后最优产出的集合，或者固定产出中最小投入的集合构成的边界，所有可能的投入和产出的集合就是生产可能集，即

$$s = \{(x, y) : x \text{能生产出} y\}$$

x 和 y 分别代表投入向量和产出向量，产出集和投入集分别表示为：

$$Y(x) = \{y : x \text{能生产出} y\} = \{y : (x, y) \in s\}$$

$$L(q) = \{x : x \text{能生产出} y\} = \{x : (x, y) \in s\}$$

假设单投入、两种产出的生产函数：

$$x_1 = g(y_1, y_2)$$

在实践中，企业要想将技术创新提升到生产前沿水平有难度，技术创新效率

用于在特定的投入情况下衡量某个地区或企业的投入产出水平。

距离函数由 Malmquist (1953) 和 Shephard (1970) 提出, 它在不用说明是固定条件下投入的产出还是固定产出中所需要的最小投入的情况, 就可以描述的多投入和多产出的生产技术。Caves 提出在多投入—产出的条件下, 基于投入的全要素生产率指数可以用 Malmquist 指数来表示。弥补了静态 DEA 模型不能对面板数据进行分析的不足。距离函数 $d_0^t(x_t, y_t)$, Fare 将其定义为投入效率的倒数。技术产出的效率与距生产前沿的距离成反比关系。如果企业的技术创新效率低, 即使企业创新投入再大, 也是创新资源的浪费; 相反, 如果企业可以大幅提高技术创新效率, 即便投入较少, 也能够实现其自身的创新目标。^[23]

参考桂黄宝 (2014) 的定义, 对每一个特定时期 $t=1, 2, \dots, T$, 在不变规模报酬下, 用 (x_t, y_t) 和 (x_{t+1}, y_{t+1}) 分别表示 t 和 $t+1$ 时期投入产出向量, 用 $d_0^t(x_t, y_t)$ 和 $d_0^{t+1}(x_t, y_t)$ 分别表示 t 和 $t+1$ 时期的距离函数, 则两个时期的 Malmquist 指数定义为:

$$M^t(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) = \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \quad (1)$$

$$M^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \quad (2)$$

根据 Fare 等学者的思想, 将 Malmquist 创新效率指数进行分解:

$$\begin{aligned} M(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) &= \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \cdot \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \cdot \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \cdot \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (3)$$

上式中第一项表示技术效率变化指数 (EFFCH), 是指由于制度变革引起的效率的提高, 第二项表示技术进步指数 (TECHCH), 是指创新或引进新技术的结果, 当加入限制条件后, 就可求解变动规模报酬条件下各决策单元的距离函数, 并将技术进步变化指数进一步的分解:

$$M(x_{t+1}, y_{t+1}; x_t, y_t) = \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}) \cdot d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t) \cdot d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \cdot \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}) \cdot d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t) \cdot d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

(4)

即通过分解, Malmquist 创新效率分解为规模效率变化、纯技术效率变化以及技术进步三个部分。^[24]

综上所述, 将 Malmquist 指数分解为技术效率变化和技术进步变化, 技术效率变化又分解为纯技术效率变化和规模效率变化。规模效率变化就是创新资源配置效率的变化。

本文在已有学者的研究基础上, 将工业技术创新资源划分为创新财力资源和创新人力资源, 使用 deap2.1 软件采用 Malmquist 指数分析创新效率值。当 Malmquist 创新效率指数大于 1, 则表明从 t 到 t+1 时期的创新效率的增长率为正, 当 Malmquist 创新效率指数小于 1, 则表明从 t 到 t+1 时期的创新效率的增长率为负。

资源配置的效率由其中的规模效率的变化值 (SECH) 体现, 主要衡量生产投入要素是否有浪费, 资源配置是否最优, 该指数描述的是由 t 到 t+1 期的每个决策单元到生产前沿面的追赶程度。当规模效率大于 1 时, 表明其余最优决策单元组成的生产前沿面的差距在缩小, 说明组织管理水平有所提高。^[10] 当规模效率小于 1 时, 表明其与最优决策单元组成的生产前沿面的差距加大, 说明组织管理水平呈现下降趋势。

另外, 当规模效率变化、纯技术效率变化或者技术水平变化大于 1 时, 表明它是主要推动创新效率增长的因素, 反之则是其降低的原因。^[24]

2.2.2 资源错配测算方法

资源错配是相对于实现帕累托最优而言的, 如果市场完全在资源配置中发挥关键作用, 那么资源自然会从低生产力的产部转移到高生产力的部门, 社会的所有成员的福利水平都是均衡的, 这当然是资源分配最佳状态, 资源错配“就是这种最佳理想状态的偏离。

从技术角度上可以分为两种错配, 第一种是 Hsieh&Klenow 所提的内涵型错配, 就是指假定市场具有完全竞争性, 不存在垄断、国际贸易等, 最佳的资源配

置应当是所有的企业边际产出价值具有等同性，否则就存在资源错配。这种资源错配如图 2.1:

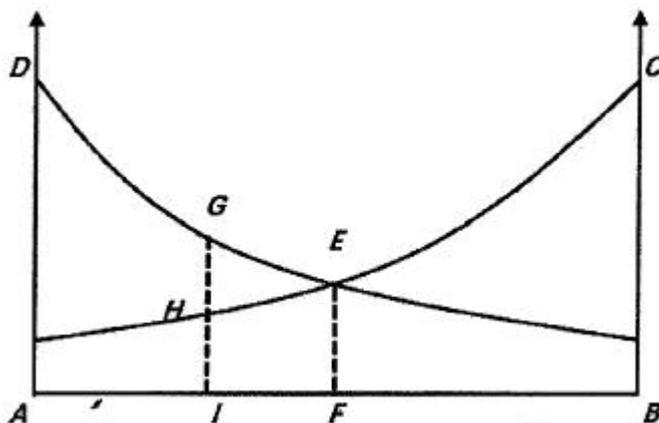


图 2.1 内涵型资源错配

当资源配置达到最优时，企业边际产出曲线交于点 E，此时根据利润最大化的原则，

$$MR_A = MC_A = MC_B = MR_B, \quad MRP_A = MRP_B \quad (5)$$

经济总产量等于曲边梯形 AFED 和曲边梯形 BFHC 之和。

假如企业 A 的生产要素价格因资源错配而提高，那么它的生产要素投入从 AF 降到 AI，A 的边际产出从 E 变到 G；B 的投入要素从 BF 升 BI，边际产出从 E 降至 H。此时，经济总产量等于曲边梯形 AIGD 和曲边梯形 BIHC 的和，即在资源错配的情况下，经济总产量的损失量为曲边三角形 GHE 的面积。

第二种错配是 Banerjee&Moll (2010) 提出的外延型错配，是指所有企业的生产要素边际是平等的，但是仍然可以通过重新分配资源要素增加产出量。这种资源错配如图 2.2:

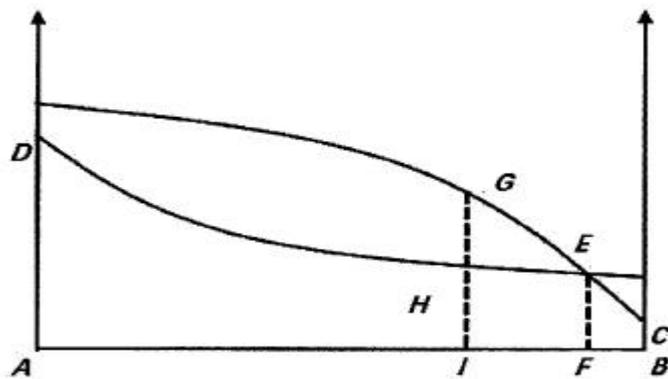


图 2.2 外延型资源

此时，由于有的企业是凸性，有的是凹性，企业边际产出曲线交于点 E，此时，企业 A 的资源量为 AF，企业 B 的资源量是 BF，经济总产出量是曲线图型 ABCED 的面积。如果企业 B 的资源从 BF 变为 BI，此时提升的经济量就是曲线图型 HEG 的面积。

目前，关于资源错配的研究集中于内涵型错配。

本文参考秦宇（2018）年测算中国科技资源错配程度的模型，建立投入要素为人力资源和财力资源模型，测算十四个市州间和行业间的创新资源配置扭曲程度。^[25]参考 Hsieh et al. (2009) 的思路，资源错配引起资源扭曲，资源扭曲使得边际产出价值不相等，进而导致经济总产出量下降，全要素生产率受损。假设有两家企业，资源错配使企业 A 以比较低的价格获取比较多的资源，但企业 B 的边际成本增大，导致资源要素投入变少，企业生产技术呈“凸”型时，企业 A 多获得的资源要素转化成的产出量小于企业 B 因为资源要素投入减少所损失的产出量，导致经济总产出量下降，因此全要素生产率降低。

假定，在科技活动中投入的研究与试验发展人力资源为 L，财力资源为 K，设行业 i 中代表性企业投入的要素错配程度分别为 τ_L 、 τ_K ，则人力资源和财力资源的投入价格为 $(1+\tau_L)P_L$ 、 $(1+\tau_K)P_K$ ， P_L 、 P_K ，分别是不存在错配时，两种资源投入的竞争价格。行业 i 内各企业生产函数同质，设为

$$Y_i = A_i L_i^{\beta_{L_i}} \cdot K_i^{\beta_{K_i}} \quad (6)$$

Y_i 为研究与试验发展资源投入带来的科技创新产出， L_i 、 K_i 分别是行业 i 中

研究与试验发展人力资源和财力资源投入量，参数 β_{L_i} 和 β_{K_i} 分别为人力资源和财力资源的弹性系数，且 $\beta_{L_i} + \beta_{K_i} = 1$ ，即生产函数规模报酬不变。

企业在利润最大化目标下进行科技创新活动，即：

$$\max_{L_i, K_i} [P_i Y_i - (1 + \tau_{L_i}) P_L - (1 + \tau_{K_i}) P_K] \quad (7)$$

其中， P_i 为行业 i 产出的市场价格。一阶求导最优化可得：

$$\frac{\beta_{L_i} P_i Y_i}{L_i} = (1 + \tau_{L_i}) P_L, \quad \frac{\beta_{K_i} P_i Y_i}{K_i} = (1 + \tau_{K_i}) P_K \quad (8)$$

N 个行业产出共同组成整个经济总体产出 Y ，则有：

$$Y = \sum_{i=1}^N P_i Y_i \quad (9)$$

由于资源有限性，研究与试验发展资源总量外生给定，则有资源约束条件为：

$$\sum_{i=1}^N K_i = K \quad (10)$$

将 (8) 带入 (10)，可以得到存在要素错配时， L_i 、 K_i 的值为：

$$L_i = \frac{\frac{P_i \beta_{L_i} Y_i}{(1 + \tau_{L_i}) P_L}}{\sum_j \frac{P_j \beta_{L_j} Y_j}{(1 + \tau_{L_j}) P_L}}, \quad K_i = \frac{\frac{P_i \beta_{K_i} Y_i}{(1 + \tau_{K_i}) P_K}}{\sum_j \frac{P_j \beta_{K_j} Y_j}{(1 + \tau_{K_j}) P_K}} \quad (11)$$

行业 i 各技术创新资源的绝对扭曲系数为：

$$\gamma_{L_i} = \frac{1}{1 + \tau_{L_i}}, \quad \gamma_{K_i} = \frac{1}{1 + \tau_{K_i}} \quad (12)$$

在竞争均衡下，行业 i 的技术创新产出占整个经济科技产出的份额为 $s_i = \frac{P_i Y_i}{Y}$ ，通过加权可以得到研究与试验发展人力资源和财力资源对整体经济产出贡献率分别为：

$$\beta_L = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{L_i}, \quad \beta_K = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{K_i} \quad (13)$$

进而定义行业 i 中四种技术创新资源投入的相对扭曲系数为：

$$V_{L_i} = \frac{\gamma_{L_i}}{\sum_{j=1}^N \left(\frac{s_j \beta_{L_i}}{\beta_L}\right) \gamma_{L_i}}, V_{K_i} = \frac{\gamma_{K_i}}{\sum_{j=1}^N \left(\frac{s_j \beta_{K_i}}{\beta_K}\right) \gamma_{K_i}} \quad (14)$$

将 (11) 代入 (14)，可得：

$$L_i = \frac{s_i \beta_{L_i}}{\beta_L} V_{L_i} L, K_i = \frac{s_i \beta_{K_i}}{\beta_K} V_{K_i} K \quad (15)$$

整理得，行业 i 的相对扭曲系数为：

$$V_{L_i} = \frac{\left(\frac{L_i}{L}\right)}{\left(\frac{s_i \beta_{L_i}}{\beta_L}\right)}, V_{K_i} = \frac{\left(\frac{K_i}{K}\right)}{\left(\frac{s_i \beta_{K_i}}{\beta_K}\right)} \quad (16)$$

(16) 的 V_{L_i} 和 V_{K_i} 分别衡量行业 i 中 人力资源和财力资源的错配程度。其中分子部分， $\frac{L_i}{L}$ 和 $\frac{K_i}{K}$ 是行业 i 的人力、财力资源投入占总体资源投入的实际比重，分母部分 $\frac{s_i \beta_{L_i}}{\beta_L}$ 和 $\frac{s_i \beta_{K_i}}{\beta_K}$ 分别是人力、财力资源要素达到有效配置时的各要素投入的理想比重。比值 v 表示创新资源的错配指数，当 v 大于 1 时，说明要素在行业 i 中过度使用，反之则投入不足。

2.2.3 其他方法

前面小节介绍了本文实证中主要采用的理论方法，除此之外，本文研究采用的其他方法有文献调查法、比较研究法以及理论与实证结合分析。

文献调查法超越了时间和空间的限制，优点之一就是研究范围比较广。其次，文献调查具有高效率的特点。在文献调查之前首先对文献的种类、来源进行深入了解。主要的文献来源有国家统计局和甘肃省统计局定期发布的统计公报、各类统计年鉴，国内外的期刊、杂志、学术会议的论文，研究机构或高等院校发表的论文或调查报告等。本文对工业技术创新资源布局与配置相关文献进行归纳，在已有研究成果的基础上提炼本文的研究对象和研究内容，奠定本文分析的理论基础。

比较研究法是指对比两个或两个以上有关联的对象,进而分析出它们之间的相似性或差异性。本文从不同角度对工业技术创新效率进行分类比较,尤其是对甘肃省十四市州和不同行业间的差异进行分析。在比较分析中又包括按照属性的数量划分的单向比较和综合比较,按照时空的区别划分的纵向比较和横向比较,按照目标的指向划分的求同比较和求异比较,按照比较的范围划分的微观比较和宏观比较,按照比较的性质划分的定性比较和定量比较。运用比较研究后的结论具有直观性的特点,便于观察。

理论和实证研究相结合主要是指通过理论分析理清逻辑、搭好框架再进行实证分析,实证分析中的主要工作就是建立模型,运用计量经济和数学方法把理论分析中搞清楚逻辑进一步应用化。本文首先对相关概念和研究方法进行介绍,并建立具有科学性且数据可得的效率评价指标体系和错配程度评价指标体系,进行实证分析后从得到的结论中找到促进甘肃省资源配置优化的方法。本文的研究方法和指标体系可以推广应用至其他研究中。

3 甘肃省工业技术创新资源的配置现状

甘肃是我国的老工业基地之一,省内有重要的工业、能源及原材料基地。2017年,全省规上工业企业总数为 1895 个,主营业务收入达 8365.67 亿。随着国家“一带一路”战略的实施,甘肃省拥有了良好的发展机遇,但是由于竞争日益激烈,甘肃省的工业发展面临严峻挑战。因此,在创新资源总量有限的前提下,通过调整资源的布局和配置,优化资源的配置促进创新能力提升就是当务之急。

本章将对甘肃省工业技术创新资源总体发展历程、空间布局及行业结构特征等方面进行分析,通过比较分析目前甘肃省工业技术创新资源的布局和配置情况,掌握目前甘肃省工业创新资源的投入现状和创新产出能力。

3.1 资源配置总体概况

国际上通常采用研究与试验发展活动的规模和强度反映一国的科技实力和核心竞争力,常被用于衡量一国或一个地区在科技创新方面努力程度的重要指标,用 R&D 经费支出与 GDP(地区生产总值)之比表示。2018 年全国研究与试验发展经费投入强度为 2.19%,甘肃省研究与试验发展经费投入强度为 1.18%。然而,大量的创新资源投入并没有带来相应的经济产出。2017 年甘肃省规模以上工业企业新产品销售收入占主营业务收入的比重为 4.14%,低于全国平均水平。

据国家统计局数据,近年来全国和甘肃省研究与试验发展经费投入强度如图 3.1 所示:

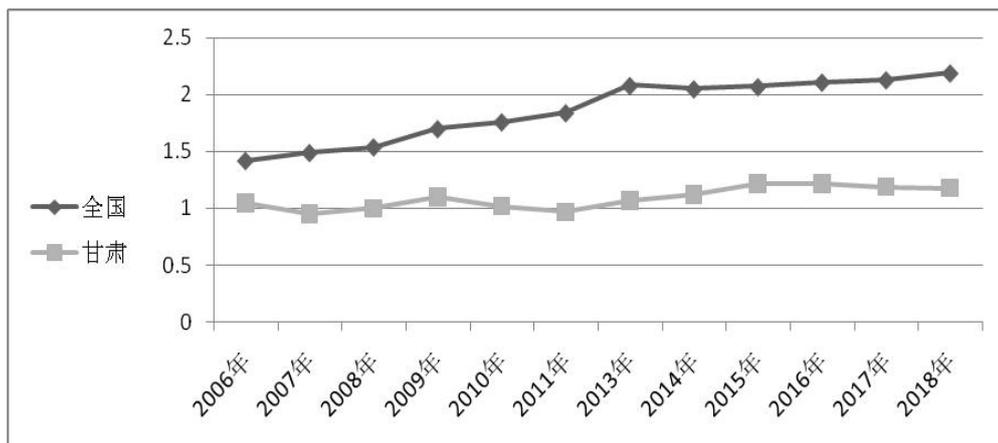


图 3.1 2006 年-2018 年全国和甘肃省研究与试验发展投入强度

从图中可以看出，与全国 R&D 投入强度的发展趋势相比，甘肃省的变化相对比较平稳。

工业技术创新资源中，人力、财力是最重要的两方面投入。以下将对 2017 年甘肃省所有研究与试验发展的财力资源和人力资源进行描述分析。

财力资源投入中，最重要的部分之一就是研究与试验发展经费，包括实际用于研究与试验发展活动的人员劳务费、原材料费、固定资产购建费、管理费及其他费用支出。¹

2017 年，甘肃省共投入研究与试验发展（R&D）经费内部支出 466912 万元，是 2004 年的 11.68 倍，这十三年的年均增速为 20.81%。

（1）内部支出的视角分析。所有内部支出共 466912 万元，内部支出可以有两种划分方法，分别是支出用途和资金来源。

按支出用途分，日常性支出为 403286 万元，资产性支出为 63625 万元，所占比重分别为 86.37%和 13.63%。日常性支出中人员劳务费为 82202 万元，占比 20.38%。资产性支出中，仪器和设备占 97.8%。可以看出，技术创新资金除日常支出外主要都用于仪器和设备。

按资金来源分，主要来源于企业资金，占比高达 95%，其次是政府资金，为 3.92%，少部分为境外资金和其他资金。可以看出，企业资金投入主要依靠企业自身，其次是政府投资。

（2）外部支出的视角分析。所有外部支出为 28927 万元，共四部分，其中

¹按照科技统计年鉴划分

对境内研究机构支出占 38.61%，对境内高等学校支出为 42.34%，对境外支出仅为 0.67%，其余部分为对境内其他企业的支出。可以看出，境内高校是企业主要的合作对象，境内研究机构其次，企业之间的联系相对比较小。

(3) 按企业规模划分下企业数量的视角分析。截止 2017 年，甘肃省共有大型工业企业共 1895 家，其中有研究与试验发展活动的企业共 397 家，占比达 20.95%。所有有 R&D 活动的企业中，中大型企业中的占比为 9.07%，中型企业占比为 16.62%，小型企业占比为 70.78%，微型企业占比为 3.53%。从数量来看，甘肃省工业技术创新活动的企业主要是小型企业。

(4) 按企业规模划分下内部支出的视角分析，大型工业企业共 317686 万元，中型工业企业共 58775 万元、小型工业企业共 88612 万元、微型企业共 1838 万元，占比分别为 68.04%、12.59%、18.98%和 0.39%。可以看出，大型企业的数量虽然不到百分之十，但却是内部支出的主要来源，虽然小型企业数量最多，但小型企业内部支出不到全部企业内部支出的百分之二十。

大、中、小、微型企业的内部支出中日常性支出分别占 90.44%、82.01%、75.04%和 69.51%。可以看出，日常性支出总量随着企业的规模逐渐递减。同时，在日常性支出中，人员劳务费占比分别为 17.55%、31.05%、24.85%和 21.70%，中型企业的日常支出中劳务费占比最高，大型企业的劳务费占日常支出比重最低。虽然中型企业的数量排第三位，但是人员劳务费却排第一位。同时，从劳务费占有所有内部支出的比重来看，中型企业的劳务费支出占比最高（25.47%），其次是小型企业（18.65%），微型企业（15.09%）和大型企业（15.87%）比较接近。可以看出，无论是和别的大小企业对比，还是在中型企业自己内部，劳务费都占有较大比例。

(5) 按企业规模划分下外部支出的视角分析，主要支出来自于大型工业企业，占到了全省外部支出的 78.73%，其次是小型企业（11.45%）和中型企业（9.63%），微型企业只有不到百分之一的占比。

在外部支出中，大型工业企业的主要支出是对境内高校（45.92%），其次是境内研究机构（34.02%），对境内企业的支出为 4394.3 万元（19.29%），虽然对境外支出只有 174.7 万元，但却是全省对境外支出的 89.45%，其余 10.55%的对境外的支出来自小型企业。

中型企业的大部分对外支出是对境内研究机构（71.62%），其次是境内高校（20.51%）和境内企业（7.87%）。

除此之外，小型企业的外部支出按比重依次是对境内研究机构（43.07%）、对境内高校（36.15%）和对境外企业（20.16%）。

微型企业则和其他类型的企业有很大的不同，主要对外支出是境内其他企业（57.93%），其次是对境内高校（38.56%），但是对境内研究机构的支出只有3.51%。可以看出，大型和中型企业对外的主要支出都是境内高校和境内研究机构，对境内其他企业也有一定的支出，大型企业在此基础上对境外企业也有支出；小型企业的主要支出对象是境内研究机构、高校和境外企业，对境内其他企业较少；而微型企业则主要是对境内其他企业和境内高校，与境内的研究机构较少。总体来看，外部支出主要用于境内高校、机构和企业，与境外企业联系较少且用于境外企业的支出主要依靠大型企业和小型企业。

（6）按登记注册类型划分下内部支出的视角分析。登记注册类型有三大类，分别是内资企业、港澳台商投资企业和外资投资企业。内资企业共45938740万元，港、澳、台商投资企业共20030万元，外商投资企业共732390万元，占比分别为98.39%、0.04%和1.57%。

内资企业中，国有企业支出731620万元，集体企业支出84010万元，有限责任公司21953530万元，股份有限公司17896950万元，私营企业5272630万元。占内资企业内部支出比重分别为1.59%、0.18%、47.79%、38.96%和11.48%。可以看出，有限责任公司和股份有限公司是甘肃省研究与试验发展内部支出的主要组成，其次是私营企业。

港、澳、台商投资企业全部为合资经营企业（港或澳、台资）。

外商投资企业中，中外合资企业占91.97%，中外合作企业为剩余的8.03%。

（7）按照注册类型划分下外部支出的视角来看。主要以内资企业为主，其中，国有企业主要对外支出是对境内高校（45.76%），其次是对境内研究机构（36.76%）和境内企业（17.48%）。有限责任公司中，一半支出都用于对境内研究机构，超过三分之一的支出用于境内企业，对境内高等院校只有12.79%，不到百分之二的用于对境外支出。股份有限公司对境内高等院校的支出占73.26%，其次是境内科研院所。私营企业接近一半的对外支出用于境内科研院所。

2017年,甘肃省规模以上工业企业拥有研发机构228个,机构人员达11139人,其中,博士占2.33%,硕士占24.37%。省研究与试验发展项目共1650项,参加项目人员共15572人,项目经费的内部支出为46.55亿元。

根据现有资料,2008年之前技术创新人员被称为科技活动人员,2004年全省工业企业中科技活动人员为19219人,2008年达到27976人,年均增长率为9.84%,其中研究与试验发展人员由8646人增长至12172人,2009年起,科技创新人力资源统计口径只有研究与试验发展人员,2009年全省研究与试验发展共13403人,2017年增长至18901人。2004年至2017年的研究与试验发展人员年均增长率为6.37%。2014年研究与试验发展人员数量达到最大,为21121人。

人力资源的另一个衡量角度是计算研究与试验发展人员折合当时全量,2004年研究与试验发展人员折合全时当量合计4455人年,2017年达到11843人年,年均增长率为7.81%,增率略低于研究与试验发展人员数量。2014年达到最大值,为14380人年。

技术创新资源的产出主要的体现之一是自主知识产权,本文从专利申请数量的视角分析甘肃省工业技术创新活动的产出。

从2007到2017年,全省工业企业专利申请量从348件增至3102件,增长了8倍。同时,环比增速除个别年份外,都是正向增长。可以看出,甘肃省工业企业在创新产出上取得了一定的成绩。

2007-2017年甘肃省专利申请总量数见下表3.1:

表3.1 甘肃省专利申请量

单位: 件 %					
年份	专利申请量	环比增速	年份	专利申请量	环比增速
2007	348		2013	2440	42.44
2008	403	15.80	2014	2558	4.84
2009	693	71.96	2015	2230	-12.82
2010	1043	50.51	2016	2600	16.59
2011	1053	0.96	2017	3102	19.31
2012	1713	62.68			

资料来源:《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

通过对目前甘肃省工业技术创新人力资源和财力资源的分析,可以得出以下

一些结论：技术创新资金除日常支出外主要都用于仪器和设备；企业资金投入主要依靠企业自身，其次是政府投资；境内高校是企业主要的合作对象，境内研究机构其次，企业之间的联系极小；从数量来看，甘肃省工业技术创新活动的企业主要是小型企业；大型企业的数量虽然不到百分之十，但却是内部支出的主要来源，虽然小型企业数量最多，但小型企业内部支出不到全部企业内部支出的百分之二十；日常性支出总量随着企业的规模逐渐递减；无论是和别的大小企业对比，还是在中型企业自己内部，劳务费都占有较大比例；有限责任公司和股份有限公司是甘肃省研究与试验发展内部支出的主要组成，其次是私营企业。

3.2 市州创新资源配置

甘肃省共有十四个市州，不同市州之间地理地貌、特色产业、经济发展水平等方面都有不同。本节通过对比，掌握十四个市州的工业技术创新资源布局情况。

为了解甘肃省各个市州研究与试验发展人力资源的布局和状况，本文根据已有数据选取三个时间节点对甘肃省各个市州的研究与试验发展人员数量和变化进行了对比。

表 3.2 甘肃省各市州研究与试验发展人员数量及全省占比情况

单位：万元 %

	2004 年		2010 年		2017 年			
金昌市	3187	37.65	兰州市	3834	28.17	兰州市	5558	29.41
兰州市	2888	34.12	嘉峪关市	2283	16.78	天水市	2595	13.73
天水市	460	5.43	天水市	1673	12.29	白银市	1710	9.05
白银市	371	4.38	白银市	1635	12.01	武威市	1503	7.95
酒泉市	290	3.43	金昌市	1581	11.62	张掖市	1432	7.58
嘉峪关市	137	1.62	平凉市	474	3.48	嘉峪关市	1186	6.27
陇南市	108	1.28	武威市	177	1.30	庆阳市	953	5.04
临夏州	66	0.78	定西市	115	0.85	酒泉市	793	4.20
庆阳市	20	0.24	陇南市	46	0.34	定西市	537	2.84
武威市	16	0.19	甘南州	35	0.26	平凉市	255	1.35
张掖市	13	0.15	张掖市	27	0.20	临夏州	181	0.96
定西市	2	0.02	临夏州	18	0.13	陇南市	156	0.83
甘南州	0	0.00	庆阳市	0	0.00	甘南州	0	0.00

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表中可以看出兰州市在全省的占比一直处于较高的水平,同时金昌市、天水市、白银市的人员数量也都逐年增长,同时占比也相对较大。张掖市从第十二位上升至六位,而部分市州研究与试验发展人员数一直处于较低水平,临夏州、陇南市、甘南州占全省比重从未超过百分之一。

2017 年全省工业企业办研发机构共 228 个,各个市州拥有机构数见图 3.2:

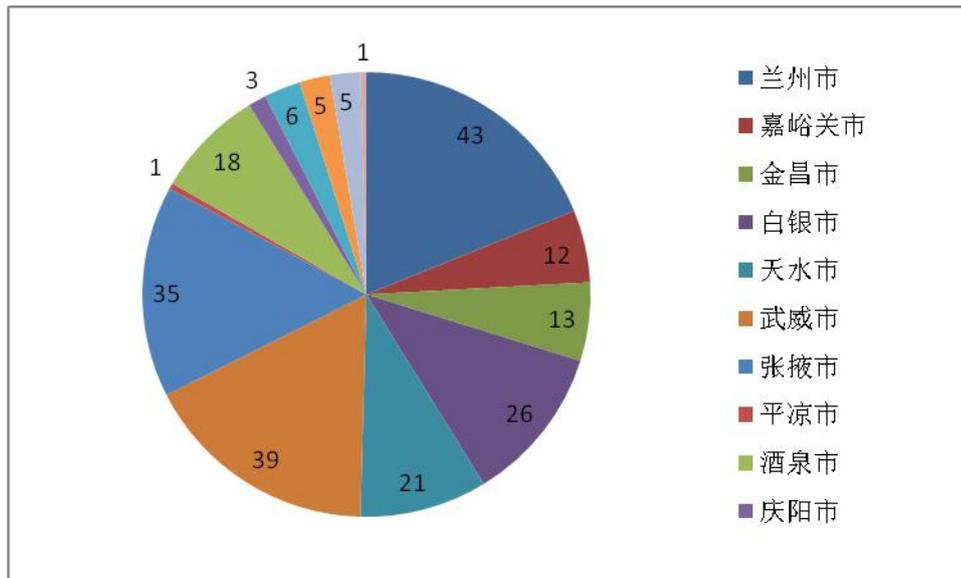


图 3.2 2017 年甘肃省各市州工业企业办研发机构数量

图 3.2 中 43 代表兰州市的机构数量、顺时针依次为嘉峪关市、金昌市、白银市、天水市、武威市、张掖市、平凉市、酒泉市、庆阳市各自的机构数量。兰州市、武威市和张掖市的机构最多,占全省比重分别为 18.86%、17.11%和 15.35%。白银市、天水市、酒泉市的机构次之,甘南州和平凉市最少,仅为一家。

2017 年各个市州的专利申请数量见图 3.3:

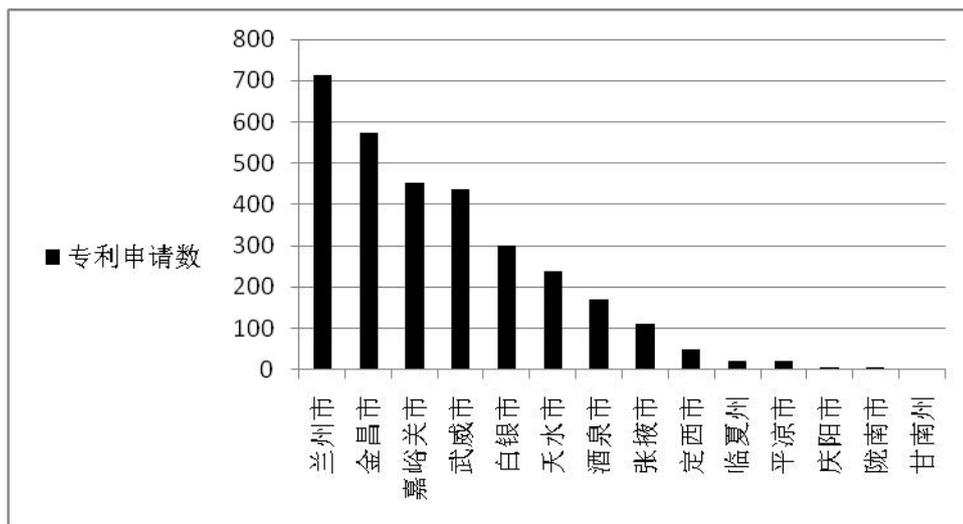


图 3.3 2017 年甘肃省各市州工业企业专利申请数

从图 3.3 中可以看出，甘肃省十四个市州间的专利申请数量差距较大，兰州市和金昌市的专利申请总数量占全省 41.45%，嘉峪关市、武威市、白银市和天水市的专利申请量之和占全省 46.03%，酒泉市和张掖市申请总量占全省 9.09%，其余市州共占 3.42%。甘南州的专利申请量为 0。

为了解甘肃省各个市州工业技术创新资源中财力资源的布局和发展状况，选取与上文一致的时间节点进行对比分析研究与试验发展的内部支出和外部支出数量和变化情况。

表 3.3 甘肃省各市州研究与试验发展内部支出及全省占比情况

单位：万元 %

2004 年		2010 年		2017 年	
兰州市	14286.3 35.75	兰州市	60686.9 27.76	嘉峪关市	104053 22.29
平凉市	8100.0 20.27	嘉峪关市	66932.4 30.62	兰州市	101098 21.65
嘉峪关市	7045.6 17.63	金昌市	37767.1 17.28	金昌市	94442 20.23
金昌市	5824.9 14.57	天水市	18178.2 8.32	张掖市	44770 9.59
白银市	2465.5 6.17	白银市	10744.6 4.92	白银市	42595 9.12
天水市	1156.4 2.89	平凉市	9332.0 4.27	天水市	26894 5.76
酒泉市	577.4 1.44	酒泉市	9157.0 4.19	武威市	16954 3.63
陇南市	317.1 0.79	定西市	1790.3 0.82	酒泉市	15881 3.40
临夏州	78.5 0.20	武威市	1276.9 0.58	定西市	7131 1.53
张掖市	41.9 0.10	陇南市	1132.7 0.52	庆阳市	6399 1.37
庆阳市	41.0 0.10	张掖市	797.8 0.36	陇南市	3950 0.85
武威市	21.2 0.05	甘南州	578.6 0.26	临夏州	1926 0.41
定西市	10.7 0.03	临夏州	215.0 0.10	平凉市	819 0.18

续表 3.3 甘肃省各市州研究与试验发展内部支出及全省占比情况

单位：万元 %

	2004 年		2010 年		2017 年			
甘南州	0.0	0.00	庆阳市	0.0	0.00	甘南州	0	0.00

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表中可以看出兰州市、嘉峪关市、金昌市的研究与试验发展内部支出一直在全省靠前的位置，这些地区的财力资源相对比较丰富。张掖市从第十位上升至第四位，从百分之零点一的占比增长到 9.95%。平凉市则从全省第二位一直下滑至第十三位。而部分市州研究与试验发展内部支出一直处于较低水平，临夏州、陇南市、甘南州占全省比重从未超过百分之一。

2017 年各市州政府支出的研究与试验发展内部经费中²，庆阳市来源于政府的经费占总经费的比重最大，超过百分之五十，其次是定西市（23.78%），嘉峪关市、金昌市、平凉市和陇南市的政府资金占比不超过百分之一，具体情况如图 3.4，

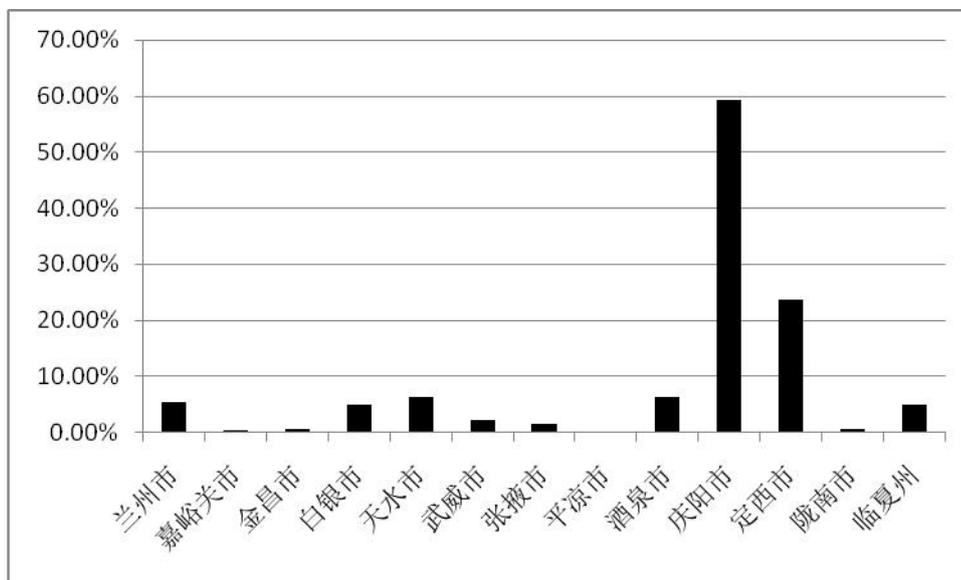


图 3.4 市州研究与试验发展内部经费支出中政府资金占比

通过以上分析，可以得出以下结论：全省人力资源和财力资源主要集中在兰州市、金昌市、天水市、白银市、嘉峪关市，相比之下，人力资源和财力资源较

甘南州 2017 年研究与试验发展内部支出为 0

少的主要是临夏州、陇南市、甘南州。同时，庆阳市依靠企业自身的财力资源少于政府，嘉峪关市、金昌市虽然资金投入较多，但是主要来自企业自身。专利产出主要来自于兰州市、金昌市。而临夏州、平凉市、庆阳市、陇南州、甘南州的专利产出较少。

3.3 行业创新资源配置

行业（或产业）是指从事相同性质的经济活动的所有单位的集合。根据联合国《所有经济活动的国际标准产业分类》（ISIC Rev. 4），本标准主要以产业活动单位和法人单位作为划分行业的单位。采用产业活动单位划分行业，适合生产统计和其他不以资产负债、财务状况为对象的统计调查³。工业部分包括三大方面：采矿业、制造业、“电力燃气及水的生产和供应业”。采矿业包括六个行业：“煤炭开采和洗选业”、“石油和天然气开采业”、黑色金属矿采选业、有色金属矿采选业、非金属矿采选业、开采辅助活动；制造业包括：农副食品加工业、食品制造业、“酒、饮料和精制茶制造业”、烟草制品业、纺织业、“皮革、皮毛、羽毛及其制品和制鞋业”、木材加工等二十类制造业；“电力、热力、燃气及水生产和供应业”包括三类：“电力、热力生产和供应业”、“燃气生产和供应业”、“水的生产和供应业”。

研究与实验发展人员主要分布于制造业，2017年，全省研究与试验发展人员共18901名，其中，采矿业1610人，制造业16939人，“电力、热力、燃气及水生产和供应业”352人。研究与试验发展人员折合全时当量11843人年，采矿业954人年，制造业10772人年，“电力、热力、燃气及水生产和供应业”117人年。2004年，全省全时当量是4455人年，年均增速为7.81%，三大行业分别是574人年、3692人年、189人年，年均增速分别是3.99%、8.59%、-3.62%。

2017年研究与试验发展内部支出按国民经济行业大类分组来看，采矿业占3.59%、制造业占95.85%、“电力、热力、燃气及水生产和供应业”占0.56%。它们日常性支出分别占各自支出的86.13%、86.33%和96.25%，日常支出中采矿业的人员劳务费高达44.72%，其余两者分别为19.51%和14.08%。资产性支出中仪器和设备的占比都超过95%。可以看出，内部支出主要由制造业产生。三大行业

根据国民经济行业分类 GBT-4754-2011 划分

内日常性支出占比接近，但采矿业的人员劳务费占日常支出比例较高。仪器和设备都是主要的资产性支出。

2004年三大行业研究与试验发展内部支出分别占20.86%，70.69%和8.45%。可以看出，制造业的增速高于其余两个行业。2004年-2017年采矿业、“电力、热力、燃气及水生产”、制造业各自占研究与和试验发展比重的变化趋势如图3.5、3.6和3.7，

和供应业”、制造业各自占研究与和试验发展比重的变化趋势如图3.5、3.6和3.7，

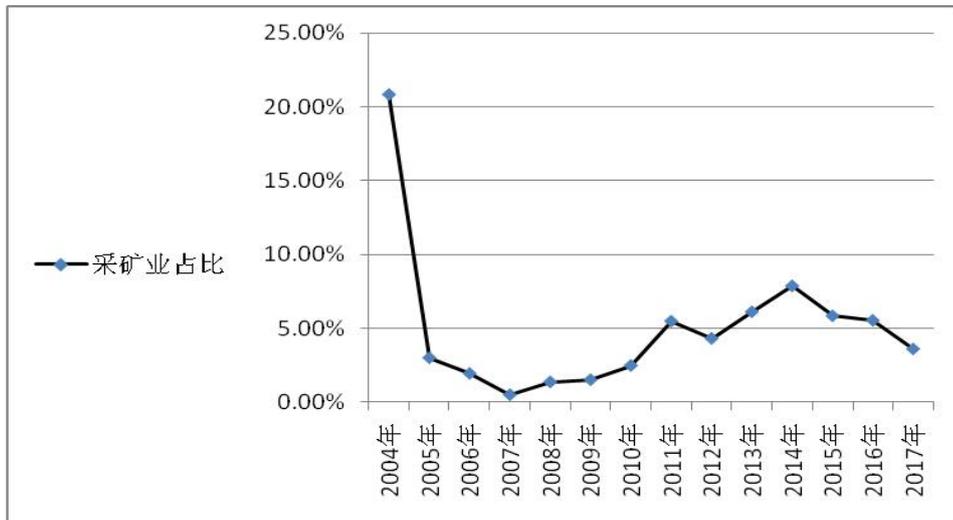


图 3.5 2004 年-2017 年采矿业内部经费支出占比变化

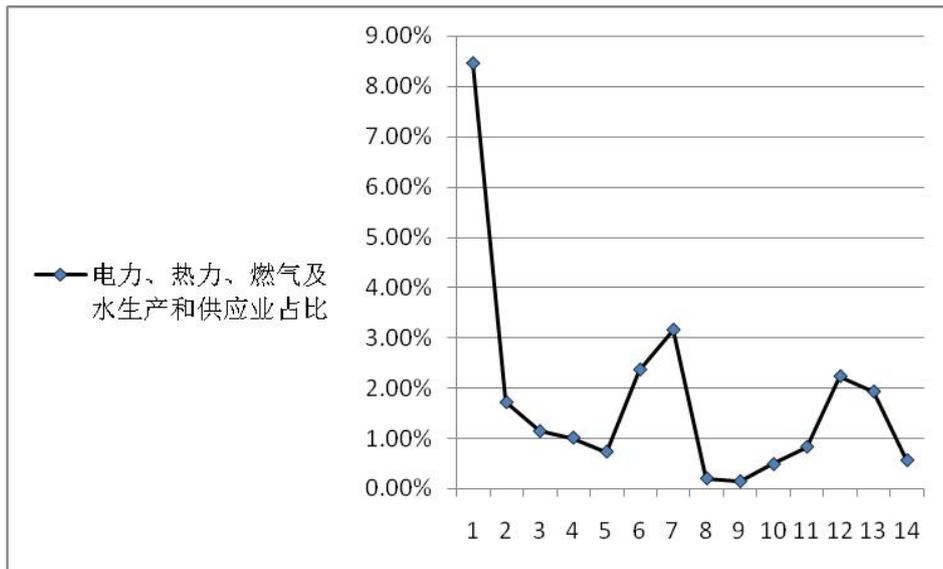


图 3.6 2004 年-2017 年电力、热力、燃气及水生产和供应业内部经费支出占比变化

从图 3.5 和图 3.6 看出，在 2004 年-2017 年间，采矿业、“电力、热力、燃气及水生产和供应业” 占有研究与试验发展经费内部支出的比重变化趋势接近，都自 2005 年起下降至较低水平。

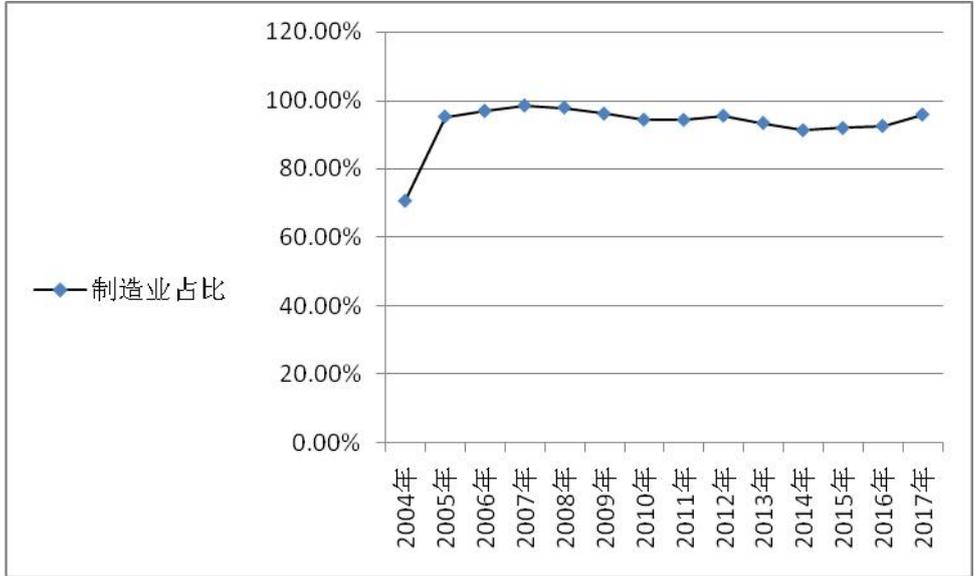


图 3.7 2004 年-2017 年制造业内部经费支出占比变化

经费内部支出中制造业比重自 2005 年提高后一直保持在较高水平，占全省百分之九十以上的财力资源。

2004 年-2017 年，采矿业、“电力、热力、燃气及水生产和供应业” 的研发机构几乎没有增加，制造业由 118 家增加至 218 家。全省工业企业办研发机构中三大行业的变化如图 3.6:

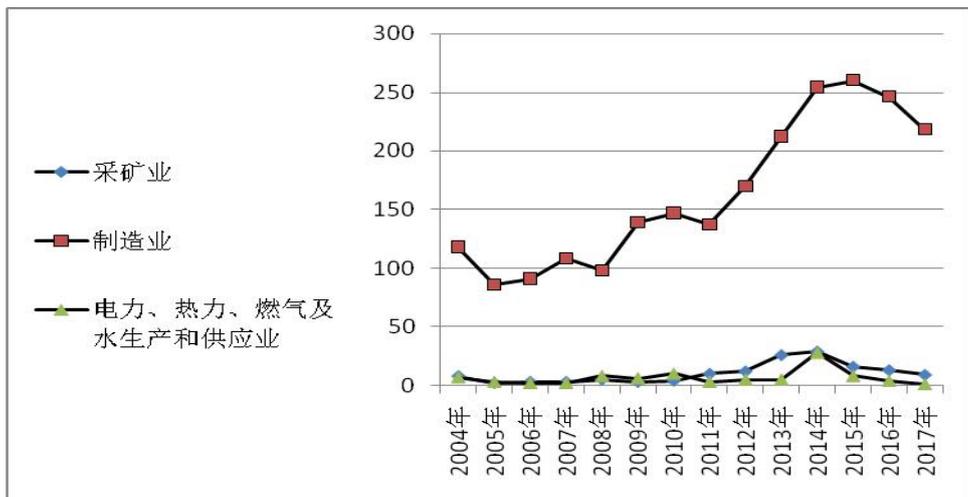


图 3.8 2004 年-2017 年工业企业办研发机构变化

2004-2017 年专利申请数主要源于制造业，三大行业具体情况见下表：

表 3.4 甘肃省行业大类专利申请数量

单位：件

年份	采矿业	制造业	电力、热力、燃气及水生产和供应业
2004	5	158	3
2005	3	222	3
2006	0	399	4
2007	0	338	10
2008	0	740	12
2009	0	682	11
2010	0	1016	27
2011	10	1030	13
2012	8	1671	34
2013	22	2364	54
2014	31	2476	51
2015	25	2113	92
2016	38	2456	106
2017	6	2997	99

通过以上分析，可以得出以下结论：财力资源中，内部支出主要由制造业产生，且制造业支出增速最快。三大行业内日常性支出占比接近，但采矿业的人员劳务费占日常支出比例较高。仪器和设备都是主要的资产性支出。人力资源中制造业的发展速度也高于其他两个行业，“电力、热力、燃气及水生产和供应业”有所下降。

4 甘肃省工业技术创新资源配置效率评价

技术创新是指创新资源的投入最终转化为市场的收益这样一个完整的过程，市场在资源配置中起到了关键作用。因此，在了解完目前甘肃省工业技术创新资源的布局的基础上，对区域、行业间的技术创新效率评价，对比分析资源配置效率的差距，是本章主要研究的问题。

4.1 效率评价指标体系构建

4.1.1 指标选取原则

构建科学的指标评价体系是后续研究的前提，是得出可靠结论的保障。一般而言，评价指标体系是一个具有内在结构的有机整体，不仅能够代表对象各方面的特性，且相互之间有关联。构建合理的指标体系对于评价结果十分重要，在利于研究的同时要围绕研究的目标要求。为了使指标体系兼具科学性、规范性、实践性等特点，选取指标时应遵循以下原则：

（1）系统性原则：构建指标体系是为了研究我们事先既定的目标，所以在构建指标体系的过程中要选取有内在逻辑的指标。这不仅要求指标各自反映某方面的特征，还要有内在的相互联系，使指标体系有一定的层次性。一般而言，可以采取从宏观到微观的逻辑，共同构成一个有机整体。

（2）代表性原则：在创新活动中，资源的投入和创新产出的结果多种多样，在众多因素中，从不同的角度选取具有典型性的指标，与创新活动相适应，就可以充分反映创新资源和创新产出的真实情况。同时，选取具有代表性的指标可以避免指标冗余带来的繁琐、不科学等常见现象，进而保证评价的真实性、可靠性。

（3）动态性原则：创新活动是一个长期的、连续的活动，所以对工业技术创新评价的指标就要选取具有一定时间尺度的指标，以保证构建的指标体系适用于动态的工业技术创新活动。

（4）可操作、可量化原则：因为评价的范围涉及不同的市州、行业，所以要考虑到指标的一致性，在计算方法、度量方式上需要一样的标准。一般的数据都来源于统计年鉴，但是统计口径在研究时间范围内难免发生变化，而一个科学

的评价指标体系应该具有普遍适用性,所以在构建评价指标体系时要遵循实证可操作性、数据可量化的原则。

4.1.2 指标选取

测算Malmquist创新效率指数时有投入和产出两类指标,投入指标是指创新活动中为创新产出提供的资源和支持,产出指标则是创新活动最终的产物,具有社会经济效益。在创新活动中,投入指标之间往往具有强相关性,例如人员数量和人员当时当量之间就具有很强的相关性,如果将两个指标共同放入指标体系,会严重影响到评价效果,因此投入和产出指标的选取要避免过强的相关性。本文在归纳前期文献基础上,根据研究需要,结合指标选取原则,介绍选取的指标,并对具体涵义进行解释:

指标内容见表 4.1:

表 4.1 效率评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入	人力资源	研究与试验发展人员全时当量(人年)
	财力资源	研究与试验发展内部支出
产出	创新产出	新产品销售收入
		申请的专利数量

指标的解释如下:

(1) 在创新投入方面,选取的是人力资源和财力资源两方面的指标。

人力资源为研究与试验发展人员全时当量(人年),该指标包括了全时人员和非全时人员的工作量之和,反映了研发人员从事研发的总时间。相较于人数来说,人员全时当量更能反映人力资源投入的总量。

财力资源为研究与试验发展经费支出有内部支出和外部支出之分,内部支出按照活动类型可以分为三部分,包括基础研究支出、应用研究支出和试验发展支出;按支出用途划分为三类,包括经常性支出和资产性支出,经常性支出主要是指人员劳务费,资产性支出主要指土建工程支出和仪器设备支出。经费外部支出主要包括三部分,分别是对境内研究机构支出和、对境内高等学校支出以及对境外支出。一般用内部支出表示研究与试验发展支出。

研究与试验发展支出是表现实际研发资金投入的一种流量指标(黄奇 2016),但由于创新活动从资源的投入最终转化为市场的收益才算是一个完整的过程,所以,运用资本存量测算比较准确。本文采用永续盘存法计算资本存量。公式如下:

$$K_{it} = (1-\eta)K_{i(t-1)} + I_{it}$$

其中, K_{it} 和 $K_{i(t-1)}$ 分别表示第 i 个市州或行业在第 t 和 $t-1$ 年的研究与试验发展资本存量, I_{it} 表示第 i 个市州或行业在第 t 年的实际研究与试验发展经费支出。根据前文的分析,研究与试验发展的支出中人员劳务费、仪器和设备占有较大的比例,因此借鉴黄奇(2016)的做法,用消费价格指数和固定资产投资价格指数加权平均表示研究与试验发展的支出价格指数。^[1]公式为:支出价格指数=0.55*消费价格指数+0.45*固定资产投资价格指数。用算得的支出价格指数对经费支出进行平减处理,基期是2004年。

参考(李颖 2019),假定实际研究与试验发展资本存量的平均增长率和及时研究与试验发展经费投入的平均增长率相等,所以初期的资本存量为:

$$K_{i2004} = \frac{I_{i2004}}{g_i + \eta}, g_i = 13 \sqrt{\frac{I_{i2017}}{I_{i2004}}} - 1$$

g_i 是2004年至2017年各个市州、行业工业企业实际研究与试验发展支出的平均增速, η 是资产折旧率,一般会根据经验设置为5%或15%,因本文参考肖志兴(2011)等和黄奇(2016)、张晋楠(2019)的做法,设折旧率为15%。

(2) 创新产出而言,指标体系主要是能够体现创新活动产出,一般情况下,用新产品销售收入更能准确衡量企业技术创新转化阶段的成果。除了产生市场经济效益的新产品销售收入之外,企业申请的专利数量也是反映其技术创新研发成果的另外一个重要指标。

由于创新资源投入到创新产出需要一定的周期,这中间还有产出新产品之后的商业化,也就是产出存在一定的滞后期。在年鉴中,一般同一年的数据都是当年的投入和当年的产出数据,因为滞后期的存在,该产出数据并不对应当年的投入。Furman等在评价国家创新能力时,将研发滞后期设置为3年,但多数产业研发周期存在较大差异,从几个月到几年不等。本文选取滞后期统一为1年。

本文通过《甘肃发展年鉴》和《甘肃科技统计年鉴》收集 2004-2017 年甘肃省工业技术创新资源和创新结果的相关数据,结合数据口径变化和可得性选取的要素投入包括研究与试验发展人员当时全量、研究与试验发展经费支出,产出包括新产品销售收入和专利申请量。考虑到不同年度的经费和收入的可比性,对研究与试验发展内部经费和外部经费做了平减处理,另,参考成刚(2011)对 DEA 数据的标准化方法处理数据。

4.2 各市州工业技术创新资源配置效率评价

采用 DEAP2.1 软件,测算甘肃省工业技术创新效率。因部分市州 2004-2006 年数据缺失,为保证分析结果科学性所以选择起始年份为 2007 年。因为选取一年的滞后期,所以截止年份为 2016 年。甘肃省工业技术企业 2007-2016 年¹创新效率的 Malmquist 指数见表 4.2:

表 4.2 甘肃各市州 2004-2016 年工业技术创新效率变化情况

市州	技术效率变化 (EFFCH)	技术变化 (TECHCH)	纯技术效率 变化 (PECH)	规模效率变 化 (SECH)	全要素生 产率变化 (TFPCH)
兰州市	1.228	0.828	1.101	1.115	1.017
嘉峪关市	1.007	0.811	0.964	1.045	0.816
金昌市	1.232	0.861	1.000	1.232	1.061
白银市	1.197	0.714	1.066	1.123	0.855
天水市	1.202	0.785	1.000	1.202	0.943
武威市	2.386	0.619	1.000	2.386	1.478
张掖市	0.875	0.774	0.860	1.017	0.677
平凉市	1.187	0.809	1.188	0.999	0.960
酒泉市	0.918	0.731	0.875	1.049	0.671
庆阳市	2.431	0.780	0.706	3.444	1.895
定西市	1.000	0.722	1.000	1.000	0.722
陇南市	1.375	0.853	1.152	1.194	1.173
临夏州	1.000	0.631	1.000	1.000	0.631
甘南州	2.952	0.753	1.000	2.952	2.221
mean	1.321	0.759	0.986	1.339	1.002

资料来源:《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表中可以看出:2007-2016 年,从全省的平均值来看,Malmquist 指数为 1.002,其值大于 1,说明对于 2007 年,2016 年甘肃省工业技术创新资源利用效

率是上升的，平均增长率为 0.2%。SECH 指数为 1.339，其值大于 1，说明对于 2007 年，2016 年甘肃省工业技术创新资源配置效率提高，且平均增长率为 33.9%。

对市州创新能力排序，结果见图 4.1：

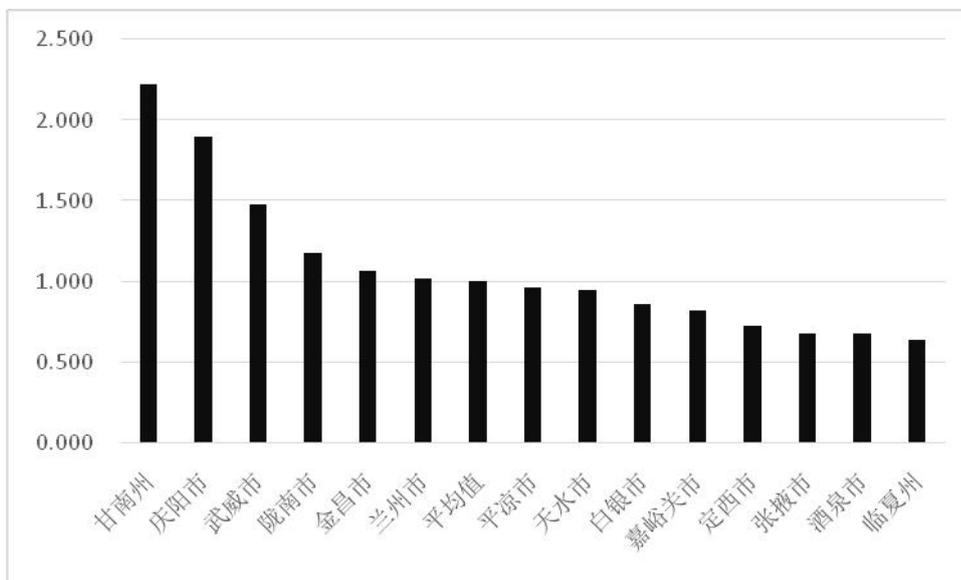


图 4.1 甘肃省十四市州工业技术创新效率

从图中可以看到：在十四个市州中，甘南州、庆阳市、武威市、陇南市、金昌市、兰州市的技术创新能力高于全省的平均水平，平凉市、天水市、白银市、嘉峪关市、定西市、张掖市、酒泉市、临夏州则低于全省平均水平。

Malmquist 指数体现的是创新效率变动的平均值，将所有可能构成的情况列举后详细对照分析。可能的情况见表 4.3

表 4.3 Malmquist 指数分解

序号	技术效率变化 (EFFCH)	技术变化 (TECHCH)	全要素生产率变化 (TFPCH)
1	≥ 1	≥ 1	≥ 1
2	≥ 1	< 1	≥ 1
3	< 1	> 1	≥ 1
4	< 1	< 1	< 1
5	< 1	≥ 1	< 1
6	≥ 1	< 1	< 1

表 4.3 中序号 1 的情况表示，当技术效率变化指数和技术变化指数都大于 1

时, 创新效率变化指数大于 1, 也就是创新效率提升得益于技术效率和技术改进的综合变化。

序号 2 的情况表示, 当技术效率变化指数大于 1, 而技术变化指数小于 1, 但创新效率变化指数大于 1, 此时说明创新效率提升主要源于技术效率的提升。

序号 3 的情况表示, 当技术效率变化指数小于 1, 而技术变化指数大于 1, 但创新效率变化指数小于 1, 此时创新效率的提升主要源于技术的进步。

序号 5 的情况表示, 当技术效率变化指数小于 1, 而技术变化指数大于 1, 时, 创新效率变化指数小于 1, 此时虽然技术有所改进, 但效率的负向影响大于技术改进的正向影响, 创新效率水平仍然下降。

序号 4 的情况表示, 当技术效率变化指数和技术变化指数都小于 1 时, 创新效率变化指数小于 1, 这种情形下技术效率降低且技术衰退, 创新效率也随之下降。

序号 6 的情况表示, 当技术效率变化指数大于 1, 而技术变化指数小于 1 时, 创新效率变化指数也小于 1, 这种情况下, 虽然技术效率有进步但技术退步导致创新效率下降。

甘肃省整体的 2007-2016 年的创新效率指数变化符合情况 2。说明在此期间技术效率增长是促进技术创新能力最主要的因素, 技术进步的负向变化则是抑制创新效率增长的因素。进一步分析, 效率变化由纯技术效率和规模效率组成, 从指数结果来看, 规模效率增长促进了技术效率增长, 纯技术效率小于 1, 导致技术效率在一定程度上有所下降。而技术进步的呈负向增长则说明在新技术、新方法引进的方面还有较大的空间。

从省内具体来看, 符合表 4.3 情况 2 的市州有: 兰州市、金昌市、武威市、庆阳市、陇南市、甘南州。即这六个市州创新效率进步明显, 虽然技术没有较大改进, 但技术效率增加是它们提升创新效率的主要途径。

省内符合表 4.3 情况 4 的市州有张掖市和酒泉市, 这两市的效率变化指数分别是 0.875 和 0.918, 技术变化指数分别为 0.774 和 0.731。说明这两个市州技术的效率和技术本身都没有进步, 导致创新效率没有提升。

省内符合表 4.3 情况 5 的市州有嘉峪关市、白银市、天水市、平凉市、定西市、临夏州。这六个市的技术效率变化指数都大于 1, 但技术进步指数都小于 1,

且技术效率的正向效应小于技术的负向效应，导致创新效率指数小于 1。

全省的技术效率变化来看，平均值是 1.321，甘南州、庆阳市、武威市、陇南市的技术效率变化高于全省水平。其余市州虽然低于全省平均水平，但除酒泉市和张掖市外技术效率变化指数都不小于 1。说明全省的技术效率整体比较好。所有市州的技术效率变化对比见图 4.2：

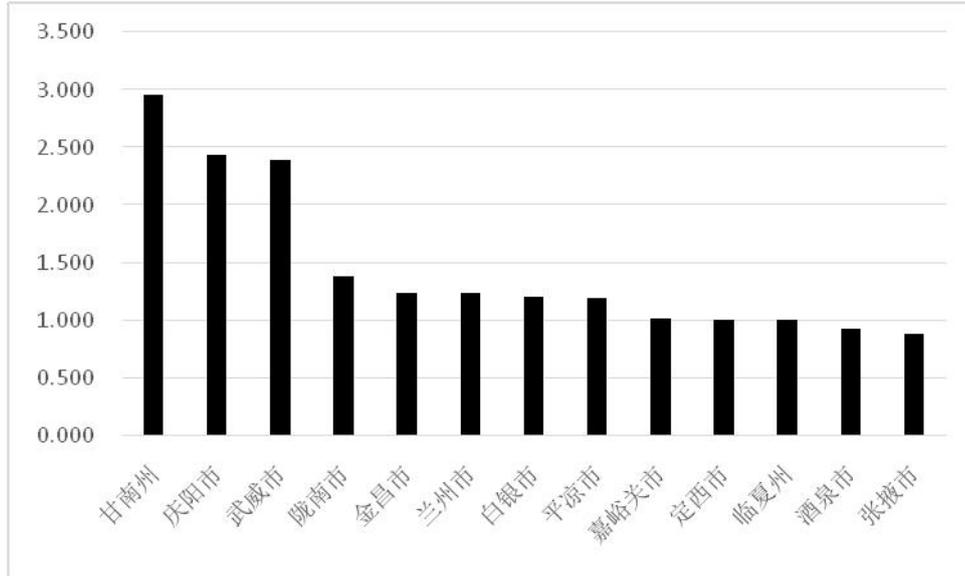


图 4.2 甘肃省十四市州工业技术效率变化指数对比

技术效率变化由纯技术效率变化和规模效率变化共同组成。将技术效率变化分解后可能的所有情况见表 4.4：

表 4.4 技术效率指数分解

序号	纯技术效率变化 (PECH)	规模效率变化 (SECH)	技术效率变化 (EFFCH)
1	≥1	≥1	≥1
2	≥1	<1	≥1
3	<1	≥1	≥1
4	<1	<1	<1
5	<1	≥1	<1
6	≥1	<1	<1

表 4.4 中序号 1 的情况表示，当纯技术效率变化指数和规模效率变化指数都大于 1 的时候，技术效率变化指数也大于 1。纯技术效率和规模效率共同进步促

进了技术效率的变化。

序号 2 的情况表示, 当纯技术效率变化指数大于 1, 而规模效率变化指数小于 1, 但技术效率变化指数大于 1, 此时说明创新效率提升主要源于纯技术效率的提升。

序号 3 的情况表示, 当纯技术效率变化指数小于 1, 而规模效率变化指数大于 1, 但技术效率变化指数小于 1, 此时技术效率的提升主要源于纯技术效率的提升。

序号 4 的情况表示, 当纯技术效率变化指数和规模效率变化指数都小于 1 时, 技术效率变化指数小于 1, 这种情形下纯技术效率和规模效率都在降低, 技术效率也随之下降。

序号 5 的情况表示, 当纯技术效率变化指数小于 1, 而规模变化指数大于 1, 时, 技术效率变化指数小于 1, 此时虽然规模效率有所改进, 但纯技术效率的负向影响大于规模改进的正向影响, 技术效率水平仍然下降。

序号 6 的情况表示, 当纯技术效率变化指数大于 1, 而规模效率变化指数小于 1 时, 技术效率变化指数也小于 1, 这种情况下, 虽然纯技术效率有进步但负向的规模效率影响更大, 导致技术效率水平下降。

省内技术效率变化指数不小于 1 的市州共有十二个, 小于 1 的共两个。他们的指数分解情况见表 4.5:

表 4.5 市州技术效率变化指数分解情况

市州	纯技术效率变化 (PECH)	规模效率变化 (SECH)	技术效率变化 (EFFCH)
兰州市	1.101	1.115	1.228
嘉峪关市	0.964	1.045	1.007
金昌市	1.000	1.232	1.232
白银市	1.066	1.123	1.197
天水市	1.000	1.202	1.202
武威市	1.000	2.386	2.386
张掖市	0.860	1.017	0.875
平凉市	1.188	0.999	1.187
酒泉市	0.875	1.049	0.918
庆阳市	0.706	3.444	2.431
定西市	1.000	1.000	1.000

续表 4.5 市州技术效率变化指数分解情况

市州	纯技术效率变化 (PECH)	规模效率变化 (SECH)	技术效率变化 (EFFCH)
陇南市	1.152	1.194	1.375
临夏州	1.000	1.000	1.000
甘南州	1.000	2.952	2.952
mean	0.986	1.339	1.321

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

表 4.5 中按照表 4.4 进行分类分析。符合情况 1 的有兰州市、金昌市、白银市、天水市、武威市、定西市、陇南市、临夏市、甘南市。这些市州的纯技术效率和规效率都有正向增长，促使了技术效率的提升。符合情况 2 的有平凉市，该市的技术效率增长主要得益于纯技术效率的提升。符合情况 3 的有嘉峪关市和庆阳市，虽然纯技术效率没有明显正向增长，但是规模效率的正向效应使得它们的技术效率提升。符合情况 5 的有张掖市和酒泉市，它们的纯技术效率的负向增长大于规模效率的正向增长导致技术效率水平下降。

整体来看，规模效率的变化比较好，该指数主要用于衡量生产投入要素是否有浪费，资源配置是否最优。当规模效率大于 1 时，表明说明组织管理水平有所提高。唯一没有大于 1 的是平凉市 (0.999)，由此得出，甘肃省的资源配置水平进步明显，这也是创新能力提高的重要原因。

对市州资源配置能力排序，结果见图 4.3：

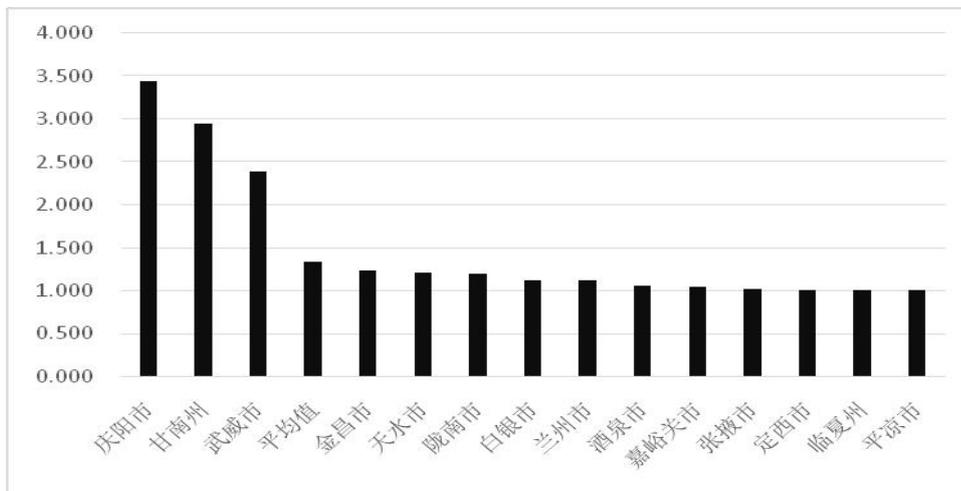


图 4.3 甘肃省十四市州工业技术创新资源配置效率

从图中可以看到，除平凉市外，其余市州资源配置效率都有明显提升。其中庆阳市、甘南州、武威市的资源配置能力高于全省的平均水平，其余十一个市州则低于全省平均水平。

4.3 工业行业创新资源配置效率评价

甘肃省主要工业行业大类有采矿业、制造业和“电力、热力、及水生产和供应业”。在前文对各个行业的描述性研究之后，发现主要的技术创新活动集中于制造业，所以主要对制造业下的行业进行研究。因考虑统计口径和数据可得性，选取 2011 年之后的数据进行分析，同时，由于创新活动存在一定的滞后性，本文选择的滞后期为一年，结合已有数据，综合考虑后选取的研究年份为 2011 年-2015 年。

Malmquist 指数测算结果见下表：

表 4.6 甘肃省部分行业 2011-2015 年工业技术创新效率变化情况

行业	技术效率变化 (EFFCH)	技术变化 (TECHCH)	纯技术效率变化 (PECH)	规模效率变化 (SECH)	全要素生产率变化 (TFPCH)
农副食品加工业	1.585	0.783	1.528	1.038	1.241
食品制造业	0.773	0.811	1.000	0.773	0.627
石油加工、炼焦和核燃料加工业	1.000	0.714	1.000	1.000	0.714
化学原料和化学制品制造业	0.974	0.682	0.876	1.111	0.664
医药制造业	1.278	0.692	1.117	1.144	0.885
橡胶和塑料制品业	1.182	0.776	1.991	0.594	0.917
有色金属冶炼和压延加工业	1.194	0.700	1.000	1.194	0.836
金属制品业	0.981	0.771	1.247	0.787	0.757
通用设备制造业	1.128	0.681	1.082	1.043	0.768
专用设备制造业	1.367	0.700	1.175	1.163	0.957
电气机械和器材制造业	1.128	0.733	0.967	1.166	0.827
计算机、通信和其他电子设备制造业	1.549	0.684	1.355	1.143	1.060
mean	1.156	0.726	1.164	0.993	0.839

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从 Malmquist 指数分析的结果来看，制造业的创新效率为负增长，说明在 2011-2015 这个时间段内，制造业的技术创新资源利用效率并不高，在有限的进步中，技术效率是拉动创新效率的主要因素，技术效率指数体现了由于制度变革引起的效率的提高；技术进步指数为 0.726，它体现了创新、引进新技术的结果，它的变化率为负，说明在创新、引进新技术上有一定的不足。技术效率由纯技术效率和规模效率组成，在制造业中，纯技术进步促进了技术效率的增长。

规模效率变化指数为 0.993，其值小于 1，制造业的技术创新资源配置效率没有明显提高，且平均增长率为负。

分行业来看，创新能力有明显提升的是农副食品加工业和“计算机、通信和其他电子设备”，除以上两者外，创新效率高于行业平均水平的有：专用设备制造业、橡胶和塑料制品业、医药制造业。其余低于行业平均水平的有：“有色金属冶炼和压延加工业”、“电气机械和器材制造业”、通用设备制造业、金属制品业、“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”、食品制造业。

对制造业的创新能力排序，见图 4.4:

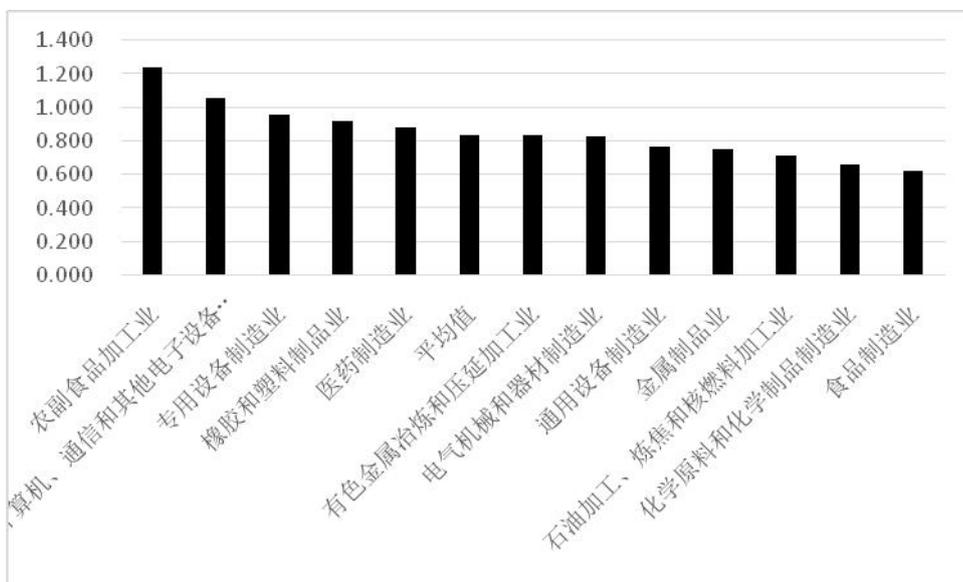


图 4.4 甘肃省制造业创新能力排序

将制造业的指数和上一节中表 4.3 对 Malmquist 指数分解的可能情况对比分析，符合表 4.3 中情况 2 的有农副食品加工业和“计算机、通信和其他电子设备

制造业”，这两个行业的创新效率和技术效率变化都大于 1，在整个行业中处于领先地位。农副产品加工业是联系农业和工业的主导行业，它的技术创新能力较强，它的发展不仅促进工业，也对农业发展有促进作用；计算机、通信和其他电子设备制造业等新兴企业随着社会经济发展逐渐成为技术创新的主要组成部分，该行业的技术创新效率提高可以促进甘肃省工业的核心竞争力。

从指数分解情况来看，这两个行业的技术创新资源得到了良好的利用，但在新技术创新或引用上还有较大的空间

符合表 4.3 情况 4 的有，食品制造业、“化学原料和化学制品制造业”、金属制品业。这三个行业的技术效率和技术变化指数都小于 1，导致创新效率变化指数也小于 1。说明这三个行业的资源利用效率较低，也缺乏新技术的支撑。

符合表 4.3 情况 6 的有，“石油加工、炼焦和核燃料加工业”、医药制造业、“橡胶和塑料制品业”、“有色金属冶炼和压延加工业”、通用设备制造业、专用设备制造业、“电气机械和器材制造业”，这些行业的技术效率变化都有正向效应，但是技术进步变化的负向影响大于技术效率的变化，导致创新效率一定程度上的下降。

对技术效率变化指数进一步分解见表 4.7：

表 4.7 制造业技术效率分解情况

行业	纯技术效率变化 (PECH)	规模效率变化 (SECH)	技术效率变化 (EFFCH)
农副食品加工业	1.528	1.038	1.585
食品制造业	1.000	0.773	0.773
石油加工、炼焦和核燃料加工业	1.000	1.000	1.000
化学原料和化学制品制造业	0.876	1.111	0.974
医药制造业	1.117	1.144	1.278
橡胶和塑料制品业	1.991	0.594	1.182
有色金属冶炼和压延加工业	1.000	1.194	1.194
金属制品业	1.247	0.787	0.981
通用设备制造业	1.082	1.043	1.128
专用设备制造业	1.175	1.163	1.367
电气机械和器材制造业	0.967	1.166	1.128
计算机、通信和其他电子设备制造业	1.355	1.143	1.549
mean	1.164	0.993	1.156

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

按照表 4.4 的分解情况分析，符合 1 的行业有农副食品加工业、“石油加工、炼焦和核燃料加工业”、医药制造业、“有色金属冶炼和压延加工业”、通用设备制造业、专用设备制造业、“计算机、通信和其他电子设备制造业”。这些行业的纯技术效率变化指数和规模效率变化指数都大于 1，两方面的共同进步促使技术效率提升。

符合表 4.4 中情况 2 的有“橡胶和塑料制品业”，该行业的纯技术效率变动的正影响大于规模效率变动的负影响，使得技术效率提升。

符合表 4.4 中情况 3 的有“电气机械和器材制造业”，这个行业的纯技术效率变化指数小于 1，规模效率变化指数大于 1，两者共同作用下技术效率变化指数大于 1。

符合表 4.4 中情况 5 的有“化学原料和化学制品制造业”，该行业虽然规模效率变化指数大于 1，但纯技术效率指数小于 1，导致技术效率变化指数小于 1。

符合表 4.4 中情况 6 的有食品制造业，该行业的规模变化指数小于 1，且技术效率下降。

经过分析发现传统行业的创新能力普遍低于相对来说较新的行业。所有行业中，食品制造业的技术创新效率最低，食品制造业是农业的一个延伸部门，相对来说比较传统，所以对工业技术创新资源的利用效率低下。

制造业的规模效率变化值为 0.993，说明制造业创新资源配置的平均效率呈下降的趋势，组织管理水平比较低。

各个行业的资源配置效率排序如下图 4.5：

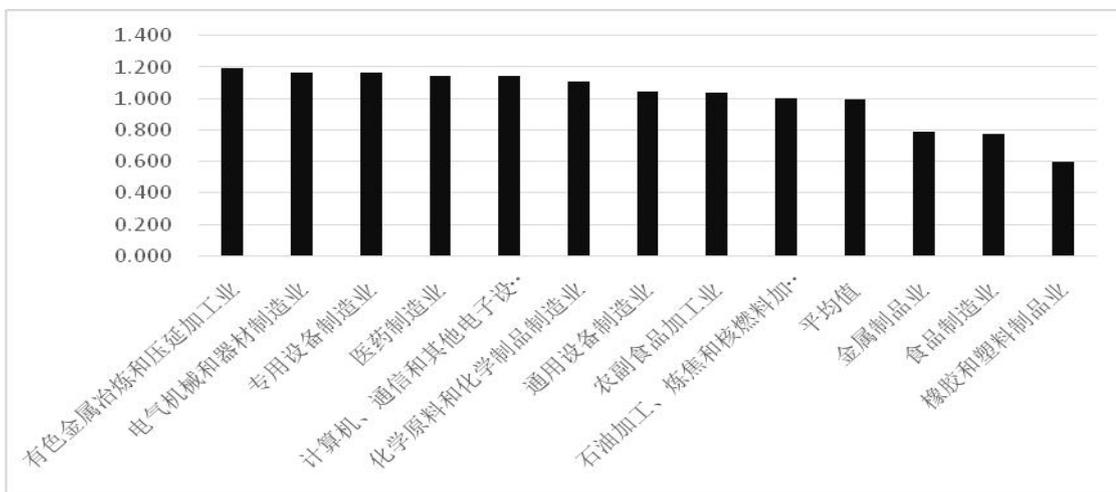


图 4.5 甘肃省制造业资源配置效率

制造业的创新资源配置效率的平均值为 0.993，说明甘肃省的制造业资源没有得到有效利用。在十二个行业中，低于平均水平的是金属制造业、食品制造业、“橡胶和塑料制品业”，且这三个行业的配置效率都呈现负增长，最低的是“橡胶和塑料制品业”，该行业的组织管理水平比较差。其余九个行业的配置水平不仅高于行业平均水平，且都呈现正向增长。

4.4 本章小结

本章在基于系统性、代表性、动态性、可操作、可量化的指标构建体系原则上，构建了以研究与试验发展人员全时当量（人年）、研究与试验发展内部支出、新产品销售收入、申请的专利数为各项指标的效率评价指标体系。并用采用 Dea-Malmquist 指数测算市州和制造业的创新效率和资源配置效率，得到以下结论：

甘肃省创新资源配置能力有明显的进步。甘肃省整体创新能力有一定的进步，且这种进步主要源于技术效率的提升。其中，促使技术效率提升的主要因素是规模效率的大幅提升。换言之，甘肃省创新能力提升的主要原因之一是资源的有效配置。

与较有效的资源配置相比较而言，全省在创造新技术、引进新技术、组织创新等有关促进技术的进步方面还有所欠缺。

从省内各个市州来看，地区间创新能力存在较大差距。创新能力进步比较明显的市州有：兰州市、金昌市、武威市、庆阳市、陇南市和甘南州。这些市州创新能力提升的原因和甘肃省整体呈现出的特点基本一致，都是源于技术效率的提升。省内创新能力进步比较迟缓的市州有：嘉峪关市、白银市、天水市、张掖市、平凉市、酒泉市、定西市、临夏州。这些市州创新效率低的主要原因是技术没有得到有效提升，其中，张掖市和酒泉市的技术效率没有明显改善是创新能力不高的主要原因；平凉市的资源没有得到合理配置导致创新能力没有进步。

与创新能力不同，资源配置能力有明显提升。虽然平凉市的资源没有达到最佳配置，测算出的规模效率指数是十四个市州中最低的，但该指数也接近于 1，即可以认为全省各个市州的资源利用率都有明显的改善。

从行业来看，制造业作为工业技术创新的主体部分，创新效率和资源配置效率都不高。整体来看，主要是在技术进步方面有欠缺，缺乏新技术、新管理模式等相关要素的投入。除此之外，资源配置效率比较低也是导致创新效率低下的主要原因。

十二个行业中，比较传统的行业的创新能力都低于新兴行业。农副食品加工业和“计算机、通信和其他电子设备制造业”的创新能力远高于其他行业。剩余的十个行业中，食品制造业、“化学原料和化学制品制造业”、金属制品业的创新能力创新能力差归因于技术效率没有提升，最严重的是食品制造业，且导致该行业和金属制品业技术效率的原因都是资源没有得到有效配置，即资源利用效率比较低。“化学原料和化学制品制造业”的技术效率变化缓慢的原因是纯技术效率变化迟缓，也就是该行业在纯技术方面需要一定的支撑。除上面提到的行业外，其余行业创新能力差归因于技术没有明显进步，缺乏新技术支撑创新活动。

虽然整体上看资源配置效率和创新效率都比较低，但是将行业细化后可以看出绝大多数行业的资源配置效率得到了改善，只有金属制造业、食品制造业、“橡胶和塑料制品业”的资源配置效率比较低，其中，尤其需要提升资源配置效率的是“橡胶和塑料制品业”。

5 甘肃省工业技术创新资源错配程度分析

改革开放以来，要素的大量投入和需求刺激下的政策推动了经济的快速增长，正是这种粗放型的发展方式使资源浪费加剧。通过上一章的测算，发现甘肃省工业技术创新能力虽有进步，但明显存在提升的空间。资源的有效配置是影响创新能力的主要因素之一。本章对资源错配程度进行测算，为找到提升创新能力找到方向。

5.1 错配程度测算指标体系构建

在生产函数模型和资源错配的理论框架上，测算人力资源和财力资源的要素错配程度。测算资源错配程度的表达式为：

$$V_{L_i} = \frac{\left(\frac{L_i}{L}\right)}{\left(\frac{s_i \beta_{L_i}}{\beta_L}\right)}, V_{K_i} = \frac{\left(\frac{K_i}{K}\right)}{\left(\frac{s_i \beta_{K_i}}{\beta_K}\right)}$$

V_{L_i} 和 V_{K_i} 分别是人力资源和财力资源的错配程度。指标选取见表 5.1：

表 5.1 错配测算指标体系

指标	涵义	数据或计算方式
L_i	某市州（行业）人力资源的实际投入量	研究与试验发展人员当时全量
K_i	某市州（行业）财力资源的实际投入量	研究与试验发展内部支出
L	所有市州（行业）人力资源投入总量	$\sum_{i=1}^N L_i = L,$
K	所有市州（行业）财力资源投入总量	$\sum_{i=1}^N K_i = K$
s_i	某市州（行业）的创新产出占总体创新产出的比重	$s_i = \frac{PY_i}{Y}$
$\frac{s_i \beta_{L_i}}{\beta_L}$	某市州（行业）人力资源要素达到有效配置时的各要素投入的理想比重	$\beta_L = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{L_i}$

续表 5.1 错配测算指标体系

指标	涵义	数据或计算方式
$\frac{s_i \beta_{K_i}}{\beta_K}$	某市州（行业）财力资源要素达到有效配置时的各要素投入的理想比重	$\beta_K = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{K_i}$

具体涵义解释如下：

(1) L_i 和 K_i 是某市州或行业的人力资源和财力资源的实际投入量。其中，人力资源用研究与试验发展人员当时全量表示，该值包括全时人员和非全时人员全部的工作量。财力资源用研究与试验发展内部经费支出表示，首先，为使得该数据具有可比性，计算支出价格指数对数据进行平减；其次，为满足生产函数中的资金投入为存量的要求，用永续盘存法将流量指标换算出存量指标。

(2) L 和 K 是地区或行人力资源投入总量和财力资源投入总量。

(3) s_i 是某市州或行业的创新产出占总体创新产出的比重。又因为， $s_i = \frac{PY_i}{Y}$ ， $Y = \sum_{i=1}^N PY_i$ ，所以用新产品销售收入衡量创新产出，并用支出价格指数进行平减处理。并考虑到创新活动具有一定滞后性，所有统一选择一年的滞后期。

(4) $\beta_L = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{L_i}$ ， $\beta_K = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{K_i}$ ； β_{L_i} 和 β_{K_i} 是生产函数的弹性系数，由生产函数回归得到。

5.2 各市州工业技术创新资源错配测算

根据前文所提到的方法，首先得出实际投入的比重和理想状态下最合理的配置，以及两种资源投入占整体创新产出的比重，进而得出工业技术创新资源配置的扭曲程度。并算出市州实际产出的比重。

各个市州创新人力资源投入占整体创新人力资源的比重见表 5.2：

表 5.2 甘肃省十四市州人力资源投入比重

单位：%

市州	比重	市州	比重
兰州市	25.1	平凉市	2.7
嘉峪关市	12.0	酒泉市	8.6
金昌市	22.4	庆阳市	2.5
白银市	9.3	定西市	0.6
天水市	10.6	陇南市	0.3
武威市	2.6	临夏州	0.5
张掖市	2.7	甘南州	0.1

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表 5.2 中可以看出，兰州市拥有甘肃省大量的人力资源，接近全省的四分之一；金昌市的人力资源占全省的比例超过五分之一；嘉峪关市、白银市、天水市、酒泉市的人力资源占有率在百分之十左右；武威市、张掖市、平凉市、庆阳市的人力资源量比较接近，都不超过全省百分之三；定西市、陇南市、临夏州、甘南州的人力资源比较少，都不足全省百分之一。

各个市州创新财力资源投入占整体创新财力资源的比重见 5.3：

表 5.3 甘肃省十四市州财力资源投入比重

单位：%

市州	比重	市州	比重
兰州市	21.8	平凉市	2.8
嘉峪关市	20.2	酒泉市	5.2
金昌市	29.5	庆阳市	1.7
白银市	7.6	定西市	0.7
天水市	6.3	陇南市	0.4
武威市	1.1	临夏州	0.5
张掖市	2.2	甘南州	0.1

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表 5.3 中可以看出，金昌市的财力资源接近全省总量的三分之一；兰州市和嘉峪关市的财力资源分别为五分之一左右；白银市、天水市、酒泉市的财力资源都在全省的百分之五至百分之十之间；武威市、张掖市、平凉市、庆阳市的财力资源在全省的百分之一到百分之五之间；定西市、陇南市、临夏市、甘南州的

财力资源都不足全省的百分之一。

表 5.4 甘肃省十四市州创新产出比重

单位：%

市州	比重	市州	比重
兰州市	14.8	平凉市	0.1
嘉峪关市	35.7	酒泉市	1.4
白银市	11.0	定西市	0.4
天水市	9.4	陇南市	0.2
武威市	0.6	临夏州	0.3
张掖市	0.6	甘南州	0.1

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从表 5.4 中可以看出，嘉峪关市的创新产出超全省三分之一；金昌市的创新产出是全省的四分之一左右；兰州市和白银市的创新产出在全省百分之十到百分之十五之间；武威市、张掖市、平凉市、庆阳市、定西市、陇南市、临夏州、甘南州的创新产出都不足全省百分之一。

根据已有数据和模型测算出甘肃省各个市州工业技术创新资源相对扭曲程度，各创新要素错配指数的绝对值越大，则表明资源错配程度越严重。大于 1，说明该种资源配置过度；小于 1，则该种资源配置不足。具体结果见表 5.5：

表 5.5 甘肃省十四市州工业技术创新资源错配指数

市州	人力资源	财力资源	市州	人力资源	财力资源
兰州市	3.037	1.183	平凉市	39.420	22.062
嘉峪关市	0.603	0.456	酒泉市	12.958	3.022
金昌市	0.449	2.517	庆阳市	5.180	35.679
白银市	1.519	0.552	定西市	2.630	1.224
天水市	0.859	0.809	陇南市	1.162	2.533
武威市	3.216	2.215	临夏州	1.077	3.157
张掖市	12.856	2.598	甘南州	0.454	2.315

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

由表 5.5 可以看出，甘肃省工业技术创新资源错配程度非常高严重制约了甘肃省工业技术创新能力，具体分析如下：

(1) 人力资源是科技创新活动的核心，整体来看，甘肃省的人力资源配置

主要问题在于丰富的技术创新人员没有带来相应的经济产出,从而导致资源的浪费。从错配指数看出,大多数市州都存在人力资源配置过度的情况,尤其是平凉市的人力资源严重过度,张掖市、酒泉市的人力资源配置也存在大量冗余。兰州市、武威市、庆阳市、定西市也存在一定程度的人力资源浪费;相比较而言,白银市、陇南州、临夏市的人力资源数量比较合理。嘉峪关市、金昌市、天水市、甘南州则存在人力资源配置不足的情况。

因此,对于错配指数大于1的市州,应该提高人力资源的利用率,这是提高创新能力的主要任务。针对部分地区在人力资源储备上面严重不足的问题,应该加大人力资源的投入,弥补因人力资源不足导致的创新能力不足。

(2)与人力资源相比,财力资源明显过度的市州比较少,庆阳市和平凉市的财力资源没有得到有效利用,庆阳市的财力资源占全省的1.7%,位于全省第九位,但是创新产出占全省倒数第二位;平凉市的财力资源和人力资源都有很严重的错配现象,财力资源排全省第七位,产出排最后一位。除这两个市州之外,其他市州的工业技术创新财力资源错配程度接近,而且资源配置相对比较合理,财力资源的利用效率比较高。但嘉峪关市、白银市、天水市存在一定程度的财力配置不足情况,尤其是嘉峪关,在财力资源上有明显的欠缺,根据前面分析可知嘉峪关市的总产出占全省35.7%,是甘肃省主要的创新产出来源地之一,理应拥有充足的财力支撑。白银市、天水市的创新产出分别位于第四、五位,这些市州加大财力资源投入可以提升甘肃省总体工业技术创新的能力。

整体来看,甘肃省的工业技术创新人力和财力资源比较充分,在资源配置上主要存在的问题是资源的浪费,资源利用效率不高,也有部分市州存在资源不足的情况。比如,对于嘉峪关市、金昌市、天水市、甘南州来说,应该加大人力资源的投入;平凉市、张掖市、酒泉市的人力资源数量已经存在明显过度的情况,可以通过提高人力资源的利用效率促进创新能力的提升。对于嘉峪关市、白银市、天水市来说,应加大资金的投入,为提高创新能力提供支撑;庆阳市和平凉市则应该加强对资金的有效利用,让资金发挥应有的优势。

针对市州间不同的错配情况,对于错配程度低的地区,给予资源的倾斜;对于错配程度高的地区,提高资源利用效率。具体来讲,就是通过合理利用资源、调整资本投入来解决创新资源错配的问题,提高创新能力。

5.3 工业行业技术创新资源错配测算

对工业行业的错配程度进行分析,根据分析结果针对各个行业的特点进行资源的调整,通过促进资源在行业间的流动提升全行业的创新能力。工业行业分为三大类,分别是采矿业、制造业以及“电力、热力、燃气及水生产和供应业”。三个行业的人力资源投入比重和财力资源投入比重见下表 5.6 和 5.7:

表 5.6 甘肃省三类行业人力资源投入比重

单位: %	
行业	比重
采矿业	7.8
制造业	89.7
电力、热力、燃气及水生产和供应业	2.5

资料来源:《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

表 5.7 工业行业财力资源投入比重

单位: %	
行业	比重
采矿业	4.92
制造业	93.66
电力、热力、燃气及水生产和供应业	1.42

资料来源:《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

三大行业的创新产出比重见下表 5.8:

表 5.8 工业行业创新产出比重

单位: %	
行业	比重
采矿业	0.47
制造业	98.86
电力、热力、燃气及水生产和供应业	0.67

资料来源:《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

从上面的数据可以看出,制造业的创新活动是整个工业行业的主要部分。

根据已有数据和模型测算出甘肃省三类工业行业技术创新资源相对扭曲程度,错配指数距离 1 越远,错配程度越高。具体结果见表 5.9:

表 5.9 工业行业工业技术创新资源错配指数

行业	人力资源	财力资源
采矿业	47.908	3.758
制造业	0.904	0.957
电力、热力、燃气及水生产和供应业	4.116	1.659

资料来源：《甘肃发展年鉴》、《甘肃省科技统计年鉴》

由以上分析结果可以明显看出采矿业的人力资源存在严重过度的情况。采矿业主要包含对煤炭、矿物、原油或者天然气等自然产生的物质的采掘，创新产出的空间比较少，但是需要的人力资源又比较多，尤其是现代的采矿业涉及的领域比较多，已经不简单的挖掘操作，还包括一些环境、地质方面的专家学者，除了和采矿本身直接相关的人员外还包括一些提供法律、财务等方面的专业人员。采矿业的人力投入是全省 7.8%，但创新产出只有 0.4%。“电力、热力、燃气及水生产和供应业”主要包括利用煤炭等能源生产燃气、热水并销售等活动，该行业的人力资源也有浪费的现象。制造业是创新产出的主要来源，虽然人力资源接近理想的配置，但仍存在一定的缺口。

财力资源在行业间差距相对小，采矿业和“电力、热力、燃气及水生产和供应业”有一定程度的过度，错配指数都没有超过 5，距离最优配置并不远。制造业的财力资源投入虽然小于最佳配置，但是错配指数是 0.957，只是有轻微不足的现象。

根据以上分析，从行业间来看财力资源的配置比较理想，而且资源配置的问题主要不在于资源稀缺，而是资源利用率不高，存在资源冗余的现象。因此，甘肃省工业技术创新资源优化的重点主要在于提高资源的利用率。

5.4 本章小结

本章通过构建资源错配指标体系，测算了甘肃省市州和行业间的资源错配度，将结果分析总结如下：

甘肃省的工业技术创新人力和财力资源的主要问题不是欠缺资源，而是资源没有充分利用。无论是从市州角度还是行业角度分析，都存在资源明显过度配置的问题。将市州间和行业间的错配程度分开来看，市州之间的创新资源错配现象

严重，行业间资源错配程度较轻。

人力资源方面，绝大多数市州都存在人力资源浪费的情况，仅少数市州的人力资源配置不足，尤其需要提高人力资源利用率的市州有平凉市、张掖市、酒泉市，需要加大人力资源投入的市州有嘉峪关市、金昌市、天水市、甘南州。行业中，采矿业的人力资源配置过度，错配程度远高于其余两个行业。

财力资源方面，需要加大资金投入的有嘉峪关市、白银市、天水市。庆阳市和平凉市的财力资源已经充沛，主要问题是财力资源的浪费。行业间的财力资源相对来说接近最优配置，采矿业的财力资源没有最大化利用，制造业则需要一定程度上加大资金投入。

6 结论与建议

本文通过梳理工业技术创新、工业技术创新资源、工业技术创新效率、工业技术创新资源配置的概念，为优化甘肃省工业技术创新布局和配置找到切入点。并在梳理相关分析方法后选取适合科学有效的研究方法，并建立符合实际、具有代表性等特征的指标体系。在此基础上，首先研究掌握了甘肃省工业技术创新资源的布局和配置现状，并测算甘肃省工业技术创新资源投入所带来的效率，进一步测算创新资源在市州间、行业间的错配程度。通过错配的程度和错配的特征，找到提高甘肃省技术创新能力的着力点，就甘肃省的实际情况为解决资源配置不合理的问题提供依据。

6.1 主要结论

通过前文研究甘肃省工业技术创新现状和资源配置具有的特征，得出以下结论：

(1) 总体来看，甘肃省整体创新能力有一定的进步，且这种进步主要源于资源配置的逐步优化。纵观科技体制，发现在市场经济体制下将有限的资源统一管理，对资源配置来说有一定的优势。在这个过程中，可以通过相关政策在地区结构、产业结构间调配和转移资源。后来，随着改革开放的逐渐深入，科技体制也随之改革。近年来，又先后提出加快改革步伐、健全激励机制、完善政策环境等，从物质和精神两方面激发科技创新积极性和主动性的要求。

(2) 技术创新资源的投入主体主要是企业自身，其次是政府。在整个创新活动的过程中，企业在决策、投入、创新行为的各个环节都有重要责任。事实上，经济发展的核心就是大量高质量的企业。在甘肃省内，嘉峪关市、金昌市的财力资源投入主要来自企业自身，而庆阳市依靠政府投入的资金比企业自身投入的多。

从规模上来说，甘肃省的小型企业是工业技术创新活动的主体。小型企业成为甘肃省创新活动中最活跃的力量。小企业的灵活性是它们明显的优势，全省与境外企业的合作联系主要依靠的是大型企业和小型企业。

从行业来说，制造业作为创新活动的主体，它涉及行业比较多，其中，农副食品加工业和“计算机、通信和其他电子设备制造业”是创新能力提高的领头羊，其余行业创新能力都比较差。相对而言比较传统的行业创新能力低于新兴产业。

(3) 创新活动的主要合作对象是境内的学校和科研机构，企业之间的联系合作联系比较少。主要的创新支出是流向高校和机构，企业之间的流动比较少。实际上，除高校和科研外，企业之间的相互协作、沟通交流对创新能力的提升也有积极的影响。

(4) 甘肃省工业技术创新能力提升的主要原因是资源配置效率的提升。从市州来看，全省各个市州的资源配置能力都有进步。从行业来看，金属制造业、食品制造业、“橡胶和塑料制品业”的资源配置效率比较低，其中，尤其需要提升资源配置效率的是“橡胶和塑料制品业”。

(5) 能促进技术进步的资源严重不足。狭义上促进技术进步的资源就是指新的生产工艺、生产技能、生产方式以及中间产品的改革、创新。具体来说就是改进旧工艺、旧设备，提高工作人员的技能等。但是广义上的技术进步的欠缺不仅是新技术本身，还包括各种形式的积累和改进，比如组织的创新、技术的扩散、技术的转移、政策的导向、市场环境等各个方面。

(5) 技术创新资源配置不合理的现象比较普遍。由于在不同地区、不同行业间，企业投入和获取资源的能力不同，再加上资源利用能力和创新能力的差距，导致资源有比较严重的错配现象。

人力资源是创新活动中的关键，创新驱动发展的本质就是促进人才的驱动。甘肃省的人力资源配置有两方面的问题，一是欠缺人力资源的市州比较多，二是部分地区和行业人力资源的优势没有充分发挥。具体来看，需要加大人力投入的有嘉峪关市、金昌市、天水市、甘南州；可以通过提高人力资源的利用效率促进创新能力的提升有平凉市、张掖市、酒泉市。

财力资源是流动性比较强的资源，无论是自发创新还是引进先进技术都需要资金的支撑，所以财力资源的合理配置是促进创新能力提升的重要措施。甘肃省内兰州市、嘉峪关市、金昌市的资金投入量一直在全省靠前的位置，这些地区的财力资源相对比较丰富。平凉市的财力资源投入力度明显下降，从全省第二位一直下滑至第十三位。实际配置与最优配置的距离就是资源错配的程度，距离越远，

错配程度越高。从距离来看，嘉峪关市、白银市、天水市应继续加大资金的投入，为提高创新能力提供支撑；庆阳市和平凉市应在现有基础上加强对资金的有效利用，让资金发挥应有的作用。

从行业间来看，制造业是创新活动的主体，无论是资源投入还是创新产出都有绝对优势，伴随制造业的高速发展，人力资源和财力资源投入就略显不足。采矿业的人力资源配置过度，财力资源配置相对比较合理。

6.2 优化资源布局与配置的建议

根据已有结论，围绕甘肃省的实际情况，为促进工业技术创新资源合理配置，进而提高甘肃省的创新能力，现提出以下建议：

第一，夯实企业的创新主体基础，激发企业的创新活力。企业是创新活动的核心，创新又是企业发展的关键因素。在企业内，创新不仅包括技术的更新，还有思想的创新、组织管理的创新、资源分配的创新等。对于资源配置上不合理的问题，建议企业通过以下方式优化资源的配置，提高创新能力。

(1) 做大做强企业创办研发机构。目前，甘肃省内有六个市州的工业企业创办研发机构比较少，分别不足十个。研发机构的主要目的就是开发新技术、新产品，工作内容是进行科学研究和技术开发，创办研发机构可以直接为企业提供服务，促进企业与社会需求的对接，满足市场的需求，提升创新水平，提高核心竞争力。

(2) 加强与创新主体的合作。目前企业的主要合作对象是境内高校、科研院所，但是企业之间可以弥补资源上的互补。通过开展企业间的合作研发、共同创新与成果共享，不仅弥补稀缺资源不足，还可以加速技术研发成果快速转化为实体经济。

(3) 企业内部做好人岗匹配。针对甘肃省人力资源主要是利用率不高，而非总量不足的情况，优化配置的基础就是企业提高用人效率。需要人事部门在进行定岗前全面了解岗位需求和员工素质，做到因岗取人，并制定好岗位的规范，完善考核标准，最大力度提高人力资源的利用效率。

(4) 减少不必要的财力支出。部分企业存在财力资源浪费的现象，且企业的财力资源主要用于仪器和设备，建议这类企业一方面根据自身实际创新能力购

买仪器和设备,减少不必要的支出,降低技术创新活动的成本;另一方面,注重技术的改进,控制原材料的消耗。

第二,发挥政府引导作用,有序调节创新资源配置。政府可以通过制定战略措施、产业规划,引导创新资源在地区和行业间的流动;可以提供公共服务,弥补由于信息不对称、竞争不完全等市场失灵的现象。基于此,为提高甘肃省创新能力,改善资源错配现象,提出以下建议:

(1) 根据不同市州和行业间的差别进行分域、分类指导,有针对性地解决资源配置不均衡的问题。对于创新效率低于全省平均水平的平凉市、天水市、白银市、嘉峪关市、定西市、张掖市、酒泉市、临夏州给予重点观察,从引入新技术、新产品等方面提升创新能力。对于人力资源明显过度的张掖市、平凉市、酒泉市,以及三大行业中的采矿业,考虑制定恰当的激励政策,充分调动劳动力的生产积极性,提高潜在的创新效率。对于财力资源过度分配的平凉市、庆阳市,应主要从合理利用资金入手,提高资金的利用率。

(2) 优化人才政策,解决人力不足和人力资源利用率低的两类问题。人才是支撑发展的第一资源,甘肃省内的人力资源主要有两方面的问题,一是大多数市州人力资源不足,二是部分市州人力资源没有充分发挥。为解决这两个问题,建议主要从人才引进和人才激励机制入手。人才引进包括健全创新人才引进和培养机制,如在户籍、人事关系等当面出台宽松的政策,吸引高层次人才,同时优化创新人才的创新环境,保障创新人才的薪资福利待遇。甘肃省的人才流失现象比较严重,除引进外地人才外,应该提高本省人才的留用率。对于人力资源没有充分发挥的现象,主要建立健全人才激励机制,制定长效的人才管理方案。可采取分级管理,对创新活动有杰出贡献的人才评定为特级人才,对专家、教授、高级顾问等高级知识分子评定为以及人才,以此类推,将人才管理系统细化,进行动态管理,提拔青年创新人才,调动人力资源创新的积极性。

(3) 构建创新资源共享平台,促进过度配置和配置不足的市州、行业间资源的流动。从分析结果来看,甘肃省资源存在错配的主要原因在于资源的浪费,除企业自身能力之外,主要原因之一是资源流动受阻。而科技资源共享平台就可以在在一定程度上促进资源的流动,提高资源的利用率。目前,中国产学研合作促进会已经建立了面向企业的创新支撑平台——创新资源共享服务平台(IRSP),

它由高校、科研机构和其他提供创新资源的政府部门提供资源，主要针对的需求对象是企业和高校、科研机构和个人。甘肃省可以借鉴该平台的经验，构建符合甘肃特色的创新资源共享平台。在平台上进行仪器设备共用、技术共享、信息共享。

(4) 健全监督管理体制，保证资源配置合理配置。在资源配置的过程中，政府的公平公正是促进资源有效配置的保障，有效的监督管理体制则是保障公平性的必要条件。政府对资源配置的过程实施监督和管理，有利于提高配置的效率。健全监督管理体制的具体包括明确政府的职能、政府进行监督管理的组织方式、监督管理部门的权利、企业需履行的责任等方面。并提高体制中工作人员的专业性，保证监管过程顺利实施，确保资源配置效率得到改善。

(5) 提升对外开放水平，将资源最大化利用。对外开放的程度越大，企业间的合作水平越高，不仅可以通过对外开放解决资金的需求、还能在互动的过程中引进先进的技术、经验、管理方式等。并且对外开放加剧市场竞争有利于提升创新活力。甘肃省要抓住“一带一路”这一机遇，充分利用国际、省外的各个市场，最大化发挥劳动力和资金的作用，为甘肃省注入新的技术创新动力。具体措施可以参考中科院布局一百多科技合作项目的举措，根据甘肃省的特色工业企业设立科技专项。如甘肃省内的甘肃烟草工业有限责任公司、金川集团、兰石集团、酒泉钢铁集团、甘肃华亭煤电股份有限公司等企业，通过科研专项搭建专项成果出口，与其他国家、省份合作开展科研攻关，共同激发工业技术创新的活力。

参考文献

- [1]黄奇. 中国省域工业企业技术创新效率的实证研究[D]. 南京航空航天大学, 2015.
- [2]熊彼特. 经济发展论[M]. 北京: 北京经济出版社, 1999.
- [3]张凤海. 徐丽娜. 侯铁珊. 关于技术创新概念界定的探讨[J]. 生产力研究, 2010, (3)
- [4]傅家骥. 技术创新经济学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993. 26-27
- [5]梁新, 张怀强. 工业企业技术创新绩效评价研究[J]. 科技创业月刊, 2011, 24(08):3-4.
- [6]周寄中. 科技资源论[M]. 陕西: 山西人民出版社, 1999:12-15.
- [7]师萍, 李垣. 科技资源体系内涵与制度因素[J]. 中国软科学, 2000(12):55-56+120.
- [8]刘志迎, 郭磊, 周志翔. 基于多系统DEA模型的技术创新绩效省际比较研究[J]. 研究与发展管理, 2012, 24(05):90-99.
- [10]戚湧, 张明, 李太生. 基于Malmquist指数的江苏创新资源整合共享效率评价[J]. 中国软科学, 2013(10):101-110.
- [11]袁晓玲, 张宝山. 中国商业银行全要素生产率的影响因素研究——基于DEA模型的Malmquist指数分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2009, 26(04):93-104+116.
- [12]郭岚, 张勇, 李志娟. 基于因子分析与DEA方法的旅游上市公司效率评价[J]. 管理学报, 2008(02):258-262.
- [13]刘昌年, 梅强, 徐荣华. 我国工业企业技术创新能力统计评价与区域比较分析[J]. 财会研究, 2006(03):61-64.
- [14]司江伟, 宋杰鲲. 基于Rough-Fuzzy的企业科技人才创新绩效评价模型[J]. 统计与决策, 2010(14):185-186.
- [15]张晓芳, 戴永务, 刘燕娜. 基于BP神经网络的企业技术创新绩效评价模型构建——以福建45家高新技术企业为例[J]. 科技和产业, 2010, 10(05):100-103.
- [16]战捷. 施工企业技术创新绩效的灰色评价[J]. 山西建筑, 2011, 37(11):248-2

- 50.
- [17]刘金芳,徐枏巍.基于DEA-Malmquist的内资工业企业动态创新效率分析[J].系统工程,2012,30(04):67-74.
- [18]杨振,陈甬军.中国制造业资源误置及福利损失测度[J].经济研究,2013,48(03):43-55.
- [19]周黎安,赵鹰妍,李力雄.资源错配与政治周期[J].金融研究,2013(03):15-29.
- [20]张万里.资源错配对中国制造业的影响研究[D].中南财经政法大学,2015
- [21]朱烈.资源错配问题和测算方法的文献综述[J].特区经济,2014(08):231-232.
- [22]聂辉华,贾瑞雪.中国制造业企业生产率与资源误置[J].世界经济,2011,34(07):27-42.
- [23]梁琳.东北地区高技术产业技术创新效率研究[D].吉林大学,2019.
- [24]桂黄宝.我国高技术产业创新效率及其影响因素空间计量分析[J].经济地理,2014,34(06):100-107.
- [25]秦宇,邓鑫,周慧.中国科技资源错配及其对产出影响的测算[J].财贸研究,2018,29(09):28-41.
- [26]中国省域经济综合竞争力发展报告(2017-2018).
- [27]汪继年.欠发达地区创新追赶发展的模式问题研究——以甘肃工业为例[J].甘肃行政学院学报,2018(03):118-125.
- [28]Hall R E, Jones C I. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Other [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1999, 114(1): 83-116.
- [29]梁琳.东北地区高技术产业技术创新效率研究[D].吉林大学,2019.
- [30]项本武.中国工业行业技术创新效率研究[J].科研管理,2011,32(01):10-14.
- [31]袁晓玲,张宝山.中国商业银行全要素生产率的影响因素研究——基于DEA模型的Malmquist指数分析[J].数量经济技术经济研究,2009,26(04):93-104+116.

- [32]田军伟. 我国区域R&D效率差异及其影响因素分析[D]. 南京财经大学, 2012.
- [33]郭岚, 张勇, 李志娟. 基于因子分析与DEA方法的旅游上市公司效率评价[J]. 管理学报, 2008(02):258-262.
- [34]刘志迎, 郭磊, 周志翔. 基于多系统DEA模型的技术创新绩效省际比较研究[J]. 研究与发展管理, 2012, 24(05):90-99.
- [35]陈劲, 陈钰芬. 开放创新体系与企业技术创新资源配置[J]. 科研管理, 2006(03):1-8.
- [36]龚关, 胡关亮. 中国制造业资源配置效率与全要素生产率[J]. 经济研究, 2013, 48(04):4-15+29.
- [37]邓光耀, 韩君, 张忠杰. 中国各省水资源利用效率的测算及回弹效应研究[J]. 软科学, 2017, 31(01):15-19.
- [38]左妹华, 左勇华, 杨谱. 制造业劳动力配置扭曲下的全要素生产率损失: 基于江西省的实证[J]. 统计与决策, 2019, 35(22):117-121.
- [39]Hall R E, Jones C I. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Other [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1999, 114(1): 83-116.
- [40]王林辉, 袁礼. 资本错配会诱发全要素生产率损失吗[J]. 统计研究, 2014, 31(08):11-18.
- [41]祝树金, 赵玉龙. 资源错配与企业的出口行为——基于中国工业企业数据的经验研究[J]. 金融研究, 2017(11):49-64.
- [42]邓翔, 李德山, 李双强, 朱高峰. 价格扭曲、资源错配与全要素生产率[J]. 软科学, 2017, 31(09):25-29.
- [43]陈嘉, 谢嘉欣. 全要素生产率与资源错配问题研究——以广东省为例[J/OL]. 调研世界, 2019(12):1-11[2020-01-05].
- [44]陈修颖, 陈颖. 浙江省科技资源的区域差异及其空间配置效率研究[J]. 地理科学, 2012, 32(04):418-425.
- [45]尹璐. 我国地区资源错配及其影响因素研究[D]. 湖南大学, 2017.
- [46]洪银兴. 完善产权制度和要素市场化配置机制研究[J]. 中国工业经济, 2018(06):5-14.

- [47] 范斐, 杜德斌, 李恒, 等. 中国地级以上城市科技资源配置效率的时空格局[J]. 地理学报, 2013, 68(10): 1334-1343.
- [48] Liu X, Buck T. Innovation performance and channels for international technology spillovers: Evidence from Chinese high-tech industries [J]. Research Policy, 2007, 36(3): 355 - 366.
- [49] Peyrefitte J, Brice J. Product Diversification and R&D Investment: An empirical analysis of competing hypotheses[J]. Organizational Analysis, 2004, 12(4):379-394.
- [50] 李茜. 陕西省创新资源错配及其影响因素研究[D]. 西北大学, 2019.
- [51] Gary H. Jefferson, Bai Huamao, Guan Xiaojing, et. R&D Performance in Chinese industry[J]. Economics of Innovation & New Technology, 2006, 15(4-5):345-366.
- [52] Pessoa P. R&D and Economic Growth: How Strong is the Link?[J]. Economics Letters, 2010, 107(2):152-154.
- [53] Parisi M L, Schiantarelli F, Sembenelli A. Productivity, Innovation and R&D: Micro Evidence for Italy[J]. European Economic Review, 2006, 50(8):0-2061.
- [54] Raymond W, Mairesse J, Mohnen P, et al. Dynamic Models of R&D Innovation and Productivity: Panel Data Evidence for Dutch and French Manufacturing[J]. European Economic Review, 2015, 78:285-306.
- [55] Li H C, Lee W C, Ko B T. What determines misallocation in innovation? A study of regional innovation in China[J]. Journal of Macroeconomics, 2017, 52:221-237.
- [56] 曹玉书, 楼东玮. 资源错配、结构变迁与中国经济转型[J]. 中国工业经济, 2012(10):5-18.
- [57] 袁礼, 欧阳晓. 发展中大国提升全要素生产率的关键[J]. 中国工业经济, 2018(6):43-61.
- [58] 李习保. 区域创新环境对创新活动效率影响的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2007, 24(8):13-24.
- [59] 马光荣, 李力行. 金融契约效率、企业退出与资源误置[J]. 世界经济, 2014, 3

7(10):77-103.

- [60]钱学锋, 潘莹, 毛海涛. 出口退税、企业成本加成与资源误置[J]. 世界经济, 2015, 38(08):80-106.

后记

从 2019 年上半年确定选题，到 2020 年撰写完毕，经历了一些挫折也收获了喜悦，这是我学业生涯中一段珍贵的记忆。

时间匆匆，我的研究生生活即将结束。初入学校的情景还历历在目，转眼间就要踏出校门。在离别之时，我要对我的导师表达衷心的感谢，不仅是这篇论文，三年来老师在学术和生活上都给了我莫大的帮助，在此衷心祝愿老师和师母身体健康、工作顺利。

感谢我的父母对我的支持，给我前行的动力。父母的爱永远是我明亮的灯塔和温暖的归宿。

最后感谢学校和学院提供的学习机会和学习平台，祝学校和学院蒸蒸日上、人才辈出。