

成果转化视角下的高校创新效率提升研究

——基于我国25个省份的实证分析

洪峰¹ 吴涛² 刘伟^{1,3} 陈宁³

(1. 北京中医药大学管理学院, 北京 100029; 2. 北京中医药大学科技处, 北京 100029;
3. 北京中医药大学成果转化中心, 北京 100029)

摘要: 高校作为国家科技创新体系的重要组成部分,是实现高质量发展的关键支撑,研究提升其创新效率具有重要的现实意义。本文将科技成果转化纳入高校科技创新链条,运用随机前沿生产函数模型对2009—2019年我国25个省份理工农医类高校创新效率进行实证分析,并重点考察其创新效率的协调水平及关键影响因素。结果表明,我国高校创新效率的地区差异明显,创新投入还需进一步增加,其中增加人力投入优于增加资金投入;高校科技成果产出及转化效率需进一步协调,重点需提升高校科技成果转化能力;国家政策对高校科技成果转化具有明显的促进作用,人员结构是高校创新效率提升的关键因素。

关键词: 成果转化; 高校; 创新效率; 随机前沿生产函数模型; 实证分析

中图分类号: G 322.0

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.05.013

Study on the Improvement of University Innovation Efficiency from the Perspective of Achievement Conversion: Evidence from 25 Provinces and Cities of China

HONG Feng¹, WU Tao², LIU Wei^{1,3}, CHEN Ning³

(1. School of Management, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029; 2. Office of Science and Technology Administration, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029; 3. Achievement Transformation Center, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029)

Abstract: As an integral part of the national scientific & technical innovation system, colleges and universities are the key support for achieving high-quality development. Research on improving the innovation efficiency of colleges and universities has important realistic meaning. The study based on the perspective of achievement transformation, the transformation of achievements is incorporated into the innovation of universities, and the stochastic frontier production function model is used to analyse the innovation efficiency in 25 provinces and cities universities of science, engineering, agriculture and medicine from 2009 to 2019, focusing on analyzing the coordination level and crucial factors of innovation. Regional differences in innovation efficiency of Chinese universities are obvious. Innovation input needs to be further increased. Increasing manpower input is better

作者简介: 洪峰(1996—),男,北京中医药大学硕士研究生,研究方向为医药知识产权保护与成果转化;吴涛(1986—),男,北京中医药大学助理研究员,科技处副处长,研究方向为高校科研管理;刘伟(1978—),男,北京中医药大学副教授,硕士生导师,成果转化中心主任,研究方向为医药知识产权保护与成果转化(通信作者);陈宁(1993—),女,北京中医药大学成果转化中心科员,研究方向为技术转移转化。

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年项目“基于中药创新主体保护需求的中药专利审查标准研究”(18YJCZH106);北京中医药大学“十四五”规划专项课题“学校‘十四五’科技发展规划战略与对策研究”(2020-SSWGH-10)。

收稿日期: 2021年5月11日。

than capital input; scientific & technical achievements output and transformation efficiency need to be further coordinated, the transformation ability of scientific & technical achievements of colleges and universities need to improve; national policies has an obvious guiding role, and the personnel structure is a main factor in improving the innovation efficiency of colleges and universities.

Keywords: achievement transformation, colleges and universities, innovation efficiency, stochastic frontier production function model, empirical research

0 引言

党的十九届五中全会强调,要将科技创新作为我国发展规划的首位任务。高校作为我国科技创新的重要推动力,拥有充沛的科研资金和雄厚的人才资源,在我国创新驱动发展战略中具有极为重要的作用。而科技成果转化是实现从科学到技术、从技术到经济的重要环节,也是高校充分服务国家创新驱动发展战略的关键。自《促进科技成果转化法》于2015年完成修订以来,国家出台了一系列指导高校科技成果转化工作的政策文件,高校科技成果转化也进入了快速发展阶段,科技成果转化已然成为高校科技创新中不可或缺的关键环节,如何进一步推动科技成果转化,提高创新效率也成为学者们关注的重点问题。同时,习近平总书记在2020年的科学家座谈会上强调要遵循科学发展规律,推动科技创新成果不断涌现,并转化为现实生产力。在此背景下,高校既要重视科学技术研究,也要关注科技成果是否有效转化为现实生产力。高校科技创新是高校在研发中创造和应用科技成果,并且推动其转化为现实生产力的过程^[1]。关于“科技成果转化”,参考美国评估机构的相关报告,将科技成果限定为发明专利是较为常用且合理的统计口径,即以发明专利转化率替代科技成果转化^[2]。因此,将发明专利作为高校科技创新的典型成果,从成果转化视角分析影响高校创新效率提升的因素,为推动高校科技创新提供可行方法和路径,对于我国实现创新驱动发展战略,实现科技自立自强具有重要而深远的现实意义。

1 文献回顾

创新效率是衡量高校科技创新活动中资源投

入产出比例的重要指标,合理评估创新效率已经成为研究的热点,并且国内外的研究成果也较为丰富。现有研究主要集中在以下的两个方面:一是评估方法及模型。目前主要的评估方法及模型是非参数的数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法和参数的随机前沿生产函数(Stochastic Frontier Approach, SFA)方法。DEA方法仅需求解出线性规划便可以确定生产前沿面,该方法简单易行,应用也相对广泛。但在评估创新效率时,这种方法忽略了高校科技创新实际可能存在的管理无效率以及内外部环境因素的影响,结果可能导致效率值估计过高,并不能实际反映高校创新效率^[3-5]。SFA方法则是通过设定前沿生产函数的各个参数从而确立生产前沿面,针对不同研究对象构建不同的生产函数,技术效率的评估具有针对性。在评估创新效率时,这种方法能够较好地考虑环境干扰因素及管理无效率的存在,但方法操作及指标选取相对困难^[6-7]。二是评价指标。高校科技创新投入及产出指标的选择已经形成共识,多数研究者将科研人力及资金作为投入变量,将学术论文、著作、专利和授奖成果等作为产出变量,且多选取高校经费规模、高校所在地区经济发展水平等作为影响因素,少数研究者将行业关联度等影响因素纳入研究。但在选取专利作为产出指标时易忽略专利类型的差异及其授权的滞后性,同时影响因素的选取也偏于主观,缺乏结合实际情况的综合分析^[8-12]。

总体而言,此领域研究还有待拓展的地方:一是将科技成果转化作为高校科技创新环节之一,将成果产出及转化纳入统一的分析框架,比较分析效率值差异,探索实现两者协调发展的可行路径;二是结合实际情况,综合分析高校内外

部环境，将影响成果转化效率的因素纳入评价体系，分析各因素对于高校创新效率的具体作用，为促进高校科技成果转化提供可行的建议。基于此，本文将运用SFA方法，采用2009—2019年我国25个省份的理工农医类高校的相关数据，从成果转化视角实证分析我国理工农医类高校创新效率的协调水平及影响因素。

2 研究设计

2.1 数据来源

本文选取的样本期为2009—2019年，相关数据变量主要摘取自《中国科技统计年鉴》(2010—2020年)，针对其中个别省份存在的缺失值运用插值法进行补齐。此外，由于新疆维吾尔自治区、西藏自治区、内蒙古自治区、宁夏回族自治区、青海省、海南省、台湾省以及香港、澳门特别行政区其相关数据缺失较为严重，因此本文选取的我国理工农医类高校创新效率评价的决策单元是除以上省份外的25个省(自治区、直辖市)。

2.2 指标设计

依据SFA模型效率测算的基本原理，从高校科研资源投入和科研成果产出两个维度来设计高校创新效率的评估指标体系，同时基于高校内外部环境分析构建效率值的主要影响因素体系。利用SFA测算高校创新效率的相关指标见表1。

(1) 投入变量。人力及资金资源的持续稳

定投入对于高校科技创新而言是不可缺少的，人力及资金投入也是衡量科技创新投入的常用变量^[13]。鉴于此，分别选择高校的R&D人员全时当量数以及R&D经费内部支出数作为高校科技创新的投入变量。

(2) 产出变量。专利作为我国自主创新能力提升的重要手段，也是现今高校科技成果转化工作的重点和难点^[14]。目前我国仅对发明专利申请进行实质审查，发明专利属于授权难度最大、技术水平最高的专利类型，因此更能反映高校实际的科技创新水平。而实际上，高校专利申请类型也是以发明专利为主的。鉴于此，选择高校发明专利申请数及其转化专利数作为高校科技创新的产出是较为合理的。

(3) 影响因素变量。现有研究证实，高校科研经费规模及来源情况、地区技术交易环境、高校内部人员结构和研发人才质量等因素对高校创新效率产生明显影响^[4, 15-19]。因此，结合实际工作经验，外部环境选择科研经费规模、政府支持力度及技术市场活跃度，内部环境选择研究人员素质、产学研合作强度及从业人员结构，作为高校科技成果产出及转化的影响因素。

2.3 模型方法

高校科技创新是一个多重因素共同作用的过程，在其效率测算的过程中需要充分考虑除投入以外其他环境变量的影响；而在参数估计过程中，极大似然法估计确保了所估算样本信息

表1 随机前沿生产函数所需指标含义及其符号

指标名称	具体含义	符号	参考文献
R&D人员全时当量	高校R&D全时人员与非全时人员实际折算的工作量之和数	L_{it}	文献[13]
R&D经费内部支出	高校用于内部开展R&D活动的实际支出数	K_{it}	文献[13]
发明专利数	高校当年发明专利申请有效数	Y_{it}^1	文献[14]
转化专利数	高校当年专利所有权转让及许可有效数	Y_{it}^2	文献[14]
科研经费规模	高校R&D经费内部支出/高校个数	$scale_{it}$	文献[4]
政府支持力度	地区R&D经费/该地区当年生产总值	gov_{it}	文献[15]
技术市场活跃度	高校专利所有权转让及许可数/高校个数	$mark_{it}$	文献[16]
研究人员素质	高校R&D人员博士毕业数/R&D人员合计	$labor_{it}$	文献[17]
产学研合作强度	高校R&D经费中企业资金数/R&D经费内部支出数	$cooper_{it}$	文献[18]
从业人员结构	高校非R&D人员数/从业人员数	$struc_{it}$	文献[19]

注：R&D指研究与试验发展，包括基础研究、应用研究、试验发展三类活动。

能够得到充分合理的利用^[20]。超越对数生产函数(Translog生产函数)是C-D生产函数的改进式,其明显的优点是可以保证各要素之间的替代弹性是非确定的,同时也可以灵活选取生产函数内的各投入要素开展更具针对性的深入研究,交叉项则代表了各要素之间的可代替情况,具有许多常用经济学函数的一些特征^[21]。因此,考虑到Translog生产函数具备的明显优点,本文选择Translog生产函数作为随机前沿生产函数的显示式,在参考 Battese & Coelli^[22]模型的基础上,设定生产函数模型,如式(1)所示:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln L_{it} \times \ln K_{it} + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_5 (\ln K_{it})^2 + \beta_6 T + (V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

(i = 1, 2, \dots, 25; t = 1, 2, \dots, 11)

其中, β 为待估参数; Y_{it} 表示高校科技创新产出; L_{it} 表示高校的R&D人员全时当量之和; K_{it} 表示高校的R&D经费内部支出数; T 代表时间的变化趋势,反映因时间造成技术发生的趋势性变化; $V_{it} - U_{it}$ 是函数中的随机干扰项, V_{it} 表示随机变量,服从正态分布 $N(0, \sigma_v^2)$, U_{it} 反映影响高校创新效率的随机因素,即表示技术效率损失中无效率干扰项所占的部分,其服从单侧截断正态分布 $N(M_{it}, \sigma_u^2)$,并且与 V_{it} 相互独立。 M_{it} 对应的函数即为表示技术效率损失的函数, $e^{-M_{it}}$ 表示第 i 所高校第 t 年的技术效率水平, M_{it} 越大则表示技术效率越低。对于 U_{it} 中的 M_{it} , 其表达式如式(2)所示:

$$M_{it} = \delta_0 + \delta_1 scale_{it} + \delta_2 gov_{it} + \delta_3 mark_{it} + \delta_4 labor_{it} + \delta_5 cooper_{it} + \delta_6 struc_{it} + W_{it} \quad (2)$$

其中, $scale_{it}$ 表示各地区高校R&D经费平均数,用来代表高校科研经费规模; gov_{it} 代表各地区政府对R&D活动的支持力度; $mark_{it}$ 表示各地区高校专利转化数的均值,用来代表地区的技术交易市场活跃程度; $labor_{it}$ 表示高校R&D人员中博士学位者比重,代表高校研究人员素质; $cooper_{it}$ 表示R&D经费中企业资金比重,代表高校与行业内企业单位以技术合作形式开展产学

研活动的强度; $struc_{it}$ 代表高校内部的人员结构,即科研辅助人员所占比例。 δ 为待估参数, W_{it} 为服从正态分布的随机误差项。待估参数 γ 为:

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \quad (0 \leq \gamma \leq 1) \quad (3)$$

上述模型具有一些明显特征,即模型假设高校科技创新过程中的投入产出符合Solow增长分析框架,且允许每所高校的创新效率随时间的变化而变化。此外,判断上述模型设计是否符合高校科技创新的实际情况,需要根据式(1)中的技术无效率在随机扰动项中所占比重大小,即考察式(3)中 γ 的大小。当 γ 趋于 0 时,表明高校科技创新产出相对可能的最大产出之间存在的差值主要是由于不可控因素产生的噪声误差所导致,此类情况使用普通的最小二乘法(OLS)即可实现对生产参数的合理估计,完全无需构建SFA进行测算; γ 越接近于 1, 越能说明本文构建的随机前沿生产函数存在的误差主要是由于随机变量 U_{it} 所导致,此时运用SFA模型对高校创新效率进行估计也就越合适^[23]。

3 实证分析

3.1 模型验证

运用Colli编写的Frontier 4.1软件对上述设定的模型完成参数估计后,得到表2所示的运行结果。可以看到, δ^2 值分别为 0.089 和 0.215, 其 t 统计量均在 1% 的显著性水平下通过检验,这说明随机变量是显著存在的。 γ 值分别是 0.999 和 0.885, 且均在显著性水平为 1% 的情况下通过了检验,这说明高校科技创新中技术无效率干扰项 U_{it} 是明显存在的,同时 γ 值均较大,且与 1 接近,这表明主要是由于技术无效率因素导致了高校科技创新产出的偏差。 LR 值统计量在显著性水平为 1% 的情况下也通过检验,进一步说明高校科技创新过程中明显存在技术无效率因素的影响,充分表明本文构建的随机前沿生产函数模型是可靠有效的。

3.2 生产函数分析

表 2 为本文设定的SFA和技术效率损失函数

表 2 随机前沿生产函数模型估计结果

生产函数	发明专利数	转化专利数	技术效率损失	发明专利数	转化专利数
β_0	-23.888*** (1.889)	-32.451*** (1.039)	δ_0	2.726*** (0.370)	3.662*** (0.568)
$\ln L_{it}$	3.541*** (1.084)	7.066*** (1.329)	$scale_{it}$	0.0001** (0.000)	0.0001*** (0.000)
$\ln K_{it}$	1.742** (0.738)	0.163 (0.972)	gov_{it}	-0.016 (0.042)	-0.208*** (0.072)
$\ln L_{it} \times \ln K_{it}$	0.047 (0.146)	-0.401* (0.218)	$mark_{it}$	-0.101*** (0.016)	-0.393*** (0.020)
$\ln L_{it} \times \ln L_{it}$	-0.207 (0.137)	-0.097 (0.187)	$labor_{it}$	-1.962*** (0.469)	-0.144 (0.692)
$\ln K_{it} \times \ln K_{it}$	-0.061 (0.048)	0.166** (0.076)	$cooper_{it}$	0.934*** (0.217)	-0.371 (0.380)
T	0.056*** (0.011)	0.052*** (0.016)	$struc_{it}$	-1.560*** (0.322)	-1.364*** (0.512)
观测值	275	275	δ^2	0.089*** (0.007)	0.215*** (0.020)
			γ	0.999*** (0.000)	0.885*** (0.042)
			LLF	-49.874***	-160.331***
			LR	-116.381***	242.114***

注：*、**、***分别代表 10%、5%、1% 水平上显著；括号内为估计值的标准误。

的参数估计结果。代表高校人力投入的 R&D 人员全时当量的产出弹性系数均在 1% 的水平上显著，且对高校科技创新产出为正向作用，其值分别为 3.541 和 7.066，即高校人员投入每增加 1%，发明专利及转化专利产出将分别增加 3.541% 和 7.066%。代表资金投入的 R&D 经费内部支出的产出弹性系数分别为 1.742 和 0.163，其中仅在发明专利作为产出指标时通过检验，但仍可判断出增加资金投入对于发明专利产出的正向作用明显大于转化专利产出。对于交互影响，仅在转化专利作为产出指标时，人力与资金投入的交互项和资金的乘积效应分别在 10% 和 5% 的水平下显著，对于转化专利产出的作用分别为负向和正向影响，其余交互项则均未通过检验。结果说明，我国高校目前的人力及资金投入仍显不足，应当稳步增加高校科研资源的投入，增加人力投入带来的创新效率提升效果明显优于增加资金投入，增加人力投入是更优选择。

3.3 技术效率损失函数分析

从表 2 的系数计算结果来看，高校外部环

境的影响因素中，科研经费规模对创新效率为负向影响但极为有限，而政府支持力度及技术市场活跃度为正向影响；高校内部环境的影响因素中，研究人员素质及从业人员结构对创新效率为促进作用，而产学研合作强度对以发明专利和转化专利作为产出指标时的高校创新效率分别具有抑制作用和促进作用。从各影响因素的弹性系数大小来看，对于发明专利产出而言，研究人员素质及从业人员结构是主要影响因素，其弹性系数分别为 -1.962 和 -1.560。而对于转化专利产出而言，从业人员结构是主要影响因素，其弹性系数为 -1.364。其中，科研经费规模对高校创新效率呈负向影响说明当高校平均科研经费高于规模边界值时，受限于高校科研管理能力及水平，科研经费的规模效应将出现递减现象，出现科研经费冗余的规模非有效情况，造成高校创新效率的降低；产学研合作强度对不同产出指标下的高校创新效率具有不同作用说明高校强化产学研合作将会促进高校与企业达成以发明专利申请权转让为主要合作形式的校企合作，进而推动高校科技

成果的转化应用,此情况将造成高校发明专利产出统计值的降低,而并非是实际产出的减少。结果显示,加大政府支持力度、提升技术市场活跃度、提高研究人员素质及优化从业人员结构将提升高校创新效率,以优化高校从业人员结构最为关键,注重高校科研资源配置能力的提升。

3.4 创新效率的差异性分析

各省的高校创新效率的均值大小如表3所示,结果表明地区差异明显。按照一般地域划分来看,东部地区高校创新效率值最高且明显高于其他3个区域,第二为西部地区,第三为中部地区,但这两个地区的效率值差距较小,而东北地区高校创新效率显著低于全国平均值;比较各省的效率值差异,效率值最高的江苏省在不同产出指标下的效率值分别为0.761和0.584,远高于全国均值及处于第二名的浙江省(0.587,0.383),效率值最低的吉林省在不同产出指标下的效率值分别为0.228和0.062,显著低于全国平均水平,其中尤以转化专利作为产出指标时的效率值差异最为明显。结果显示,国家急需采取针对性措施加强各区域高校科技创新的协调发展,避免地区差异的进一步扩大。

高校创新效率年度均值随时间的变化趋势如图1所示。发明专利作为产出指标时,高校创

新效率在2009—2016年表现出明显的上升趋势,但在2016年后开始下降,原因可能是教育部2016年实施了《促进高等学校科技成果转移转化行动计划》等政策,明确规定了高校完善各项科技成果转化管理制度和畅通科技成果转化渠道等具体任务,高校科技成果转化环境极大优化,产学研合作进一步加强,发明专利等科研成果的申请权及所有权转移至企事业单位,这在一定程度上造成了高校发明专利申请数的减少,但并不代表高校实际创新效率的下降;转化专利作为产出指标时,高校创新效率在2009—2015年整体呈现下降趋势,其后明显上升,特别是在2015—2017年及2018—2019年出现大幅上升,原因可能是《促进科技成果转化法》在2015年修订实施后,国家相关部门相继发布实施了配套的推动科技成果转化政策,高校科技成果转化效率因此不断提升。总体而言,目前高校专利成果产出与转化正在逐步实现协调发展,但仍存在一定差距,高校科技成果转化工作还需加强,以促使高校科研成果产出与转化尽快实现协调发展。

4 结论与建议

4.1 结论

本文运用SFA方法测算了全国25个省份

表3 2009—2019年全国各地区高校创新效率均值

地区	发明专利数	转化专利数	地区	发明专利数	转化专利数
全国	0.387	0.200	甘肃	0.313	0.146
北京	0.391	0.195	广西	0.518	0.192
福建	0.485	0.233	贵州	0.290	0.084
广东	0.355	0.156	河南	0.484	0.176
河北	0.251	0.272	陕西	0.522	0.236
江苏	0.761	0.584	四川	0.268	0.183
山东	0.416	0.184	云南	0.434	0.109
上海	0.399	0.234	重庆	0.390	0.327
天津	0.308	0.108	西部地区	0.403	0.182
浙江	0.587	0.383	安徽	0.315	0.186
东部地区	0.439	0.261	湖北	0.377	0.262
黑龙江	0.309	0.127	湖南	0.338	0.129
吉林	0.228	0.062	江西	0.329	0.115
辽宁	0.300	0.118	山西	0.299	0.214
东北地区	0.279	0.102	中部地区	0.332	0.181

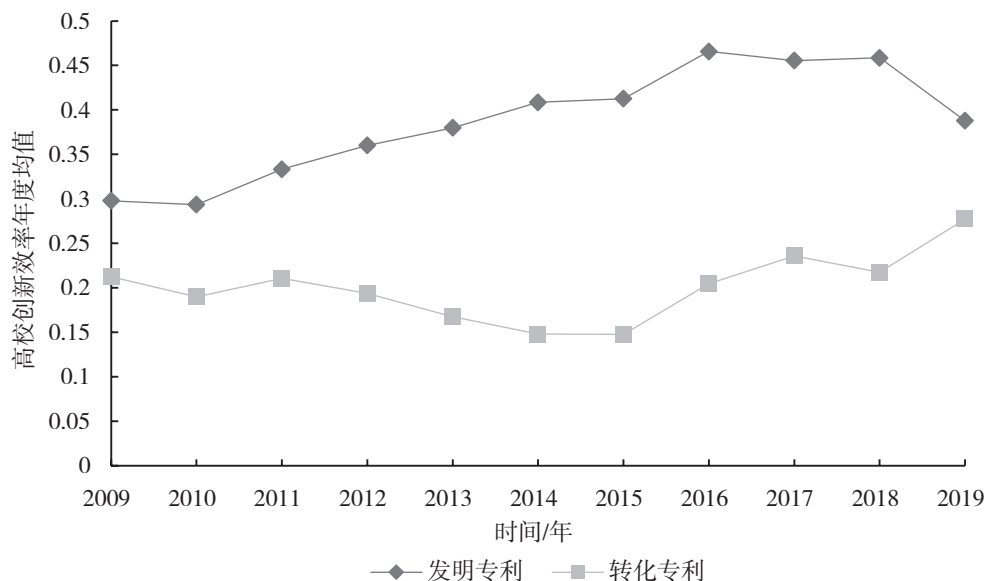


图1 2009—2019年全国高校创新效率年度均值变化趋势

2009—2019年期间的理工农医类高校的创新效率，重点考察了科技成果产出与转化的影响因素及协调水平。主要研究结论：一是中国高校创新效率的地区差异较为明显，其中尤以转化专利为产出时的创新效率差异最为明显，各地区高校发展协调性需进一步强化；二是增加高校科技创新的人力及资金投入对专利产出及转化仍具促进作用，其中增加人力投入明显优于增加资金投入；三是高校科技创新的专利产出与转化效率值之间的差距自2015年后开始逐步缩小，国家科技成果转化政策对高校专利转化具有明显的促进效果，但也会造成高校发明专利产出效率数值的降低；四是高校从业人员结构的优化配置是创新效率提升的关键因素，对高校发明专利的产出及转化效率均具有明显的正向作用。

4.2 建议

(1) 在政府方面

一要加大高校科技创新投入。强化高校产学研合作引导社会资本参与高校科技创新活动，拓宽科技创新资金来源，注重增加对落后地区高校的科技创新资源投入以缩小各地区高校的差距，并加强高校科技创新人才的培养与吸纳，通过创新人才招引方式等办法提升高校科研人员的数量与质量，提高高校科研资金与人力的匹配程度。

二要优化完善高校科技创新政策体系。强化政策引导推动高校科技成果转化，鼓励开展面向市场需求的科研活动，改革高校考核评价体系，纳入科技成果转化绩效指标，兼顾科研成果的质量与数量，设置长期化、多元化的考核指标以适应新时代下高校科技创新活动的变化，同时建立完善区域联动发展机制，并对落后地区高校予以差异化的政策倾斜，进一步促进全国各地区高校的协调发展。

(2) 在高校方面

一要合理设置高校内部人员结构。注重各层级人才培养的协同推进，尤其重视青年人才的培育，搭建更加完备合理的人才梯队，有效运用人员聘用自主权，重视技术转移人才等科研辅助服务人员的培养与引进，合理设置科研辅助服务人员比例。

二要提升高校科研管理能力和水平。注重信息化手段在高校科研管理中的应用，建立沟通反馈机制针对性解决高校科研管理不足，简便优化科研管理工作流程，提高科研管理工作效率，同时建立校内各职能部门的常态化沟通协调机制，多部门协同制定科研管理制度，充分整合各相关部门职能，系统化管理高校科研资源及科研成果，提高科研资源配置及科研成果运营效率。

参考文献

- [1] 蔡跃洲. 科技成果转化的内涵边界与统计测度[J]. 科学学研究, 2015, 33(1): 37-44.
- [2] 沈健. 我国大学专利转化率过低的原因及对策研究[J]. 科技管理研究, 2021, 41(5): 97-103.
- [3] 朱恬恬, 卢雅华, 张跃军. 两阶段视角下中国高校创新效率的溢出效应研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2021, 21(2): 130-142.
- [4] 马聪颖, 吴宏超. 一流大学建设高校科技创新效率: 差距、影响因素与提升路径[J]. 高教探索, 2021(2): 53-61.
- [5] JOHNES J. Measuring efficiency: a comparison of multilevel modelling and data envelopment analysis in the context of higher education[J]. Bulletin of economic research, 2006, 58(2): 75-104.
- [6] 李滋阳, 李洪波, 王海军, 等. 高校科技创新效率及影响因素探讨: 基于随机前沿函数的分析[J]. 中国高校科技, 2020(9): 30-34.
- [7] 于志军, 杨昌辉, 白羽, 等. 成果类型视角下高校创新效率及影响因素研究[J]. 科研管理, 2017, 38(5): 141-149.
- [8] 朱恬恬, 胡霞, 彭华荣. “双一流”建设高校的全要素科技创新效率研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20(6): 163-169.
- [9] 陈琳, 岳振兴. 基于随机前沿分析理论的行业特色型大学科研效率评价研究[J]. 高校教育管理, 2018, 12(4): 73-80.
- [10] 宋维玮, 邹蔚. 湖北省高校科技创新效率评价研究[J]. 科研管理, 2016, 37(S1): 257-263.
- [11] MIYATA Y. An analysis of research and innovative activities of universities in the United States[C]//SHA-VININA L. The international handbook on innovation. Amsterdam: Pergamon, 2003: 715-738.
- [12] 高擎, 何枫, 吕泉. 产学研协同创新背景下高校科技创新效率研究: 基于我国重点高校面板数据的实证分析[J]. 研究与发展管理, 2020, 32(5): 175-186.
- [13] 王晓珍, 蒋子浩, 郑颖. 高校创新效率动态演进分析及影响因素识别: 基于非参数核密度估计和SFA模型[J]. 统计与信息论坛, 2018, 33(9): 81-87.
- [14] 姜春, 陈红喜, 罗利华, 等. 科技成果转化政策在高校的传导阻滞与反阻滞: 基于在宁24所高校的扎根情报[J]. 情报杂志, 2018, 37(6): 197-207.
- [15] 卢伟, 张海军. 地方高校科技成果转化绩效影响因素研究: 以辽宁省30所高校为例[J]. 中国高教研究, 2019(11): 48-54.
- [16] 柯亮, 姚聪莉. “双一流”建设高校科技创新效率及时空分布特征研究[J]. 自然辩证法通讯, 2021, 43(5): 102-110.
- [17] 覃雄合, 杜德斌, 刘树峰, 等. 中国省际高校科研成果转化效率时空格局与影响因素: 基于网络SBM模型的评价[J]. 地理研究, 2017, 36(9): 1641-1652.
- [18] 林青宁, 毛世平. 高校科技成果转化效率研究[J]. 中国科技论坛, 2019(5): 144-151, 162.
- [19] 哈巍, 于佳鑫. 辅助人员对科研生产力的影响: 以中国科学院为例[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2019, 37(1): 83-94, 168.
- [20] 易明, 彭甲超, 吴超. 基于SFA方法的中国高新技术产业创新效率研究[J]. 科研管理, 2019, 40(11): 22-31.
- [21] 雷风搏. 基于SFA方法的高校创新效率测评研究与对策建议[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.
- [22] BATTESE G E, TESSEMA G A. Estimation of stochastic frontier production functions with time-varying parameters and technical efficiencies using panel data from Indian villages[J]. Agricultural economics, 1992, 9(4): 313-333.
- [23] 黄炜, 程慧平. 我国人文社会科学学术论产出效率研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(4): 137-140.