

区域科技创新资源配置系统 结构方程模型及模式选择

王雪原,王宏起

(哈尔滨理工大学 经济管理学院,哈尔滨 150080)

摘 要:为有效掌握区域科技创新资源配置结构,科学、客观地制订区域科技政策,以促进科技创新资源的有效利用,本文从配置系统主体的角度出发,建立了配置系统结构方程模型,利用 2001—2005 年我国 31 个省市的相关科技指标数据进行拟合计算,在完成效度与信度检验的基础上,依据拟合结果分析了主体结构及其对配置系统运行效果的影响,并进一步提出应根据我国当前情况采用基于科技计划的科技创新资源配置模式,以有效提高科技创新资源的配置效率。

关键词:区域科技创新资源配置;结构方程模型;配置模式;科技计划

中图分类号:F204

文献标识码:A

文章编号:1002-980X(2008)12-0036-07

在知识经济时代,科技创新成为决定国家综合竞争力的重要因素。科技创新资源作为科技创新的保障与基础,受到各国、各区域政府的重视。根据“系统结构决定系统功能”的系统科学原理,优化区域科技创新资源配置系统结构将会促进配置系统功能的提升。当前的配置系统的结构是一定阶段的产物,是科技创新资源不断积聚结果的反映。为了实现其结构的优化,必须根据区域科技发展的现实情况、功能演进方向和当前的系统结构来科学地确定结构调整与优化模式,以促进科技创新资源的有效利用和区域科技创新能力的提升。

区域科技创新资源配置系统结构主要包含配置系统主体结构、客体结构以及主体与客体作用结构 3 个方面。由于配置主体对系统运行效果具有能动性影响,因此掌握主体与主体间的作用关系成为确定科技创新资源配置模式的关键。结构方程模型,也常被称为结构方程建模,是基于变量的协方差矩阵来分析变量之间关系的一种统计方法,它整合了路径分析、因子分析与一般统计检验方法,可分析变量之间的因果关系,具有因子分析与路径分析的优点,现已成为新一代的十分重要的数据分析工

具^[1-2]。为此,本文运用结构方程模型来分析区域科技创新资源配置系统的主体结构,并确定其配置模式,以为科学调整配置系统结构和确定科技创新资源配置模式提供决策支持。

1 配置系统结构方程模型的构建基础分析

1.1 配置主体的行为及特点

政府、企业、高校与科研院所作为配置系统中重要的 4 个配置主体,其科技活动行为将会影响区域科技创新资源配置系统的运行效果。

1) 企业是利用科技创新资源进行技术创新的主体。企业通过对市场和技术需求的把握,可以有针对性地选择适宜的研究开发对象,通过自主开发或与高校及科研院所联合来利用外部科技创新资源,尽快开发出具有市场竞争力的产品与技术成果。由于企业研发的目的是开发新产品和新技术,提高其市场竞争力和赢利水平,所以企业注重整合内外科技创新资源,重视加强技术开发研究和部分应用研究,并能够主动、快速地将产品和技术成果推向市场,实现科技成果的市场价值与经济效益。企业这种特定的行

收稿日期:2008-10-28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70473020);黑龙江省科技攻关计划项目(GC06J404);黑龙江省自然科学基金项目(G200608)

作者简介:王雪原(1981—),女,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学经济管理学院博士研究生,研究方向:高新技术发展与战略管理;王宏起(1958—),男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向:高新技术发展与战略管理。

为使其成为区域科技创新系统中的技术创新主体。

2) 高校与科研院所是利用科技创新资源进行知识创新的主体。高校与科研院所主要从事基础研究和部分应用研究,一般不直接从事商业活动,对市场的敏感性较弱,但是其对研究领域前沿和技术发展动态的了解与把握要强于企业。高校拥有不同专业的学科带头人、创新团队以及大批的博士生、硕士生群体,科技人力资源丰富,其已成为科技创新系统中科技人力资源的供给源。高校与科研院所的先进实验设备、实验室、图书馆等科技创新物力资源则为科技知识创新工作提供了良好的平台和有力的支持,其良好的学术氛围有利于创新知识和思想的传播与再创造。上述特点与优势使高校与科研院所成为科技创新资源配置系统中知识创新的主要力量。

3) 区域政府是引导和参与科技创新资源配置并为了提高其效率而提供保障与支撑的主体。政府主要

提供科技创新的财力资源与信息资源,并从战略高度充分考虑国家的政策和规划以及区域经济和社会的现实情况,确定区域科技创新资源的配置方向与领域。政府通过政策行为来引导、带动企业和公众投入更多的资金进行科技创新活动,如:地方政府可以通过编制科技计划等方式来支持相关科技创新团队进行研究开发,鼓励产学研联合研究,促进企业集群发展;通过一系列监督、检查与审核的手段保障科技创新资源的有效利用和科学配置;通过完善的科技创新环境和平台来支持科技成果转化等措施,提高区域科技创新效率和科技成果产业化水平。

地方政府作为宏观配置主体不直接参与科技创新活动,而企业、高校与科研院所作为微观主体则投入人力、财力、物力和信息等科技创新资源来开展知识、技术与产品的创新活动。上述 4 方参与科技创新资源配置的具体行为及特点如表 1 所示。

表 1 资源配置系统主体的行为和特点

内容	宏观配置主体	微观配置主体	
	政府	企业	高校和科研院所
关注重点	区域科技创新资源配置总体优化	充分利用企业内外部的科技创新资源	科技项目、科技经费、团队建设
目的	提高区域科技创新资源利用率	提高创新效率,实现经济目标	多出科技成果,服务社会
作用	整体规划,宏观指导,公共支持	技术创新,市场价值实现	知识创新,人才培养
地位	顶层管理	创新体,且是创新主体 ^[3-4]	创新体
行为方式	制订和组织实施科技政策和科技计划,建立科技信息平台	高新技术及产品开发,市场开拓	科技项目研究,提供技术、人才、信息支持
资源条件	科技经费,政策,需求信息	技术与产品开发基础,研发队伍,研发经费,市场信息	优势学科,创新团队,专利及成果,创新平台,科技信息
关系	向微观主体配置科技经费,引导其参与科技计划		
		接受政府科技计划任务,匹配科技资源,完成科技项目,反馈需求信息	

1.2 配置系统结构方程模型的构建

由于上述 4 个主体在配置系统中发挥着不同的作用,缺一不可,因此从区域科技创新主体角度划分,可将高校科技活动行为、企业科技活动行为、科研院所科技活动行为以及政府部门科技活动行为作为配置系统结构方程模型中的 4 个潜变量。同时,政府、企业、高校与科研院所以不同的行为方式参与区域科技创新资源配置活动,直接影响配置系统的运行效果,鉴于此,选择区域科技创新资源配置系统运行效果作为区域科技创新资源配置系统的第 5 个潜变量。

在配置系统中,4 个配置主体之间存在相互影响与作用的关系,如:企业增加人力、财力资源投入,加强与高校、科研院所的合作创新,将导致高校与科研院所增加对科技创新人力与财力资源的投入;政府增加科技经费投入对企业、高校与科研院所的创新活动行为将产生积极影响;高校与科研院所加强

科技创新活动时,不仅会得到政府更多的支持,而且也会对企业提供更多的科技成果与技术支持。由此,本文得到如图 1 所示的区域科技创新资源配置系统结构方程模型的构架。

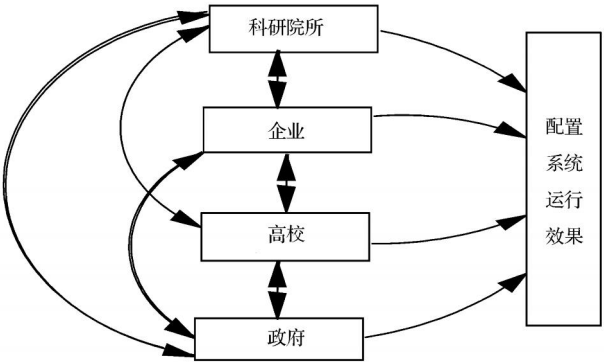


图 1 区域科技创新资源配置系统结构方程模型构架

为了能够有效利用结构方程模型来检验配置主体对配置系统运行效果的影响程度,本文提出如下

研究假设:

H1: 科研院所的科技活动行为对配置系统运行效果产生正向直接影响。

H2: 企业的科技活动行为对配置系统运行效果产生正向直接影响。

H3: 高校的科技活动行为对配置系统运行效果产生正向直接影响。

H4: 政府的科技活动行为对配置系统运行效果产生正向直接影响。

2 潜变量指标选择与数据分析

2.1 潜变量指标的选择

以上确定的资源配置系统的潜变量无法被直接测量,需要通过其他指标来反映。由于配置主体的科技活动行为对配置系统运行效果的影响是通过控制与调整客体的配置方向与利用效率来实现的,因此可通过主要配置客体(科技经费和科技人员)来反映配置主体(政府、企业、高校与科研院所)的行为。

1) 地方科研院所具有根植性,是直接为地方科技与经济发展服务的,为此,选择地方科研院所科技活动人员数和地方科研院所 R &D 经费支出来反映科研院所的科技活动行为。

2) 选择企业科技活动人员数与企业 R &D 经费支出来反映企业科技活动行为。由于《中国科技统

计年鉴》中未给出上述两个指标的数据,因此以区域 R &D 经费支出与高校、科研院所 R &D 经费支出之差作为企业 R &D 经费支出指标值;同理,可以获得企业科技活动人员数指标的值。

3) 选择高校 R &D 经费支出与高校科技活动人员数来反映高校的科技活动行为。

4) 由于政府作为科技创新资源的宏观配置主体,主要通过科技经费投入来影响配置系统的运行效果,而不直接投入科技活动人员来参与具体的创新活动,因此选择科学事业费和地方政府科技三项费用支出来反映政府科技活动行为。

此外,由于专利是区域投入科技创新资源从事创新活动的最直接成果,是提高区域科技竞争实力的关键,因此,考察配置系统专利的产出情况对于衡量资源配置效果与利用效率具有重要意义。同时,区域技术市场的交易额和高新技术产值可反映一个区域科技创新成果的适用性及其创造市场价值、经济价值的能力,是科技对区域经济发展所具有的推动作用的重要体现,因此选择专利申请授权量、技术市场成交合同金额及高技术产业规模以上企业产值这 3 个指标来反映配置系统的运行效果。

配置系统结构方程模型中各潜变量的测量指标如图 2 所示。

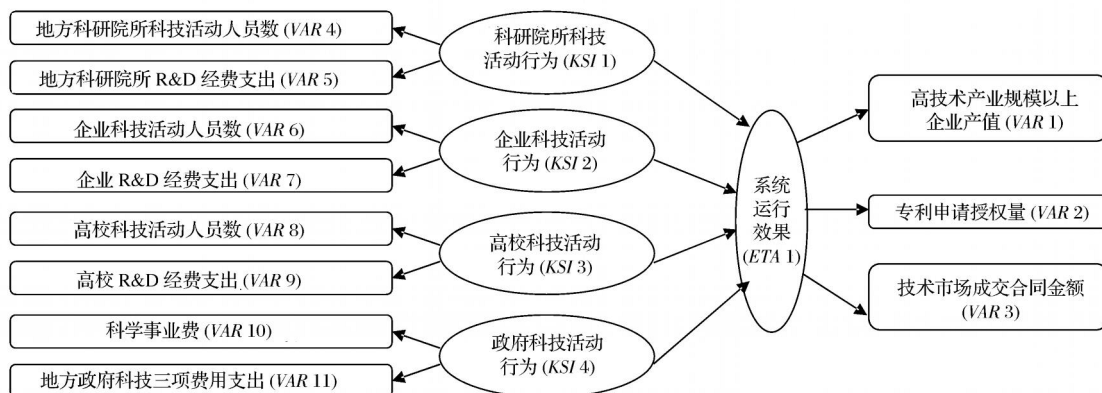


图 2 区域科技创新资源配置系统结构方程模型的潜变量及其测量指标

结构方程建模要求模型中每个潜变量应至少有 3 个指标,如果只有 2 个指标,则这些潜变量要与其他潜变量相关,这样模型才可识别。上述结构方程模型中,虽然每个配置主体科技活动行为潜变量只有 2 个指标,但是这 4 个潜变量之间相互关联,所以满足建模要求。

2.2 数据选择与处理

本文采用 2001—2005 年《中国科技统计年鉴》

中 31 个省份的相关科技指标值作为基础数据,对我国当前区域配置系统的结构进行拟合分析。由于有些样本数据不符合拟合要求,因此要对其进行处理。

1) 在获得的样本数据中,有少量样本数据异常,其数值远远高于其他省份,不利于找出一般规律,所以将这些离群值从样本中剔除。本文删除了如下数据样本:2001 年北京、山东、广东的数据样本;2002 年北京和广东的数据样本;2003 年北京、广东、上

海、浙江的数据样本;2004 年北京、广东、上海、浙江与江苏的数据样本;2005 年北京、上海、广东、浙江与江苏的数据样本。

2) 在获取的样本数据中,青海、西藏样本存在数据缺失现象,由于不属于随机缺失,因此利用 PRELIS 软件并采用期望最大化法(EM)对缺失样本数据进行估算。

3) 为了使指标规范化,对其进行无量纲处理,采用的公式如下:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \circ$$
 (1)

4) 结构方程模型中常用的估计方法是最大似然

估计法,其要求变量是多元正态分布^[5-6]的,但现实中多元正态分布假设很难满足,为此本文采用 PRELIS 软件对规一化后的数据进行正态化转换,从而得到模型拟和所用的最终数据。

3 配置系统结构方程模型的拟合及效果分析

3.1 配置系统结构方程模型的拟合

对配置系统结构方程模型进行两次拟合,得到的拟合指数结果如表 2 所示。

表 2 模型拟合指数标准与两次拟合值

拟合指数	绝对拟合指数				相对拟合指数			简约拟合指数
	χ^2 / df	RMS EA	RMR	GFI	NFI	NNFI	CFI	PNFI
标准	< 3	< 0.08	< 0.035	> 0.90	> 0.90	> 0.95	> 0.90	> 0.50
拟合 1	2.423	0.079	0.00189	0.904	0.980	0.980	0.988	0.570
拟合 2	2.262	0.078	0.00175	0.908	0.980	0.980	0.988	0.588

由表 2 中的数据可知,两次拟合得到的结果全都满足拟和指数要求。为了进一步考察参数的显著性,对其进行 t 检验。若 t 值大于 1.96,则表示参数已经达到 0.05 的显著水平;若 t 值大于 2.58,则表示该参数已经达到 0.01 的显著水平^[7]。因为第一次拟合中高校对区域科技创新资源配置效果影响的 t 值为 1.64,未能达到 0.05 的显著水平,所以第二次拟合时将高校与配置系统运行效果的正向直接影响关系除去,拟合后得到的模型整体结构图与 x 结构图见图 3 与图 4。第二次拟合在增加自由度的同时,卡方值没有出现恶化现象,得到的拟和指数要优于第一次拟和结果。

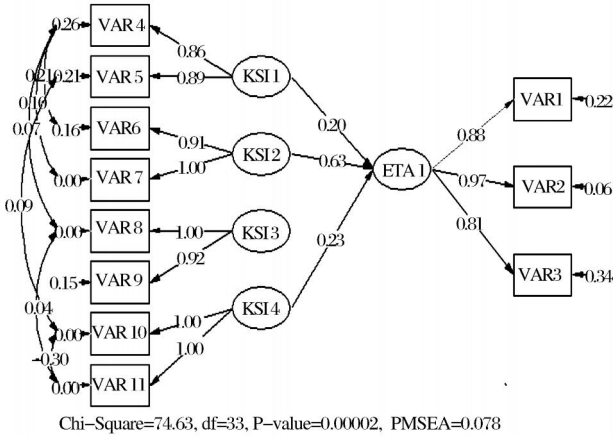


图 3 第二次拟合得到的结构图及标准化系数

根据第二次拟合得到的满足要求的配置系统结

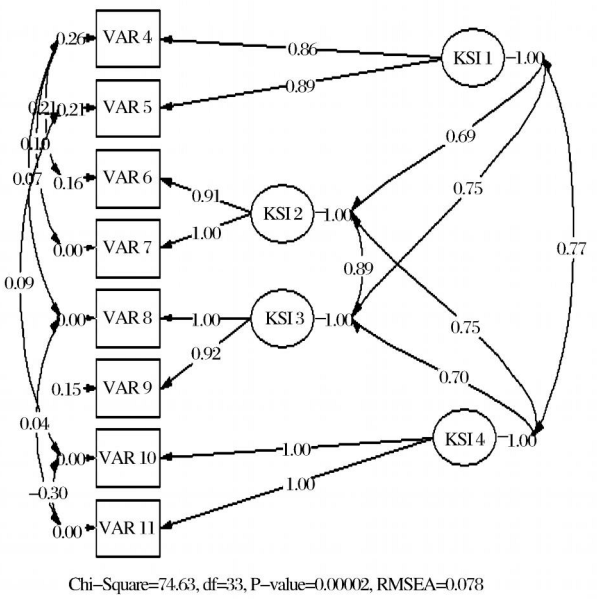


图 4 模型的 x 结构及标准化系数

构模型,对先前做出的假设进行判别,具体见表 3。

表 3 研究假设的验证结果

研究假设	标准化参数估计值	T 值	验证结果
H1	0.20	3.46	支持
H2	0.63	9.96	支持
H3	—	—	否定
H4	0.23	4.72	支持

注:“—”表示高校的科技活动行为对配置系统运行效果没有直接影响。

3.2 配置系统结构方程模型的效果分析

1)模型的效度分析。由于模型的负方差、负测量误差、标准误差等参数值没有明显的不合理现象,模型的绝对拟合指数、相对拟合指数以及简约拟合指数符合要求标准,同时标准化系数显著,由第二次拟合得到的结构图的标准化系数可知,指标在潜变

量上的标准化系数全部在 0.8 以上,说明潜变量能很好地反映指标,因此该模型具有良好的效度。

2)变量的信度分析。多元相关平方 (SMC) 即测量指标 R^2 值反映了每一个测量指标能够被潜变量解释的程度。各潜变量测量指标的 R^2 值见表 4。

表 4 潜变量测量指标的 R^2 (SMC) 值

指标	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6
R^2	0.817	0.949	0.626	0.666	0.797	0.844
指标	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	
R^2	0.651	0.973	0.893	0.929	0.782	

SMC 越高,真分数所占的比重越高,则信度越高。由表 3 可知,各测量指标的 R^2 值都在 0.6 以上,因此变量具有良好的指标信度。在分析了单个测量指标的信度后,应进一步分析每个潜变量的信度。本文采用 Cronbach's α 系数来计算组合信度 (CR),具体公式如下:

$$CR = (\sum \lambda^2 / [(\sum \lambda^2 + \sum \theta_j)]。$$
 (2)

式(2)中: λ 为标准化系数; θ_j 是第 j 项的测量误差。经计算得到的 5 个潜变量的组合信度见表 5。

表 5 潜变量的组合信度

潜变量	ETA 1	KSI 1	KSI 2	KSI 3	KSI 4
组合信度 CR	0.92	0.87	0.96	0.96	1.00

一般认为,组合信度应当大于或等于 0.50。从表 4 可以看出,各潜变量的组合信度远远高于 0.50,表明模型通过了信度检验。

4 区域科技创新资源配置模式的选择

1)研究假设的验证结果分析。通过模型拟合分析,本文所设置的 4 个研究假设中有 3 个被证实、1 个被否定,即高校的科技活动行为对区域科技创新资源配置系统运行效果有直接正向影响的假设被否定。这说明,目前在我国区域科技创新资源配置系统中丰富的高校科技资源尚未较好地被转化为现实生产力,因此,高校应当积极参与产学研合作,提高其科技成果的市场适用性与应用价值,以有效发挥科技对经济发展的促进作用。

科研院所的科技活动行为对配置系统的运行效果产生正向直接影响的假设被证实,但其影响程度相对较弱。这是由于地方属科研院所往往存在科技发展经费不足、科技人员流失以及科技创新资源利用效率较低等问题,在国家科技体制改革的过程中,其或被合并,或转制成企业,这导致地方属科研院所

的数量下降,其在区域科技创新资源配置系统中的地位降低、对配置系统的影响能力减弱。但是,地方属科研院所对配置系统仍具直接的正向影响作用,因此,提高科研院所技术创新的地方特色与研究水平、发挥其为区域科技与经济发展服务的功能仍利于实现科技创新资源的优化配置以及利用效率的提高。

企业的科技活动行为对区域科技创新资源配置系统的运行效果产生正向直接影响的假设被证实,影响系数为 0.63。这表明企业作为系统的配置主体,其根据市场变化与需求来确定资源配置方向、开展技术创新、促进成果推广与产业化等活动,据此可对配置系统运行效果产生重要影响。为进一步优化区域科技创新资源配置,应鼓励企业加大科技创新资金投入,有效发挥企业的配置主体作用,提高资源的利用效率,并通过企业行为实现科技创新成果的市场价值与经济价值。

政府的科技活动行为对区域科技创新资源配置系统的运行效果产生正向直接影响的假设被证实,影响系数为 0.23,仅次于企业。这说明目前政府作为创新资源配置系统中重要的宏观配置主体,其对配置系统运行效果仍具有重要影响。鉴于此,政府应当充分发挥自身的引导作用,整合区域科技创新资源,对科技主导产业与科技辐射区等进行重点支持,促进企业、高校与科研院所之间的资源整合与利用,通过发展产业集群、建立产学研联盟来实现区域科技创新资源的有效流动与共享,以提高区域科技创新能力,实现区域经济的跨越式发展。

2)配置主体影响程度的分析。模型拟合结果显示,科研院所对企业、高校的影响作用相对较低,而政府对企业、高校与科研院所的影响程度居于中间位置,其中政府对高校与科研院所的影响程度较强。

这是因为:高校与科研院所多从事基础性研究与前沿性技术探索,其公共性与外部性显著,而利用市场获得成本补偿与收益的能力较弱,对政府的依赖性较强,因此政府行为对其产生的影响显著;企业的科技活动经费来源于自筹、贷款、风险投资与政府科技经费支持等多种渠道,其对政府的依赖性相对较弱,因此政府对企业的影 响程度要低于其对高校与科研院所的影响程度。企业与高校之间的影响系数达到 0.89,是所有影响关系中最密切、影响程度最高的一组。企业与高校之间存在较强的优势互补性,因此在促进自身发展的同时,可通过合作与联盟来促进各方具有优势的科技创新资源实现有效整合^[8-9],以提高区域配置系统的配置效果。

3) 基于科技计划的区域科技创新资源配置模式的选择。通过上述分析可知,政府对配置系统的直接正向影响系数在绝对控制以下,处于政府引导配置阶段,而科技计划是政府引导科技创新资源优化配置的重要宏观战略手段^[10-11],因此可根据科技发展规划并结合区域科技创新资源的优势与特色来引

导科技创新资源按照一定的目标和方向流动与整合,以实现配置系统结构的优化和科技创新资源利用效率的提升。

政府在利用科技计划及项目经费对配置系统产生影响时,通常首先根据科技规划、技术预测和区域科技发展实际需求来确定优先支持领域与优先支持地区,并制订科技计划项目指南;进而依据企业、高校与科研院所承担科技计划项目的情况来提供科技经费支持,通过科技计划过程来管理,从而影响企业、高校与科研院所等创新体的科技活动行为,实现区域科技创新资源的优化配置及有效利用水平的提高。

企业、高校与科研院所在独立研究与开发的基础上,通过对外科技合作不断影响彼此之间的配置与创新活动,通过优势资源整合,在创造更多的科技创新成果、实现更多的经济效益后,通过财政税收等方式来增加政府的科技收入。区域科技创新资源配置系统的循环过程如图 5 所示。

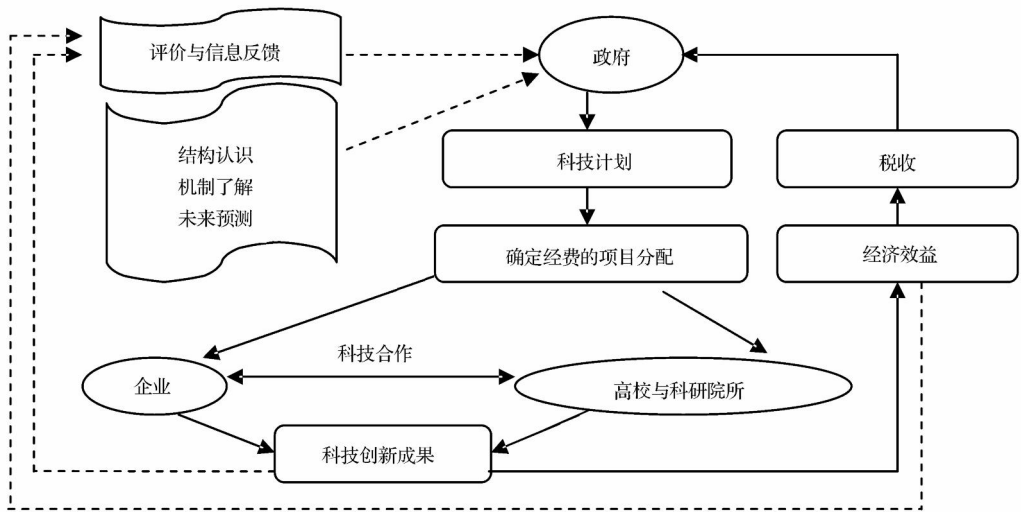


图 5 区域科技创新资源配置系统的循环过程

5 结论

本文通过对配置系统结构方程模型的构建基础进行分析,设计了模型的潜变量和有关观测指标,构建了配置系统结构方程模型,并利用 2001—2005 年我国 31 个省市的相关统计数据进行拟合计算,得出如下结论:当前政府在区域科技创新资源配置中发挥着重要的作用,其对区域配置效果仍具有重要影响;企业在区域科技创新资源配置系统中已成为最重要的配置主体;科研院所的科技活动行为对配置

系统的运行效果有一定的影响;高校对企业科技活动行为有正向影响,且影响程度较强,可通过与企业进行合作来间接影响配置系统的运行效果。本文认为,当前我国各级政府应充分利用科技计划,加强对科技创新资源的引导与优化配置,有效发挥企业配置主体的作用,通过产学研合作,整合高校和科研院所的优势科技创新资源,最终提高区域科技创新资源的利用效率。

参考文献

- [1] 程开明. 结构方程模型的特点及应用[J]. 统计与决策, 2006(10):22-24.
- [2] 宁禄乔. 结构方程模型迭代算法研究[J]. 系统工程学报, 2007(1):84-87.
- [3] 姚先国.“企业本位论”反思[J]. 中国工业经济, 2004(4):76-81.
- [4] 郭义钧. 论国有大企业集团的市场化——学习蒋一苇的企业本位论[J]. 中南财经大学学报, 2000(6):5-11.
- [5] 肖东生. 结构方程模型对企业组织创新人因风险的识别[J]. 系统工程, 2006(8):78-82.
- [6] 李永强. 城市竞争力评价的结构方程模型研究[M]. 西南财经大学出版社, 2006(5):179-184.
- [7] 李东进, 杨凯, 周荣海. 消费者重复购买意向及其影响因素的实证研究[J]. 管理学报, 2007(9):654-659.
- [8] WIETHAUS L. Cooperation or competition in R & D when innovation and absorption are costly[J]. Economics of Innovation & New Technology, 2006, 15(6):569-589.
- [9] SANTORO M D, BIERL Y P E. Facilitators of knowledge transfer in university-industry collaborations: a knowledge-based perspective[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2006, 53(4):495-507.
- [10] 魏海燕. 科技计划的评估方法及其应用研究[J]. 科研管理, 2007(3):26-29.
- [11] 贺亚力. 放大科技计划正外部效应途径分析——芬兰科技计划组织机制对我国的启示[J]. 科学学研究, 2006(12):490-493.

Pattern Selection and Structural Equation Modeling of Regional Science and Technology Innovation Resource Allocation System

Wang Xueyuan, Wang Hongqi

(School of Economics & Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract : In order to master regional science and technology innovation resource allocation structure, and to make scientifically and objectively regional science and technology policy to promote the efficient utilization of regional science and technology innovation resources, this paper establishes the structural equation model of regional science and technology innovation resource allocation system from the aspects of allocating subjects, and then makes fitting calculation by using the related science and technology index data about 31 provinces and cities during 2001-2005. After validity and reliability testing, it analyzes the structure of system subjects and their influence degrees on allocation system based on fitting result. Accordingly, it further puts forward that under the current condition of China, using allocation pattern based on science and technology program guidance can increase effectively the utilizing efficiency of regional science and technology innovation resources.

Key words : regional science and technology innovation resource allocation; structural equation modeling; allocating pattern; science and technology program

(上接第 23 页)

- success[J]. Journal of Engineering and Technology Management, 2003, 20(2):39-68.
- [11] 任志安. 企业知识共享网络的治理研究[J]. 科技进步与对策, 2006(3):97-101.
- [12] 孙锐, 赵大丽. 虚拟企业知识共享的困境分析[J]. 商业时代, 2008(2):58-59.
- [13] 万伦来, 束学康. 知识联盟与技术创新: 以中国 3G 技术联盟中心为例[J]. 中国科技论坛, 2004, 4(7):3-39.

Analysis on Knowledge Activities among enterprises in Dynamic Alliance

Zhao Dali, Sun Rui

(College of Business and Management, Huaqiao University, Quanzhou Fujian 362021, China)

Abstract : The paper analyzes the proprietary asset investment advantage, the efficiency advantage and the organizational advantage of the cooperation in dynamic alliance, and discusses in detail the micro-mechanism of knowledge activities in the cooperational process of its internal members, then analyzes the main factors influencing the efficiency of knowledge activities from three aspects of knowledge, expertise and organization. Finally, it takes the knowledge activities in China's 3G Technology Union Center as the example to analyze the micro-mechanism and influencing factors of knowledge activities among enterprises in dynamic alliance.

Key words : dynamic alliance; knowledge activity; influencing factor