

基于 SEM 的 SKL 室主任与实验室自主创新能力关系的实证研究

张克磊, 危怀安

(华中科技大学 公共管理学院, 武汉 430074)

摘要:SKL 自主创新能力是构建我国自主创新体系的基础要素。对 SKL 自主创新能力形成的影响要素有很多,本文选取人才要素中的实验室主任为分析对象,运用结构方程模型分析实验室主任与 SKL 自主创新能力的关系。研究表明,实验室主任的优秀程度对 SKL 自主创新能力的形成具有显著影响,室主任学术荣誉对 SKL 自主创新能力的�影响最大。影响程度从大到小依次为:室主任学术荣誉>国际影响力>年龄>所在单位属性>性别。

关键词:国家重点实验室;SEM;实验室主任;自主创新

中图分类号:G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0142-06

国家重点实验室(State Key Laboratory,以下简称 SKL)是国家科技创新体系的重要组成部分,是国家组织高水平基础研究和应用基础研究、聚集和培养优秀科学家、开展学术交流的重要基地。自主创新能力是国家重点实验的生命线,既是国家重点实验室科研的基本要求也是最高追求。实验室主任是国家重点实验的领导和学术、学科带头人,在国家重点实验室建设和管理中起到举足轻重的作用。实验室自主创新能力的形成和演化与室主任的个人特质的关系更是息息相关。本文根据建立的实验室主任个人特质与实验室自主创新能力关系评价体系,利用 SEM 方法,结合收集的数据,对实验室主任个人特质与实验室自主创新能力关系进行实证分析。

1 研究假设

自 1984 年,由原国家计委牵头,原国家科委、原国家教委和中国科学院等部门共同组织实施了国家重点实验室建设计划。时至 2012 年,国家重点实验室已经走过将近 30 多年的发展历程。期间,国内专家学者对国家重点实验室做了大量的政策性研究和学术性研究。研究国家重点实验室自主创新能力影响因素的文献主要有,危怀安等人认为国家重点实验室是我国科技创新体系的主力军和核心力量,提出了国家重点实验室自主创新能力形成与提升的分析框

架^[1]。吕萍等人以国家重点实验室为例,提出实验室在国际合作、人才流动方面的开放性对科学创新和技术创新具有显著影响^[2]。汪艳霞通过对数字制造装备与技术实验室的实证研究,提出国家重点实验室自主创新战略管理模式^[3]。高居荣等人通过研究国家重点实验室开放使用效益的实践与探索,提出加强人员建设与实验设施的投入可以提升实验室的科技创新能力^[4]。

研究实验室主任的文献中,简单介绍实验室主任的文献比较多。王志等人对卡文迪什实验室主任劳伦斯·布拉格的研究表明,实验室主任的领导能力对实验室技术创新有很大影响^[5]。徐梅芳从实验室主任的用人能力和科研能力两个方面对实验室主任对实验室的作用进行研究^[6]。冯长江等人从开拓创新、科学管理、人格魅力等方面探讨了实验室主任具备的素质^[7]。张瑞芹以室主任沟通能力为视角,研究了实验室主任与领导、同事、企业、学生沟通的重要性^[8]。上述文献仅限于实验室主任的素质构成的理论探究,没有实证分析和数据论证,致使文章缺乏说服力。

综上所述,现有文献没有对国家重点实验室主任个人特质以及对实验室自主创新能力的影响进行深入的研究,但是,前人的研究成果对本文的研究即国家重点实验室主任与实验室自主创新能力关系的实

收稿日期:2013-07-24

基金项目:国家自然科学基金项目(70973039)

作者简介:张克磊(1985-),男,河北保定人,华中科技大学,硕士,研究方向:科技管理创新、国家重点实验室管理创新;危怀安(1965-),男,湖南华容人,华中科技大学,教授,博士生导师,研究方向:科技管理与政策、国家重点实验室的运行管理。

证研究具有借鉴意义。故,在前人研究的基础上,提出以下假设:

H:室主任特质对实验室自主创新能力正相关

H1:室主任学术荣誉高低与实验室自主创新能力强弱正相关

H2:室主任年龄与实验室自主创新能力强弱正相关

H3:室主任国际影响力大小与实验室自主创新能力强弱正相关

H4:室主任所在单位属性与实验室自主创新能力的关系无法确定

H5:室主任性别与实验室自主创新能力的关系无法确定

H6:室主任学历高低与实验室自主创新能力强弱正相关

2 评价指标体系构建和评价方法确定

由于前人对国家重点实验室自主创新能力评价指标体系研究中,视角较为宽阔,往往缺乏对实验室主任特质的细化研究。而实验室主任作为整个实验室的领导和学术带头人,其个人特质必对实验室自主创新产生影响。因此,作者收集了属于应用基础研究类型的 100 个国家重点实验室的相关资料,构建了国家重点实验室室主任和自主创新能力的评价指标,通过比较分析确定了室主任和自主创新能力关系的 SEM 评价方法。

2.1 评价指标体系的构建

我们结合我国国家重点实验室的特殊性和研究数据的可得性、完整性,对国家重点实验室主任和自主创新能力指标变量做出定义。

1)实验室主任个人特质指标。主要包括年龄、最高学术荣誉、国际影响力、所在单位属性等个人特质。实验室主任的年龄对自身科研经验和管理能力的积累具有积极作用,过于年轻或者过于年老的实验室主任不能很好地引导实验室自主创新能力的形成,年龄适中最好。故,本文将其作为解释变量。最高学术荣誉是指实验室主任获得的最高个人学术荣誉,包括院士、杰出青年、长江学者、千人计划、百人计划以及其他。较高学术荣誉的获得,体现了实验室主任的科研实力,影响国家及各级政府对实验室的人、才、物的投入,进而影响实验室自主创新能力的形成,故本文将其作为解释变量。国际影响力指在国际学术期刊发表文章或者在国际学术组织、国际期刊任职的情况,一定程度上体现了实验室主任的科研实力,进而影响实验室自主创新能力的形成,因此,将其作为解释变

量。为了收集数据的完整性和科学性,剔除企业中的国家重点实验室。室主任所在单位属性分为科研院所和高等学校两种。所在单位的科研条件及环境的不同,也会影响实验室自主创新能力的形成,故将其作为解释变量。

2)实验室自主创新能力指标。实验室自主创新能力的评价指标包括实验室历次评估结果(优、良、差)、发表 SCI 论文数、国家三大奖数量、将帅才(两院院士、杰出青年、长江学者、千人计划、百人计划)拥有数量数、国内外技术发明专利数量等可测性指标。评价结果分为优秀、良好、较差三种结果,国家重点实验室的评估依据与实验室自主创新能力有很大的联系。评价结果的好坏体现了实验室自主创新能力的强弱。SCI 论文的发表数量是实验室科研水平的重要标志,能够体现实验室自主创新能力。国家三大奖包括国家科技进步奖、国家技术发明奖和国家自然科学奖,获得上述奖项的数量能够很好地体现本实验室的自主创新能力。将帅才包括两院院士、杰出青年、长江学者、千人计划、百人计划等人。实验室拥有将帅才的数量与自主创新能力的强弱极其相关。国内外技术发明专利数量,作为应用基础研究国家重点实验室的技术创新指标,同时作为实验室的科研成果,能够很好地体现实验室自主创新能力的强弱。

3)控制变量。除了上述实验室主任特质之外,室主任的性别与学历也会对实验室自主创新能力产生影响,故将二者设置为控制变量。男性实验室主任居于绝大多数,但是也有少数女性实验室主任。性别的差异在一定程度上会影响实验室自主创新能力的形成,故作为控制变量。学历是一个人拥有知识量和学位等级的象征。拥有博士学位的实验室主任居于绝大多数,但也有少数拥有硕士学位的实验室主任,因此,本文将其作为控制变量。

综上所述,该评价体系(见表 1)较全面地反映了国家重点实验室主任的个人特质和实验室自主创新能力,具有很强的可操作性,由于该体系没有把所有影响因素指标包括在内,所以有待完善。

2.2 评价方法的确定

目前,利用非参数分析法对相关类似的评价体系进行研究的很多。在参考前人的分析方法基础上,为了增强评估结果的科学性和可靠性,本文采用作为非参数分析法的结构方程模型(Structural Equation Model,简称 SEM)。结构方程模型也称为协方差结构模型,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^[9]。SEM 最早由瑞典学者 Jores-

kog 提出,现在已经成为当今社会与行为科学计量研究中最重要统计方法范式之一。SEM 作为定性定量分析相结合的一种分析方法,是研究多个变量的变动对多个变量的变动的的影响程度,即研究多变量对多变量相关关系的统计工具。因此,本文采用 SEM 的统计方法为最佳。

表 1 实验室主任个人特质与实验室自主创新能力
的关系评价体系

实验室主任个人特质与实验室自主创新能力的关系评价	相关因素	指标
	实验室自主创新能力	评估结果
		SCI 论文数量
		国家三大奖数
		将帅才拥有数量
		国内外技术发明专利数量
	室主任个人特质	最高学术荣誉
		年龄
		国际影响力
		所在单位属性
	控制变量	性别
		学历

3 实证分析

本文根据建立的实验室主任个人特质与实验室自主创新能力的关系评价体系,利用 SEM 方法,结

合收集到的数据,对实验室主任个人特质与实验室自主创新能力
的关系进行实证分析。

3.1 数据来源及描述

为了数据的科学性、可靠性和完整性,作者剔除个别数据不全的国家重点实验室,选取属于应用基础研究类型的化学、生命、材料和信息领域的 100 个国家重点实验室。所有分析数据均来源于上述 100 个国家重点实验室 2006 年至 2010 年的实验室年报统计资料,根据实验室主任的个人特质和实验室自主创新能力指标的变量定义及描述(见表 2),运用 spss19.0 对实验室主任个人特质和实验室自主创新能力指标进行分析,得到描述性统计结果(见表 3)。

3.2 数据的信度与效度分析

运用 SPSS19.0 软件,分别对统计所得数据进行信度分析和效度分析。结果发现,各项指标内部一致性较好,信度较好(见表 4)。其次,统计的 100 个国家重点实验室的数据效度分析结果(见表 5)。KMO=0.713>0.70,虽然差异性不大,但是基本符合因子分析条件。Bartlett 球形值=0.000<0.05,符合因子分析条件(见表 5)。对样本的各个指标进行因子分析得出因子载荷符合标准均大于 0.5(见表 6),因此,收集数据效度较高。

表 2 实验室主任的个人特质和实验室自主创新能力指标的变量定义及描述

相关因素		变量定义及描述
实验室自主创新能力指标	评估结果	优=2,良=1,较差=0
	SCI 论文数	统计 2006—2010 年的平均发表数量
	国家三大奖数量	统计 2006—2010 年获奖总数(根据一、二等奖金额分别为 20 万、10 万,故设:一等奖=2*二等奖)
	将帅才拥有数量	统计 2006—2010 年的加权平均数。(百人计划=1,千人计划=2,长江学者=3,杰出青年(杰出青年基金获得者)=4,院士=5)
	国内外技术发明专利数量	统计 2006—2010 的平均数量。(国内外技术发明专利权重等同)
实验室主任个人特质指标	性别	女=0,男=1
	年龄	统计实际年龄
	学历	硕士=0,博士=1,
	所在单位属性	高等院校=0,科研院所=1
	最高学术荣誉	其他=0,百人计划=1,千人计划=2,长江学者=3,杰出青年=4,院士=5
	国际影响力	既没有在国际学术期刊发表文章也没有在国际学术组织或国际期刊任职=0, 在国际学术期刊发表文章=1 在国际学术组织或国际期刊任职=2

表 3 实验室主任个人特质与实验室自主创新能力各指标的描述性统计结果

	N	极小值	极大值	均值	标准差
评估结果	100	1	12	1.31	1.152
SCI 论文数	100	36	288	135.84	66.749
国家三大奖数量	100	0	4	1.16	1.316
拥有将帅才数量	100	2	4	3.16	0.838
国内外技术发明专利数量	100	1	37	11.78	7.477
性别	100	0	1	0.96	0.197
年龄	100	46	65	51.95	3.904
所在单位属性	100	0	1	0.52	0.502
最高学术荣誉	100	1	5	4.1	0.823
国际影响力	100	1	4	1.63	0.544
学历	100	0	1	0.95	0.219
有效的 N (列表状态)	100				

表 4 信度测试结果

指标	Cronbachs Alpha	项数
实验室自主创新能力指标	0.573	4
室主任个人特质指标	0.617	5
控制变量指标	0.435	2
全部指标	0.652	11

表 5 KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量		0.713
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	1.32E+04
	df	55
	Sig.	0.000

表 6 效度测试结果

指标	评估结果	SCI 论文数	国家三大奖数量	将帅才拥有数量	国内外专利数量	性别	年龄	学历	所在单位属性	最高学术荣誉	国际影响力
因子载荷	0.683	0.729	0.734	0.743	0.673	0.552	0.614	0.563	0.732	0.761	0.802

3.3 SEM 模型设定、拟合及实证分析

通过对数据的信度和效度分析,得知研究采用的数据可以进行 SEM 分析。首先,根据实验室主任个人特质与实验室自主创新能力的关系评价体系(见表 1)建立结构方程模型。如图 1 所示。

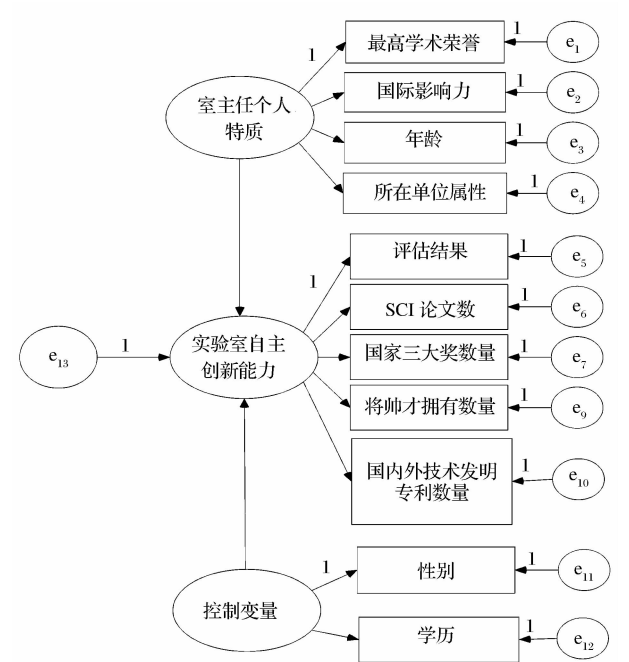


图 1 SEM 分析路径图

将数据输入 AMOS 17.0 进行 SEM 分析,得出结果(见表 7)。由表 7 的参考值可知,在模型初次运

算所得到的 6 个指标中,只有 CFI、IFI 两个指标能够达到参考值,其余都未达到标准要求。所以,该模型需要修改或者完善。观察 AMOS 给出修正的参考标准,导致 SEM 模型拟合不太理想的原因在于原始模型没有考虑变量间存在的相关关系。比如 e1 与 e2 的修正系数为 22.478, e1 与 e9 的修正系数为 30.156, e2 与 e5 的修正系数为 18.925, e2 与 e6 的修正系数为 32.983, e4 与 e10 的修正系数为 29.032, e11 与 e12 的修正系数为 33.105。因此,需要增加这些变量间的联系,使它们产生相关关系,达到重新调整模型的目的。经过反复修正模型之后,根据调整的参考标准,最终得到模型拟合值达到标准要求的模型,如图 2 所示。

修正后的模型,经过 AMOS 软件的统计分析,各指标的拟合值如下,见表 7。

表 7 初次运算的模型拟合值

初次运算拟合统计值	初次运算模型拟合值	修正后运算模型拟合值	参考值
$\frac{x^2}{df}$	40.235	3.148	<5
P	0.001	0.049	>0.05
CFI	0.909	0.996	>0.90
NFI	0.685	0.884	>0.90
IFI	0.921	0.997	>0.90
RMSEA	0.096	0.016	<0.05

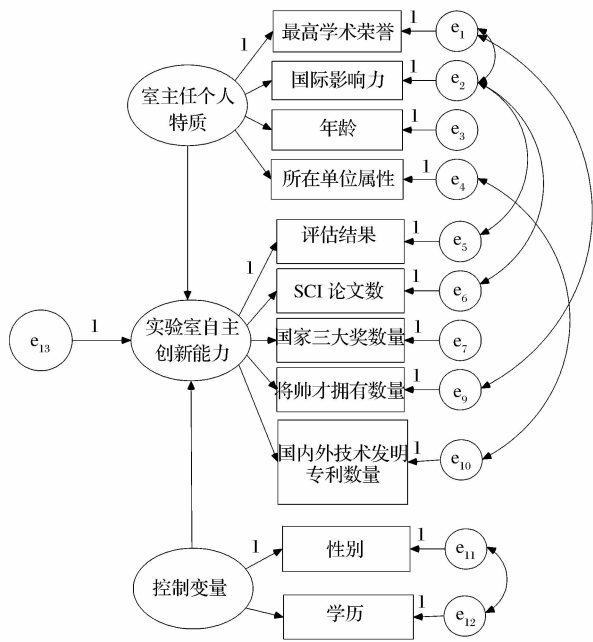


图 2 修正后的 SEM 分析路径图

如表 7 所示,模型修正后经过 AMOS 统计分析结果显示,值等于 3.148,小于参考值 5,证明修正后

表 8 修正后 SEM 的相关系数表

假设	标准化估计值 (相关系数)	P 值	检验结果
H:室主任个人特质与实验室自主创新能力正相关	0.724	0.000	通过
H1:室主任学术荣誉高低与实验室自主创新能力强弱正相关	0.698	0.031	通过
H2:室主任年龄大小与实验室自主创新能力强弱正相关	0.513	0.000	通过
H3:室主任国际影响力大小与实验室自主创新能力强弱正相关	0.658	0.016	通过
H4:室主任所在单位属性与实验室自主创新能力的关系无法确定	0.356	0.017	通过
H5:室主任性别与实验室自主创新能力的关系无法确定	-0.035	0.028	通过
H6:室主任学历高低与实验室自主创新能力强弱正相关	0.412	0.231	未通过

室主任学术荣誉与实验室自主创新能力的相
关系数最大,达到 0.698,表明实验室主任的学术荣
誉对实验室自主创新能力的影响最大。室主任的学术
荣誉较高,则在其研究领域的影响力较大,能够获得
国家及地方政府对实验室投入的科研资金,能够吸引
优秀人才加入到本实验时科研团队,形成非常好的良
性循环。

室主任的国际影响力与实验室自主创新能力的
相关系数为 0.658,影响比较显著。室主任较大国际
影响力在很大程度上能够吸引在特定领域的国际研
究机构的资金投入和国内各级政府的科研资金投入,
以及吸引国内外优秀科研人才融入其科研团队,从而
有利于本实验室自主创新能力的形成。

室主任年龄与实验室自主创新能力的相关系数

模型的绝对拟合度很好。除 NFI 之外,P 值、CFI、
IFI 和 PMSEA 的模型拟合值都达到标准要求,其中
P 值为 0.049,与参考值 0.05 差距不大,CFI、IFI 的
值分别为 0.996、0.997。虽然 NFI 没有达到标准要
求,但是其值为 0.884,已经非常接近 0.90,所以修正
模型的相对拟合度相对较好。近似误差均方根 PM-
SEA 等于 0.016,符合参考值要求。总之,修正后的
模型拟合效果很好。

3.4 统计结果分析

统计结果表明,实验室主任个人特质对实验室自
主创新能力具有显著影响(见表 8)。

实验室主任个人特质与实验室自主创新能力高
度正相关。其相关系数为 0.724,表明实验室主任的
优秀程度对实验室自主创新能力具有显著的影响。
除了室主任学历与实验室自主创新能力不相关(P 值
为 0.231,不符合显著水平),其它指标的影响程度从
大到小依次为:室主任学术荣誉>国际影响力>年龄
>所在单位属性>性别。

为 0.513,影响程度比较大。室主任年龄越大,其所
在实验室自主创新能力就越强。因为随着年龄的增
长,室主任的科研经验越加丰富,有助于实验室自主
创新能力的形成。

室主任所在单位属性与实验室自主创新能力的
相关系数为 0.356,相关程度较低,表明科研院所或
者高等院校的国家重点实验室自主创新能力没有很大
区别。

室主任性别与实验室自主创新能力的相关系数
为-0.035,出现负值的原因在于研究样本中,男性实
验室主任占绝大多数,比例达到 96%;女性实验室主
任非常少,比例只占 4%。再者,各实验室水平良莠
不齐,所占比例较大的性别群体的相关指数小于比例
较小的性别群体相关指数的可能性就会增大。上述

就导致室主任为女性比室主任为男性的实验室自主创新能力强。

4 结论与建议

本文通过对 100 个国家重点实验室 2006—2010 年的统计数据为基础,采用结构方程模型(SEM)的统计方法对实验室主任个人特质与实验室自主创新能力的关系进行实证研究,得出结论如下:

1)实验室主任个人特质与实验室自主创新能力高度正相关。实验室主任的优秀程度对本实验室自主创新能力的形成具有非常显著的影响。

2)室主任学术荣誉对实验室自主创新能力的影 响最大。影响程度从大到小依次为:室主任学术荣誉>国际影响力>年龄>所在单位属性>性别。其中,由于当前我国科研环境以及实验室主任性别比例失衡,室主任性别与实验室自主创新能力的相关系数为负。

结合我国国家重点实验室自主创新能力的实际情况,本文提出以下建议:

1)充分发挥室主任的学术和学科带头人角色。实验室主任作为实验室的学术、学科带头人,应当充分利用个人学术荣誉以及国内外影响力,在国内外吸引科研资金和优秀人才,促使本实验室自主创新能力的形成。

2)加大对实验室主任竞聘过程的监督,保证德、才、能兼备的实验室主任得以胜任。国家重点实验室建设与管理暂行办法[2002]规定,实验室主任有依托单位推荐,主管部门聘任。室主任应是本领域高水平的学术、学科带头人,具有较强的组织管理和协调能力。加大对实验室主任竞聘过程的监督,创造公平、公正的室主任竞聘环境,有助于高水平的学科带头人和领导者担任室主任角色,提升本实验室自主创新能力,最终有利于国家自主创新体系的形成。

3)注重室主任个人能力的培养,杜绝“论资排

辈”。实验室主任的学术荣誉和国际影响力是个人才能的最好体现,室主任个人能力直接影响实验室自主创新能力的强弱。在实验室运行管理中,努力创造“能者上”的竞争环境,杜绝“论资排辈”的怪现象,这样才能发挥室主任的优秀才能,助于实验室自主创新能力的形成。

4)排除性别歧视。本文研究样本中实验室室主任性别数据显示,男性所占比例达 96%,女性仅占 4%。可见,我国国家重点实验室的运行管理也陷入“性别歧视”的怪圈,排除性别歧视措施如下:转变观念,尊重同一领域的女性学术强人或学术带头人;实验室主任竞聘制度设计方面,唯一标准就是竞聘人的德、才、能,不论性别如何,符合条件者方能入选。

参考文献

- [1] 危怀安,杜鹃. 国家重点实验室自主创新能力问题研究的新近进展[J]. 学术论坛,2009(5):176—179.
- [2] 吕萍,柳卸林. 开放性对科学创新和技术创新的影响[J]. 中国管理科学,2011,19(6):186—188.
- [3] 汪艳霞. 国家重点实验室的自主创新战略管理——数字制造装备与技术国家重点实验室的实证分析[J]. 科技与管理,2008,10(5):100—103.
- [4] 高居荣,李圣福,樊广华,等. 提高重点实验室开放使用效益的时间与探索[J]. 实验室科学,2010,13(3):139—140.
- [5] 王志,尹晓冬,李欣欣. 作为卡文迪什实验室主任的劳伦斯·布拉格[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2011,32(5):11—15.
- [6] 徐梅芳. 实验室主任在促进实验室发展中的作用[J]. 高校实验室工作研究,2011(1):63—64.
- [7] 冯长江,边振林,齐京礼. 谈实验室主任具备的素质[J]. 实验室研究与探讨,2007,26(1):112—113.
- [8] 张瑞芹. 实验室主任要具有良好的沟通能力[J]. 实验室研究与探索,2008,27(12):141—142.
- [9] 林嵩. 结构方程模型原理及 AMOS 应用[M]. 武汉:华中师范大学出版社,2008.

Empirical Analysis of the Relationship between Lab Director and Independent Innovation Capability of SKL

ZHANG Ke-lei, WEI Huai-an

(College of Public Administration, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Independent innovation capability of the SKL is the basic element to build independent innovation system in our country. There are many elements effecting independent innovation capability of the SKL, so we select Lab director as the object, to analyze the relationship between Lab director and independent innovation capability of the SKL with Structural Equation Model. Research shows that, excellent characteristics of directors have appreciable impact on independent innovation capability of the SKL. The academic honor of directors has the greatest influence on it. From the big influence degree to small is: Academic honor, International influence, Age, Unit attribute, Gender.

Key words: state key laboratory; SEM; lab director; independent innovation