

农业科研机构自主创新能力评价指标体系研究

陆建中¹, 李思经²

(1. 中国农业科学院, 北京 100081; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081)

摘要: 农业科研机构自主创新能力的强弱, 直接关乎国家农业科技水平 and 现代农业发展的方式, 而农业科研机构自主创新能力是一个由多种能力子系统组合而成的复杂系统。立足系统科学和管理科学理论, 分析了农业科研机构自主创新能力系统, 构建了自主创新能力评价指标体系和评价模型, 为进一步开展评价研究和管理奠定理论和方法基础。

关键词: 农业科研机构; 自主创新能力; 创新能力评价; 指标体系; 综合评价模型

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2011.04.01

中图分类号: G311, F204 文献标识码: A 文章编号: 1008-0864(2011)04-0001-06

Studies on Evaluation Index System of Independent Innovation Capability for Agricultural Research Institutions

LU Jian-zhong¹, LI Si-jing²

(1. Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;

2. Graduate School of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The level of independent innovation capability of agricultural research institutions pertains to the advancement of national agricultural science and technology and the approaches for modern agricultural development. The system of independent innovation capability of agricultural research institutions is a huge complex with multiple subsystems referring to different categories of capability. In light of the scientific theories on system and management, this paper illustrated an evaluation index system model on independent innovation capability based on a comprehensive analysis on current situation in agricultural research institutions in China, which should lay a theoretical and methodology foundation for further studies on evaluation and management.

Key words: agricultural research institution; independent innovation capability; evaluation on innovation capability; index system; comprehensive evaluation model

如今, 自主创新能力已经成为国家竞争力的核心^[1]。农业科研机构作为国家农业科技创新体系的主体, 其自主创新能力的强弱, 直接关乎国家农业科技水平 and 现代农业发展的方式。因此, 研究和评价农业科研机构自主创新能力, 已成为科技管理部门和科研机构自身所关注的热点。国内学者、专家已就国家自主创新能力、企业技术创新能力以及科研机构自主创新能力及其评价开展了相关研究, 但农业科研机构借鉴他们的创新理论和方法均有一定的局限性或缺乏针对性^[2~9]。本文从农业科研机构自主创新能力内涵分析入手, 探讨了自主创新能力的构成要素, 并根据这些要素, 构建了一套适用于农业科研机构自主创新能力评价的指标体系, 并建立了综合评价

模型, 为进一步开展评价研究和战略管理等奠定基础。

1 农业科研机构自主创新能力涵义及其构成要素分析

农业科研机构自主创新活动从开始到结束, 不仅需要机构内各部门和各环节中诸多要素间的相互促进和相互协同, 同时需要机构外部各种直接和间接的条件和因素的有效支持, 才能实现农业科研机构向复杂性、系统性、自组织性方向发展, 实现自主创新能力的有效提升。因此, 农业科研机构自主创新能力, 是农业科研机构依赖一定的科技资源、科研条件和实验手段, 自主策划和选

收稿日期: 2011-04-26; 接受日期: 2011-05-30

作者简介: 陆建中, 研究员, 主要研究方向为信息管理与科技战略、科技政策。Tel: 010-82105541; E-mail: lujzh@mail.caas.net.cn

择科研选题,配置相关资源,组织实施科研活动,从而取得自主知识产权成果、获得一定学科优势等的各种能力的有机综合。

如果把农业科研机构自主创新活动视为一个开放性的系统,农业科研机构自主创新能力就是一个由多种能力子系统组合而成的复杂大系统。从系统科学分析的要求出发,农业科研机构自主创新涵盖了机构内部、外部以及内-外关系层三个层面,它们分别构成了农业科研机构自主创新能力系统的内部运行系统、外部影响系统和内外协调系统,其结构模型如图 1 所示。其中,内部运行系统是核心,是体现科研机构自主创新能力的主体,主要包括支撑条件、创新资源、组织管理、创新产出等子系统;外部影响系统是形成自主创新能力的支持条件,处于辅助地位,主要包括政府影响、社会影响、机构间影响和国际影响等子系统;内外协调系统是机构内部要素与外部环境要素关系的协调,是内部运行系统与外部影响系统间物质、能量、信息要素的交换场所,主要包括形势把握、条件利用、风险规避、内外协调等子系统。通过这三大系统的共同作用,最后形成以成果创新、人才培养为核心的农业科研机构自主创新能力。

根据农业科研机构自主创新能力系统结构模型,本文将农业科研机构自主创新能力分解为内部运行能力、外部影响力和内外协调能力三大部分。其中,内部运行能力是内部运行系统各种要素能力的综合,主要由支撑条件能力、资源投入能力、组织管理能力和创新产出能力等组成;外部影

响力是外部影响系统各种要素作用力的综合,分为政府影响力、社会影响力、机构间影响力和国际影响力等要素;内外协调能力是内外协调系统各要素作用力的综合,主要分为形势把握能力、条件利用能力、风险规避能力和关系协调能力等要素。

农业科研机构自主创新能力体系要素框架如图 2 所示。其中:条件支撑能力,是指确保科研机构正常运行、科研人员正常生活、科技活动正常开展的条件满足程度和装备水平,如实验室、仪器设备和试验基地条件等;资源投入能力,是指确保各项科技活动正常开展的各种资源要素(如人力、资金、试验材料、信息数据等)的规模、数量及质量水平和投入量;组织管理能力,是指确保科研活动和机构正常运行,实现资源优化配置所开展的活动计划、科研设计、实验操作、科研工作组织、领导、协调和控制等能力;创新产出能力,是指形成知识性成果、技术性成果和人才培养的能力,主要体现在论文、著作、专利等的数量、获奖成果数量和档次、研究生培养数量等;政府影响力,是指政府通过行政、经济、政策、法律等手段,对农业科研机构的支持和影响程度,如财政科技投入规模、科技政策影响等;机构间影响力,是指同行业、同领域或同方向的机构间所发生的协作或竞争关系,主要包括协作、合作、交流和竞争能力等;社会影响力,是指科技、教育、文化等要素对农业科研机构的影响程度,包括直接支持能力、间接支持力和负面影响力等;国际影响力,是指其他国家、国际组织、跨国企业对本机构的支持和影响能力,还包

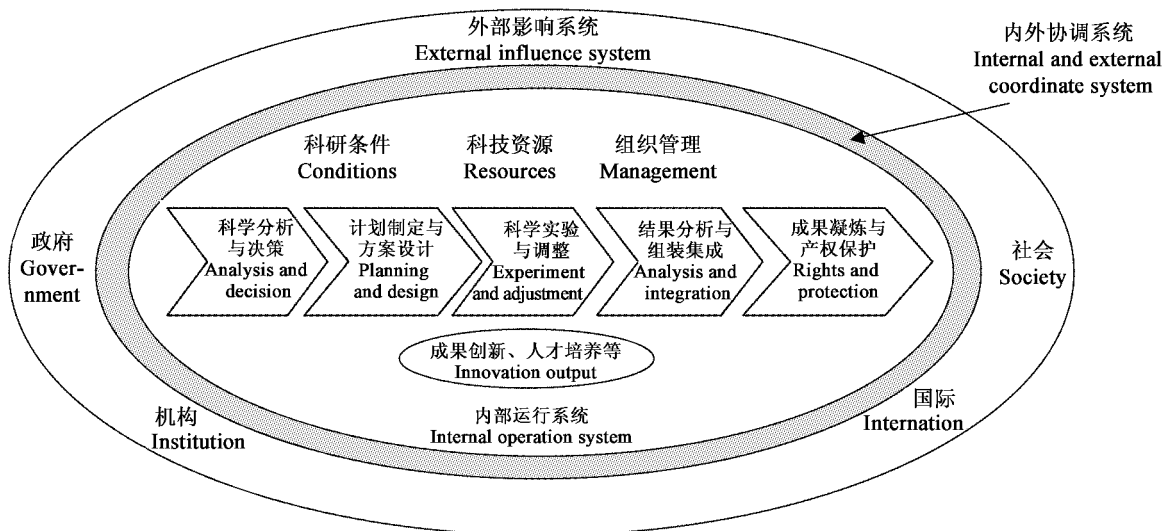


图 1 农业科研机构自主创新能力系统结构模型

Fig. 1 The structural model of independent innovation capability system for agricultural research institutions.

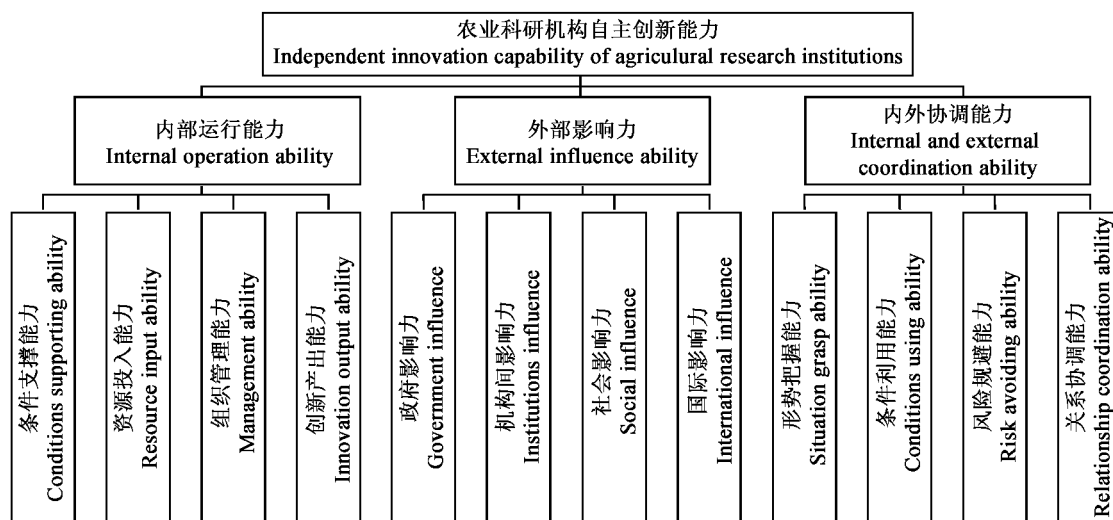


Fig. 2 The components of independent innovation capability for agricultural research institutions.

括国际科技发展环境、国际科技合作与交流能力等;形势把握能力,是指洞察科技发展态势、迅速调整发展方向和目标、做出重大战略部署的能力,如战略识别、战略规划水平等;条件利用能力,是指把握变化状况、抓住发展机遇和条件,并为自己所利用的能力,如项目储备能力、信息把握能力等;风险规避能力,是指分析风险存在、减少或避免不利因素的影响所建立的应急处理和预案设置能力等;关系协调能力,是指科研机构与外界发生直接关系,实现良好的发展环境和氛围的能力,如构建上下级联动机制、干部交叉任职关系等能力。

2 农业科研机构自主创新能力评价指标体系的构建

2.1 评价指标体系构建的原则

农业科研机构自主创新是一个不断配置科技资源,获得自主产权的知识性和技术性成果的活动,要求所构建的自主创新能力评价指标体系必须符合农业科研机构科技创新的特点和自主创新能力的运行要求。构建评价指标体系时,如果只采用一个或某几个指标,必然会出现一定的片面性和主观性,但如果采取的统计指标过多,又会增加具体评价时的工作任务量和数据获取等实际困难。为此,必须把握以下原则:

①科学性原则。既要反映农业科研机构自主创新的全过程以及创新要素的本质特征,又要在评价结果准确合理的基础上,保证选取的指标能

够科学地反映农业科研机构自主创新能力的内涵。

②系统性原则。既要把握农业科研机构自主创新能力系统的结构性和层次性,又要注意反映系统的功能性和综合性,做到指标变量之间的整体性、层次性和相互协调性、互斥性。

③可比性原则。指标体系设计和指标选取时,既要从农业科研机构的具体实际出发,真实反映机构特点和实际要素作用,又要从评价导向性要求出发,注重指标在不同单位、不同部门以及个人纵向、横向之间的可比性,反映实际差异。

④可操作性原则。自主创新能力评估是一项复杂的工程,构建评价指标体系不能过于复杂,以免实际测评无法进行,同时又不能过于简略,以保证能最大限度地反映实际情况。同时,测评方法也应尽可能简化,以保证实际操作的可行性。

⑤定性与定量相结合原则。由于影响农业科研机构自主创新能力的因素很多,有些因素无法进行定量的评估,所以在制定农业科研机构自主创新能力评价指标体系时,除了量化的评价指标以外,还需要定性化的分析指标。

2.2 农业科研机构自主创新能力评价指标体系总体框架

从农业科研机构自主创新能力系统入手,结合上述五大原则,本文提出农业科研机构自主创新能力评价指标体系由目标层(1个)、一级指标(3个)、二级指标(12个)、三级指标(53个)组成,详见表1。其中三级指标包括定量指标和定

表 1 农业科研机构自主创新能力评价指标体系总体框架

Table 1 The overall framework of evaluation index system of the independent innovation capability for agricultural research institutions.

目标层 Target layer	一级指标 First level index	二级指标 Second level index	三级指标 Third level index
农业科研机构自主创新能力 Independent innovation capability of agricultural research institutions	A1:内部运行能力 A1:Internal operation ability	B11:条件支撑能力 B11:Conditions supporting ability	C11:省部级以上创新平台数量 C11:Quantity of innovation platforms above the provincial and departmental level C12:野外台站等支撑平台数量 C12:Support platform quantity such as field station etc. C13:质检中心等服务平台数量 C13:Service platform quantity such as quality inspection center etc. C14:试验基地面积 C14:Test base area
		B12:资源投入能力 B12:Resource input ability	C21:科技人员总数 C21:Quantity of total researchers C22:研究生学历比例 C22:Ratio of graduate students C23:高级职称人员比重 C23:Ratio of senior professor C24:科技项目总数 C24:Quantity of total projects C25:科研经费总额 C25:Total sum of research fund C26:仪器设备总值 C26:Total equipment value C27:科技资源总量 C27:Total quantity of scientific and technology resources
		B13:组织管理能力 B13:Management ability	C31:领导创新意识 C31:Innovation consciousness C32:战略规划能力 C32:Strategic planning ability C33:管理人员比例 C33:Management personnel ratio C34:研究室数量 C34:Laboratory quantity C35:课题组数量 C35:Subject group quantity C36:制度完整性 C36:System integrity C37:创新激励政策 C37:Incentive policy
		B14:创新产出能力 B14:Innovation output ability	C41:论文数量 C41:Thesis quantity C42:著作数量 C42:Publications quantity C43:授权专利数 C43:Patents quantity C44:技术产品注册数 C44:Technical products quantity C45:研究生招生数量 C45:Quantity of graduate student enrolment C46:省部级成果奖数量 C46:Provincial and departmental achievements quantity C47:国家级奖总数 C47:State rewards quantity
	A2:外部影响力 A2:External influence ability	B21:政府影响力 B21:Government influence	C51:GDP 总量 C51:GDP C52:财政收入总额 C52:Financial revenue C53:R & D 投入总量 C53:Total R & D input C54:科技政策影响 C54:Effect of Science and technology policy
		B22:机构间影响力 B22:Institutions influence	C61:同领域机构总数 C61:Same field institutions quantity C62:合作单位总数 C62:Cooperation institution quantity C63:人员交流人次 C63:Person-time of communication
		B23:社会影响力 B23:Social influence	C71:大学毕业生总数 C71:Graduated students quantity C72:科技发展形势 C72:Technology development situation C73:创新文化氛围 C73:Innovation culture atmosphere C74:农业技术需求状况 C74>Status of agricultural technology demand
		B24:国际影响力 B24:International influence	C81:合作国家数 C81:Cooperation countries quantity C82:合作国际组织数 C82:International cooperation organizations quantity C83:合作外国企业数 C83:Foreign cooperation enterprise quantity C84:国际合作项目数 C84:International cooperation project quantity C85:国际合作项目经费 C85:International cooperation project funds C86:外国专家来访人次 C86:Person-time of foreign expert visits

续表

目标层 Target layer	一级指标 First level index	二级指标 Second level index	三级指标 Third level index
农业科研机构自主创新能力 Independent innovation capability of agricultural research institutions	A3: 内外协调能力 A3: Internal and external coordination ability	B31: 形势把握能力 B31: Ability to grasp the status	C91: 战略研究情况 C91: Strategy research situation C92: 规划编制情况 C92: Planning situation
		B32: 条件利用能力 B32: Condition utilization ability	C101: 参与国家计划设计人次 C101: Person-time participating in national plan design C102: 项目储备能力 C102: Project reserve capacity C103: 邀请外部来访人次 C103: Invited external visitors quantity
		B33: 风险规避能力 B33: Risk avoiding ability	C111: 重大报告建议 C111: Major reports suggest C112: 应急预案建设 C112: Emergency preplan construction
		B34: 关系协调能力 B34: Relationship coordination ability	C121: 建立内外联动机制 C121: Internal and external linkage mechanism C122: 主办学术会议次数 C122: Hosting academic conferences quantity C123: 参加学术会议人次 C123: Attending academic conferences quantity C124: 领导干部交叉任职 C124: Cross office of leaders

性指标两类。定量指标主要来源于科研机构统计资料或根据指标内涵计算获得,定性指标主要来源于专家问卷调查等方法进行定量评价。

3 农业科研机构自主创新能力综合评价模型的构建

由于农业科研机构自主创新能力评价指标中既有定量指标,也有定性指标,而且各指标在不同要素、不同层级的影响程度不一,为了比较全面、系统、科学地开展科研机构自主创新能力评价,经常采取层次分析法、主成分分析法、因子分析法、神经网络模型法等方法进行具体分析^[10,11]。本文建议采取专家咨询法与层次分析法(AHP法)相结合的方法,逐层确定各层指标对上一层的影响权重,然后建立其模糊综合评价模型,对农业科研机构自主创新能力进行综合分析。

3.1 评价指标权重的确定

AHP法是20世纪70年代由美国著名运筹学家、匹兹堡大学教授 Saaty 于1977年正式提出的一种系统化、层次化的分析方法,适用于复杂层次结构的多目标决策分析^[12]。由于在农业科研机构自主创新能力评价指标体系中存在定量和定性指标,本文建议主要采取专家咨询法,按照“同

等重要、较重要、重要、明显重要、非常重要”五个级次,由专家分别对每一层次的评价指标的相对重要性进行定性描述,并利用1~9比例标度法量化,然后构建两两比较判断矩阵。根据判断矩阵计算,相对于上一层因素而言,本层次与之有联系的因素的重要性次序的权重,可以归结为计算判断矩阵的最大特征根及其对应的特征向量,然后逐层对各个指标权重进行赋值。

3.2 农业科研机构自主创新能力综合评价模型

指标体系的评估结果为各项指标分值与权重乘积的累积之和。在确定指标权重影响系数基础上,采用加权求和的方法,分别建立二级、一级评价模型和综合评价模型,运用统计数据,计算出综合评估分值,从而较为准确地把握农业科研机构自主创新能力的状态。在进行评价之初,为了避免量纲和数量级的影响,首先对原始数据进行标准化处理,即将原始数据转化成无量纲数据。本文建议采取最大值法,即按照要素值与本级指标中最大值的比值获得标准化数值。

具体评价模型为:

① 二级指标评价模型

$$B_j = \sum_{k=1}^{n_3} (P_k C_k) \quad (1)$$

② 一级指标评价模型

$$A_i = \sum_{j=1}^{n_2} (P_j B_j) \quad (2)$$

③综合评价模型

$$Y = \sum_{i=1}^{n_1} (P_i A_i) \quad (3)$$

式(1)、(2)、(3)中:Y为目标层指标综合评价分值; P_i 为第*i*个一级指标对Y的权重影响系数, A_i 为第*i*个一级指标评价分值; P_j 为第*j*个二级指标对一级指标的权重影响系数, B_j 为第*j*个二级指标评价分值; P_k 为第*k*个三级指标对二级指标的权重影响系数, C_k 为第*k*个三级指标标准化(无量纲化)数值, n_1 、 n_2 、 n_3 分别为一级、二级、三级指标的个数。

4 展望

农业科研机构是一个自主又开放的组织系统。为了提高自主创新能力,一方面,管理部门要加强战略研究和战略管理,不断强化能力建设,积极调动机构内部各种要素的积极性,提高内部资源有效性;另一方面,还要充分利用国家、社会、国际以及机构间的直接或间接因素,为本单位所用,最终实现内外各种要素的高效协调和有效配置,达到快速提升自主创新能力的目的。

本文在分析影响自主创新能力要素的基础上,建立了农业科研机构自主创新能力评价指标体系,应用层次分析法与专家调查法等构建了综合评价模型,力求全面反映出现阶段我国农业科研机构的自主创新能力及水平。由于评价指标较多,各种指标数据采集时会受到统计资料、调研规模的限制,会直接影响到评价结果的精准性。在使用该评价指标体系时,要根据具体要求和实际情况,对具体指标进行一定的取舍。例如,在评价某一个科研机构自主创新能力时,可以从静态和动态两个方面,考虑国家政府经济总量、科技财政投入规模、研发经费总量以及社会教育、文化、科

技、市场、金融等因素对自主创新能力的影 响。如果开展农业科研机构之间的自主创新能力比较评价,可以舍去这些指标,因为这些要素对每个科研机构的机会是均等的。在今后的研究中还要结合农业科研机构的具体情况,进行逐项分析。同时,由于自主创新能力是科研机构长期工作和积累的结果,在具体评价研究时,应采取时点评价和阶段性评价相结合,才能比较全面反映一个农业科研机构的自主创新能力及水平。

参 考 文 献

- [1] 胡锦涛. 坚持走中国特色自主创新道路为建设创新型国家而努力奋斗——在全国科学技术大会上的讲话[N/OL]. http://www.gov.cn/lhdh/2006-01/09/content_152487.htm, 2011-01-09.
- [2] 周光召. 周光召论自主创新[J]. 科技管理研究, 2005, 10: 3-4.
- [3] 张于喆, 张义梁. 国家自主创新能力内涵的研究[J]. 经济问题探索, 2006, 11: 4-8.
- [4] 郭九成, 朱孔来. 论自主创新能力的概念、内涵及构成要素[J]. 生产力研究, 2008, 21: 16-17.
- [5] 谷景亮, 贾培民, 钟彩霞, 等. 科研机构创新能力综合评价指标应用研究[J]. 医学信息学杂志, 2007, 6: 565-567.
- [6] 鲜德清, 唐 泳. 我国科研院所技术创新能力评价指标体系研究[J]. 集团经济研究, 2006, 27: 122-123.
- [7] 贾凤伶, 李 瑾, 李树德, 等. 农业科研机构自主创新能力评估指标体系研究[J]. 天津农业科学, 2009, 15(1): 77-82.
- [8] 申红芳, 肖洪安, 郑循刚, 等. 科学研究与技术开发机构技术创新能力评价模型研究——以农业科学研究与技术开发机构为例[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(12): 142-144.
- [9] 卢江勇, 蒋和平. 中国农业科技创新能力实证研究[J]. 中国农业科技导报, 2008, 10(S1): 78-85.
- [10] 朱孔来. 自主创新能力指标体系和综合评价方法[J]. 决策与统计, 2007, 18: 54-57.
- [11] 宋河发, 穆荣平. 自主创新能力及其测度方法与实证研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(3): 73-80.
- [12] 许树柏编著. 实用决策方法——层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988, 5.