

基于关联型网络 DEA 模型的科技企业孵化器运行效率研究

——以辽宁省 64 家孵化器为例

李丽红¹, 申佳蕊¹, 李智军², 崔畅³

(1. 沈阳建筑大学管理学院, 辽宁 沈阳 110168; 2. 辽宁省科技厅成果处, 辽宁 沈阳 110004;
3. 辽宁省重要技术创新与研发基地建设工程中心, 辽宁 沈阳 110168)

摘要:为科学评价并提高科技企业孵化器运行效率,首次从孵化器内网络视角构建运行效率评价指标体系,引入孵化器总收入和有效知识产权数量作为中间产出,运用关联型网络 DEA(Data Envelopment Analysis)模型,以辽宁省 64 家孵化器为例进行运行效率评价。结果表明:辽宁省科技企业孵化器运行中存在资源配置不合理及成果转化能力不足的问题;不同城市孵化器运行效率差异明显;国家级孵化器运行效率明显低于省级和地市级孵化器;专业型孵化器资源配置能力优于综合型孵化器。据此提出了提高辽宁省企业孵化器运行效率的针对性建议。

关键词:科技企业孵化器;内网络;关联型网络 DEA 模型;运行效率

中图分类号:F272.5 **文献标志码:**A

科技企业孵化器内网络(以下简称“孵化器内网络”)是“以一个特定的孵化器为分析单元,孵化器和入驻其中的在孵企业,以及在孵企业之间相互连结而成的网络”^[1]。借助孵化器内网络,在孵企业与孵化器及其他在孵企业可自主互动和合作,进而实现孵育增值,达到快速成长并具备自主经营能力的目的。这一过程极具挑战,需要各参与主体紧密配合,积极共享资源,并将其有的放矢地嵌入孵化器孵化链条,同时配以宏观政策的鼎力支持。

近年来,在一系列“双创”政策的支持和激励下,辽宁省科技企业孵化器迅速发展并取得了一定成绩。据辽宁省科技厅统计,截至 2019 年 10 月底,辽宁省共有孵化器 108

家,其中,省级及以上 59 家,孵化面积 160 万 m²,在孵企业 3 778 家,累计毕业企业 3 478 家。孵化规模的持续扩大增加了规范管理的难度,孵化质量良莠不齐、区域经济促进效果不理想等问题逐渐凸显,为究其原因,必须评估现有孵化器运行效率(即产出成果与其对应的系统投入的相对比例),并从多角度进行比较分析,由此提出有针对性的发展建议,为政府宏观引导和规范管理提供依据,同时也为其他地区的孵化器建设提供参考。

一、文献综述

随着科技企业孵化器的飞速发展,国内外学者在孵化器内网络及孵化器运行效率评价方面的相关研究已取得了阶段性进展。

在孵化器内网络研究方面,SHIH等^[2]指出了孵化器的网络视域与其服务能力之间的关系,以及在推动在孵企业交流合作、促进在孵企业发展中的重要作用。MIRANDA等^[3]揭示了孵化器内部建立的社会网络对于促进有效沟通和知识共享的重要性。张力等^[1,4]首次在国内提出了孵化器内网络的概念,并分析了其增值机理,认为作为“服务提供者”的孵化器和作为“服务消费者”的在孵企业的互动和合作效率共同决定了合作产出的质量。王国红等^[5-6]认为在孵企业是在特定孵化场域内具有自主行为的平等角色,是孵化器相关策略制定、执行的积极参与者,应从内网络视角出发分析在孵企业成长的制约因素,并在对大连双D港创业孵化中心进行探索性研究的基础上构建了孵化器情境下社会资本影响在孵企业成长的理论模型。

在孵化器运行效率评价方面,ROGOVA^[7]认为孵化器绩效的影响因素有入驻企业数量、投资者和网络强度特征。CHAN等^[8]根据以往的研究,在评估框架中确定并纳入资源共享、咨询服务、集群效应、资金支持等9个标准,运用香港科技园区6家科技创业企业的业务发展数据,从风险创造和发展过程两个角度出发研究了孵化器的有效性。相较于国外学者关注影响因素分析,国内学者倾向以特定的决策方法评估孵化器运行效率,主要包括灰色多层次分析法^[9]、3C系统理论^[10]、变异系数法^[11]、主成分分析法^[12]、随机前沿分析法(SFA)^[13]、DEA及聚类分析法^[14]等。其中,DEA方法以其独特优势得到了众多学者的认可,它可避免由于事先设置权重造成的主观论断,近年来应用较为广泛。代碧波等^[15]基于DEA方法对东北地区14家国家级孵化器的运行效率进行了实证分析,指出了提高孵化能力和经济效益是改进效率的重要途径。张建清等^[16]构建了企业孵化器绩效评价指标体系,结合综合效率、纯技术效率和规模效率的评价结果,针对湖北省孵化器运行过程中存在的问题提出了相关政策建议。仲深等^[17]构

建了基于SBM模型的两阶段网络DEA模型,将孵化器总收入作为中间产出,对我国29个省市自治区孵化器的运行效率进行了评价。

综上所述,现有研究已初步考量了孵化器内部运行机制,走出了“黑箱”阶段的单过程分析,在孵化器运行效率评价指标体系的构建上取得了巨大成果,但仍有待完善:①构建评价指标体系时尚未充分考虑孵化器和在孵企业双向影响机制,忽略了在孵企业在效率构成中发挥的作用;②研究对象多为国家级和省级孵化器,缺少地市级孵化器的运行效率研究。因此,本研究将基于孵化器内网络视角,在孵化器运行过程分析的基础上构建评价指标体系,并引入关联型网络DEA模型,对辽宁省64家孵化器的内网络运行过程进行充分拟合及效率分析,并提出针对性建议。

二、孵化器运行过程分析及模型选取

1. 孵化器运行过程分析

孵化器是包含多投入多产出的生产系统,其运行过程可分解为初步转化、成果转化两个阶段,初步转化阶段是系统资源投入及配置阶段,孵化器和在孵企业通过一系列复杂活动将该投入转化为相应产出,成果转化阶段是在此基础上将其进一步进行转化以实现孵化的最终目的,是系统运行过程的关键阶段。从整体路径来看,初步转化阶段获得的结果是成果转化阶段进行的前提,孵化器运行过程具有明显的关联型两阶段特征。

(1)初步转化阶段:该阶段主要借助持续的系统投入,以获取孵化器经济收入及在孵企业创新技术,该阶段的运行过程如图1所示。

内网络视角下,孵化器系统的生产要素投入可从人力、财力、物力三方面综合考虑。人力方面主要包括管理机构从业人员、创业导师以及在孵企业从业人员投入,前两者是孵化器提供给在孵企业的投融资、管理、创业、创新等方面的人员支持,后者是在孵企业

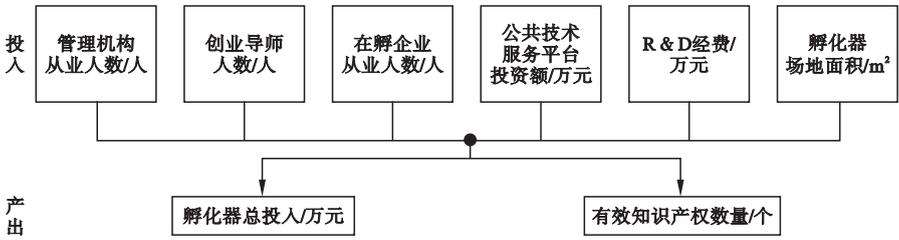


图1 初步转化阶段运行过程

生产运营的实际操作者;财力投入包括研究和试验发展(R&D)经费支出和公共技术服务平台投资支出,其中,R&D经费包含部分孵化基金、在孵企业社会融资资金及自有资金,其投入水平直接影响在孵企业的技术创新能力,公共技术服务平台投资额一方面与R&D经费共同反映技术要素投入水平,另一方面,从平台建设角度看,公共技术服务平台在一定程度上充当着孵化器与在孵企业、不同在孵企业之间互通互信的桥梁,为资源共享及成果转化提供便利;物力方面,孵化器场地面积是最基本的硬件服务,应作为主要的评价指标。

初步转化阶段获得的结果应作为中间产出发挥作用,直接决定能否继续进行下一阶段的工作。孵化器的经济收入是孵化器因其服务提供行为获得的报酬,通过将其继续投

入下一阶段不断助力在孵企业实现产业化,激发系统内生活力;在孵企业拥有有效知识产权的数量代表了其技术研发和创造能力,是在孵企业凭借自身实力和孵化器、其他在孵企业资源支持而获得的技术成果,也是进行产品制造和成果转化的前提。此两项指标的获取过程充分体现了系统成员间的互动和合作,指标数值越大,系统的可持续发展能力越强。

(2)成果转化阶段:该阶段主要在初步转化阶段的基础上进行成果转化,实现在孵企业经济效益及自主经营能力,同时不断扩大网络规模。这里所说的网络规模指的是在孵企业网络维度^[18],该阶段的运行目标可量化为在孵企业总收入、当年毕业企业数量、累计毕业企业数量和在被孵企业数量4个指标,具体过程如图2所示。

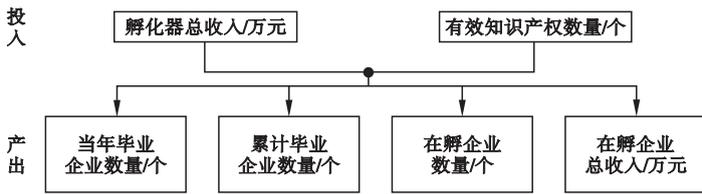


图2 成果转化阶段运行过程

科学的评价指标体系是客观评价孵化器运行效率,寻求效率提高途径,进而解决现存问题的前提,因此,本研究首次基于内网络视角,在剖析孵化器实际运行过程的基础上构

建运行效率评价指标体系,创新地将孵化器总收入和有效知识产权数量作为中间产出,体系结构及指标提取如图3所示。

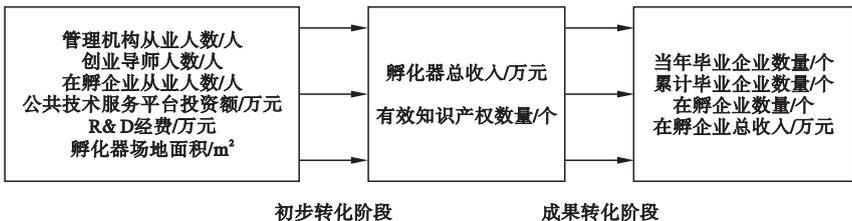


图3 孵化器运行效率评价指标体系

2. 关联型网络 DEA 模型介绍

传统 DEA 模型将生产系统投入产出过程看作一个“黑箱”,忽略了系统内部运行过程的分析,应用其进行评价时很容易产生偏差,为了提高适用性,学者们对其进行了不同程度的改进。CHIANG KAO 等^[19]基于固定规模报酬提出的关联型网络 DEA 模型能将系统生产过程分解为前后相互关联的若干阶段,前一阶段产出即为下一阶段投入。YAO CHEN 等^[20]在此基础上考虑了规模报酬可变的情况,对模型进行了完善,充分提高了生产系统运行过程的拟合度以及效率评价的准确性,本研究结合孵化器运行过程,选择关联型网络 DEA 模型进行效率评价。

在进行数据包络分析时,每一个孵化器系统均可看作一个决策单元(DMU)。假设有 n 个 DMU,每个 $DMU_j(j = 1, 2, \dots, n)$ 有 m 个初始投入 $X_{ij}(i = 1, 2, \dots, m)$, q 个中间产出 $Z_{pj}(p = 1, 2, \dots, q)$ 及 r 个最终产出 $Y_{rj}(r = 1, 2, \dots, l)$,对应的权重变量分别为 v_i, w_p, u_r, μ_k^t ($t = 1, 2$),表示规模无效对整体效率的影响。

第一步:计算整体纯技术效率 E_k 。使用模型为

$$E_k = \max \left\{ \sum_{p=1}^q W_p Z_{pk} + \sum_{r=1}^s U_r Y_{rk} - \mu_k^A - \mu_k^B \right. \quad (1)$$

$$s. t. \begin{cases} \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{p=1}^q W_p Z_{pj} + \mu_k^A \geq 0 \\ \sum_{p=1}^q W_p Z_{pj} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rk} + \mu_k^B \geq 0 \\ \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} + \sum_{p=1}^q W_p Z_{pk} = 1 \\ i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

其中, $U_r = tu_r, \mu_k^A = t\mu_k^1, \mu_k^B = t\mu_k^2, t = \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pk}}$, ε 为非阿基米德无穷小,据此模型不但可求解孵化器整体纯技术效率,还能得到各参数的最优值 v_i^*, w_p^*, u_r^* ,进而求解各子阶段效率。

第二步:计算各子阶段的纯技术效率值。分别以 E_k^1, E_k^2 表示初步转化、成果转化阶段的纯技术效率,使用式(2)、式(3)进行计算。

$$E_k^1 = \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \mu_k^1}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \quad (2)$$

$$E_k^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \mu_k^2}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}} \quad (3)$$

三、辽宁省孵化器运行效率研究

1. 样本数据统计性描述

依据关联型网络 DEA 原理和构建的孵化器运行效率评价指标体系,对辽宁省科技厅统计的 2019 年度孵化器运行数据进行整理、分析,选取 64 家作为样本,进行综合及分类研究。包括国家级 29 家、省级 19 家、地市级 16 家,涉及先进制造、电子信息、现代服务、新材料、生物医药等 10 个产业。样本具有代表性,能充分反映辽宁省孵化现状。样本评价指标的特征如表 1 所示,数据表明辽宁省孵化器发展中两极化现象严重,不同孵化器运行情况有明显差距。

表 1 样本评价指标的统计性描述

指标	最大值	最小值	平均值	标准差
管理机构从业人数/人	200.00	1.00	19.56	8.50
创业导师人数/人	100.00	0.00	10.77	1.50
在孵企业从业人数/人	8 385.46	6.00	777.33	492.85
公共技术服务平台投资额/万元	1 350.00	0.00	77.09	70.00
R & D 经费支出/万元	6 153.50	0.00	772.34	332.90
孵化器使用总面积/m ²	287 870.00	2 123.00	31 248.08	2 673.00
孵化器总收入/万元	25 046.00	1.94	960.74	313.30
拥有有效知识产权数/个	332.00	0.00	48.69	20.50
累计毕业企业数量/个	39.00	0.00	7.14	4.50
当年毕业企业数量/个	320.00	0.00	54.66	41.50
在孵企业数量/个	419.00	2.00	58.11	10.00
在孵企业总收入/万元	91 125.96	0.00	13 435.55	10 389.65

2. 评价结果与分析

利用 matlab 软件计算得到 64 家孵化器整体运行效率和各子阶段效率,在定量分析基础上,对评价结果进行定性分析。

(1) 从总体水平看

由表 2 测算结果可知,64 家孵化器整体运行效率均值为 0.573 29,31 家高于平均水平,占总数的 48%,初步转化、成果转化阶段运行效率均值分别为 0.688 45,0.503 01,成果转化阶段运行效率过低是整体效率偏低的主要原因,是效率提升的关键环节。结合样本数据和年度报告不难发现,辽宁省孵化器倾向于通过增加供给侧投入实现产出增量化,但应当意识到一味地增加投入并不能获得最佳投产比,反而会造成资源浪费,降低运行效率,且部分孵化器和在孵企业不够重视技术创新,研发创造相关投入不足,导致创新成果数量欠缺。成果转化阶段运行效率低下则是由产出不足引起的,表明辽宁省孵化器系统的科技成果产业化能力有待提高,转化路径和方向有待进一步明晰。

表 2 辽宁省 64 家孵化器整体运行效率

阶段	E_k	E_k^1	E_k^2
均值	0.573 29	0.688 45	0.503 01

(2) 从不同级别看

由表 3 可知,辽宁省孵化器运行效率按级别由高到低依次递增:国家级 < 省级 < 地市级,这是由于孵化器运行效率是产出成果和相应投入的相对比例,不取决于资源总量。其中,初步转化阶段运行效率是影响国家级孵化器整体运行效率的主要原因,省级和地市级孵化器运行效率受成果转化阶段影响较大。国家级孵化器综合实力强,市场竞争优势明显,加之国家相关政策支持,现有资源及相应产出数量多、质量高,其运行效率最低的主要原因是投入过剩。排名第二的省级孵化器两阶段运行效率均值分别为 0.766 45,0.600 63,投入过剩问题较之国家级孵化器有所缓解,但仍存在资源分配不合理、成果转化能力不足等问题。而地市级孵化器由于成立时间短、自身实力弱、缺乏品牌效应等原

因,资源投入和产出数量较少,且科技成果转化渠道单一,市场化能力不足,其初步转化阶段效率值为 0.842 82,说明地市级孵化器初步转化阶段投入产出相对比例较为理想,数量上仍需大幅提高。

表 3 不同级别孵化器运行效率

级别	E_k	E_k^1	E_k^2
国家级	0.328 20	0.552 37	0.591 54
省级	0.763 21	0.766 45	0.600 63
地市级	0.792 80	0.842 82	0.227 77

(3) 从不同地区看

辽宁省孵化器多集中在沈阳和大连两市,占总数的 75%,孵化环境较之省内其他城市更优越,创新活跃度更高,区域合作和竞争力更强。由表 4 可知,总体来看,沈阳市孵化器成果转化阶段效率较高,大连市孵化器初步转化阶段效率较高,这是因为这两个城市国家级和地市级孵化器数量均占半数左右,其中,沈阳市国家级孵化器占该市总数的 56%,大连市地市级孵化器占该市总数的 46%。除沈阳、大连以外的其他城市孵化器数量较少,且多为国家级和省级孵化器。鞍山、铁岭等沈阳周边城市初步转化阶段运行效率良好,但科技成果产业化能力不足,这些城市在一定程度上受沈阳地区孵化生态的辐射,应继续寻求区域合作机会,提高成果转化能力;锦州、阜新等辽西北地区 and 处于辽东的丹东地区初步转化阶段运行效率普遍低下,资源配置能力弱是突出短板;营口市在低初步转化率的条件下成果转化效率仍能达到 1,

表 4 不同地区孵化器运行效率

地区	E_k	E_k^1	E_k^2
沈阳	0.474 22	0.605 34	0.621 24
大连	0.636 59	0.780 08	0.381 97
鞍山	0.731 94	0.787 79	0.551 75
抚顺	0.666 20	0.666 20	0.088 70
本溪	0.234 15	1.000 00	0.106 82
丹东	0.476 36	0.478 97	0.716 12
锦州	0.474 35	0.477 78	0.588 09
营口	0.200 92	0.215 31	1.000 00
阜新	0.355 68	0.422 77	0.615 51
辽阳	1.000 00	1.000 00	1.000 00
盘锦	1.000 00	1.000 00	0.502 49
铁岭	0.474 45	0.501 02	0.140 05
葫芦岛	0.280 64	0.301 01	1.000 00

充分印证了高投入不一定等于高产出;运行效率最高的是辽阳和盘锦两地,整体效率均为1,其中,辽阳地区不同阶段效率值也达到1,能够实现投入产出相对平衡。

(4) 从不同类型看

按不同类型进行分类统计,得到64家孵化器运行效率均值(见表5)。整体来看,专业型孵化器和综合型孵化器整体运行效率值分别为0.563 16,0.580 22,综合型孵化器运行效率较高,但二者差距不大。从不同阶段来看,二者初步转化阶段运行效率均高于成果转化阶段,专业型孵化器初步转化阶段效率值更高,综合型孵化器成果转化阶段效率值更高。从初步转化阶段看,专业型孵化器能够聚焦其从事的专业领域,吸纳优质资源,内部在孵企业多处在同一领域或相近领域,信息交流和合作共赢的机会增大,且有利于合理进行资源拼凑及资源配置^[18],这是综合型孵化器无法比拟的优势。但成果转化阶段测算结果表明,专业型孵化器运行效率较低,可能是在孵企业和毕业企业数量上的劣势造成的。

表5 不同类型孵化器运行效率

类型	E_k	E_k^1	E_k^2
专业型	0.563 16	0.747 01	0.423 66
综合型	0.580 22	0.648 38	0.557 30

四、结论与建议

1. 结论

根据辽宁省64家孵化器整体运行效率和各子阶段运行效率测算结果与分析,可得到如下结论。

成果转化阶段运行效率低是影响整体效率值的主要原因,同时,初步转化阶段运行效率也存在较大提升空间,说明辽宁省孵化器普遍缺乏合理的资源配置能力以及良好的技术创新能力,科技成果转移转化能力有待进一步提高。

通过分地区、分级别、分类型效率比较发现,省内不同城市孵化器发展存在一定差异;地市级孵化器整体运行效率最高,其次是省

级,效率最低的为国家级孵化器;专业型孵化器资源聚集及配置能力优于综合型孵化器。

2. 建议

(1) 优化资源配置,引导孵化器合理分配和使用资源。一方面,鼓励省级和地市级孵化器引进优质孵化器的成功管理经验,并定期开展培训以提升从业人员的业务能力和服务水平,培养“懂孵化、明创业、会管理、重创新”的高素质从业人才队伍,为其快速发展提供高水平的管理人才保障,同时,引入行业专家和成功创业者组成创业导师团队,为在孵企业研发、运营提供专业化帮助;另一方面,引导天使投资加强对省级和地市级孵化器及其内部在孵企业的扶持,鼓励合理扩张孵化场地,为系统运行提供必要支持。如何引导孵化器(特别是国家级孵化器)合理配置资源是资源成功获取后的又一难题,鼓励其综合考虑不同种类资源的特性和作用,结合优质孵化器的经验,不断优化资源分配方案以寻求最佳配比,不但能提高初步转化阶段运行效率,也有利于社会资源的管理和规划。

(2) 鼓励技术研发和创新,拓宽成果转化渠道。针对辽宁省(尤其是居于沈阳和大连两市的)部分不重视技术创新的孵化器和在孵企业,引导其学习国内外先进技术,提供技术交流和培训学习的机会,不断提高省内科技人员综合素质。同时,鼓励其增加技术研发投入,加大政策供给和各级财政资金扶持力度,首先确保沈、大两市的科技成果质量和数量,提高创新能力和市场竞争力,充分发挥沈阳省会城市和大连沿海城市的优势,集中力量促使优质科技成果走出去,寻求跨省份、跨国界的合作机会,在国内和国际市场上树立良好口碑,占据一定的市场份额。引导沈、大两市将其对外交流中获得的成熟技术和前沿信息在省内共享,一方面寻求技术突破上台阶,提高在外威信,另一方面带动其他城市孵化器发展,如引导鞍山、铁岭等城市共享沈、大两市成果转化渠道,或者与两市孵化器合作,进而提高其科技成果产业化能力,引

导沈、大两市优质资源及资源配置经验向辽西地区城市输送,使其初步转化阶段运行效率值至少达到0.5以上。以此来实现以典型树品牌,省内省外联动发展,提高孵化器整体运行效率,创造全省孵化新动能。

(3)加大地市级孵化器扶持力度,促进投入产出数量双向提高。地市级孵化器运行状况不佳是辽宁省孵化器建设的突出短板,如何在维持投入产出相对平衡的条件下,提高其资源获取和产出能力进而改善整体孵化环境是亟需解决的问题。因此,政府责无旁贷,必须发挥好牵线带头作用,一方面,为地市级孵化器搭建培训学习的平台,促进有实力的省级及以上孵化器和地市级孵化器加强合作交流,引导省级以上孵化器部分冗余资源向地市级孵化器流动,营造强者带动弱者,弱者紧跟强者的孵化氛围,真正实现资源充分利用;另一方面,在跨区域合作中充分考虑地市级孵化器的特点,促进其在参与合作中快速获取经验,提高自身实力和影响力,不断向省级孵化器迈进。

(4)引导综合型孵化器结合产业特色,向专业化方向升级。在新经济、新形式以及高质量发展的目标下,专业型孵化器已经成为孵化器发展的趋势,有必要引导辽宁省综合型孵化器聚焦先进制造、电子信息、人工智能、新材料、新能源、生物医药等前沿产业及辽宁省特色产业进行转型升级,并根据项目需求研究如何围绕产品研发、产品试验、产品成型、产品市场、产品融资等更前端的服务需求,提供细致而又持续的支持与服务,使自身具备特色化、专业化、精细化的服务特性。同时,针对现有专业型孵化器产出不足的现状,结合其所处的不同领域采取差异化的管理方式,涉及先进制造、电子信息等领域的,引导其稳把技术关,涉及新材料、现代服务、生物医药等领域的,引导其稳把质量关,首先确保在市场上站稳脚跟,再进一步扩大转化渠道,提高产出水平,进而提高专业型孵化器整体运行效率,促进产业集中、集聚、集约发展。

参考文献:

- [1] 张力,刘新梅.在孵企业基于孵化器的成长依赖[J].管理评论,2012,24(9):103-110.
- [2] SHIH T, AABOEN L. The network mediation of an incubator: how does it enable or constrain the development of incubator firms' business networks? [J]. Industrial marketing management, 2019, 80(80): 126-138.
- [3] MIRANDA M G, BORGES R. Technology - based business incubators: an exploratory analysis of intra - organizational social networks [J]. Innovation & management review, 2019, 16(1): 36-54.
- [4] 张力,刘新梅,戚汝庆.孵化器“内网络”的构建与扩张:结构模型与实证分析[J].科学学与科学技术管理,2012,33(9):5-12.
- [5] 王国红,周建林,邢蕊.孵化器“内网络”情境下社会资本、联合价值创造行为与在孵企业成长的关系研究[J].中国管理科学,2015,23(1):650-656.
- [6] 王国红,周建林,邢蕊.孵化器“内网络”情境下社会资本对在孵企业成长的影响:基于大连双D港创业孵化中心的案例研究[J].管理案例研究与评论,2015,8(1):84-96.
- [7] ROGOVA. The effectiveness of business incubators as the element of the universities' spin - off strategy in Russia [J]. The international journal of technology management and sustainable development, 2014, 13(3): 265-281.
- [8] CHAN K F, LAU T. Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly [J]. Technovation, 2004, 25(10): 1215-1228.
- [9] 黄铎.基于灰色多层次分析法的科技企业孵化器服务能力评价[J].西部金融,2014(11):47-50.
- [10] 李恒光,赵巍,谷力群,等.基于3C系统的科技企业孵化器绩效评价指标体系研究[J].科技进步与对策,2007(7):175-179.
- [11] 孙凯,鞠晓峰,李煜华.基于变异系数法的企业孵化器运行绩效评价[J].哈尔滨理工大学学报,2007(3):165-167.
- [12] 陶志梅.基于主成分分析和DEA方法的企业

- 孵化器可持续发展能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(2): 88-94.
- [13] 李庆博, 刘西明. 科技企业孵化器创新效率评估及关系研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(4): 59-63.
- [14] 翁莉, 殷媛. 长三角地区科技企业孵化器运行效率分析: 以上海、杭州和南京为例[J]. 科学与科学技术管理, 2016, 37(3): 106-115.
- [15] 代碧波, 孙东生. 基于 DEA 方法的科技企业孵化器运行效率评价: 以东北地区 14 家国家级企业孵化器为例[J]. 科技进步与对策, 2012, 29(1): 142-146.
- [16] 张建清, 孙梦暄, 范斐. 基于 DEA 方法的湖北省科技企业孵化器运行效率评价[J]. 科技管理研究, 2017, 37(4): 82-88.
- [17] 仲深, 刘雨奇, 杜磊. 基于网络 DEA 模型的企业孵化器运行效率评价[J]. 科技管理研究, 2018, 38(20): 84-90.
- [18] 孙梦瑶, 李雪灵. 孵化器、资源拼凑对孵化能力的影响机理[J]. 社会科学战线, 2019(6): 257-261.
- [19] CHIANG KAO, SHIUH - NAN HWANG. Efficiency decomposition analysis: an application to non - life insurance companies in two - stage data envelopment Taiwan [J]. European journal of operational research, 2008 (185): 418-429.
- [20] YAO CHEN, COOK W D, LI NING, et al. Additive efficiency decomposition in Two - Stage DEA[J]. European journal of operational research, 2009 (196): 1170-1176.

The Operating Efficiency Research of Science and Technology Business Incubator Based on Relational Network DEA Model: a Case Study of 64 Incubators in Liaoning Province

LI Lihong¹, SHEN Jiarui¹, LI Zhijun², CUI Chang³

(1. School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. Achievement Division, Department of Science & Technology of Liaoning Province, Shenyang 110004, China; 3. Engineering Center of Important Technological Innovation and R&D Base Construction of Liaoning Province, Shenyang 110168, China)

Abstract: In order to improve the operating efficiency of science and technology business incubator, it's necessary to evaluate it scientifically. In this paper, the evaluation index system of operating efficiency is established at first from the perspective of the internal network of incubator, in which the total income and the quantity of effective intellectual property rights of the incubator are added as intermediate output index. Based on the relational network DEA model, the operating efficiency of 64 incubators in Liaoning province is calculated. The results show that there are some problems of unreasonable allocation of resources and insufficient capacity to transform results, and incubators in different cities have different efficiencies. In addition, the operating efficiency of national incubators is obviously lower than that of provincial and city - level incubators, and the resource allocation capacity of professional incubators is better than that of comprehensive incubators. Based on the above points, some specific suggestions are put forward to resolve the problems and improve the operating efficiency of incubators.

Key words: science and technology business incubator; internal network; relational network DEA model; operating efficiency

(责任编辑:高旭 英文审校:林昊)