

基金项目论文

基于 AHP 模糊综合评价法的孵化器有效运作因素研究

熊 刚^{1,2}, 张星佳丽^{3,4}, 商秀芹^{3,5}, Timo R. Nyberg^{1,6}, 刘陶忠⁷

(1.中国科学院云计算中心, 广东 东莞 523808; 2.中国科学院自动化研究所, 北京市智能化技术与系统工程技术研究中心, 北京 100190; 3.中国科学院自动化研究所, 复杂系统管理与控制国家重点实验室, 北京 100190; 4.北京化工大学 信息科学与技术学院, 北京 100029; 5.青岛智能产业技术研究院, 山东 青岛 266109; 6.阿尔托大学 理学院 工业工程与管理系, 芬兰, FI-00076; 7.海南 中科天楠科技股份有限公司, 海南 三亚 572000)

摘 要: 根据美国企业孵化协会 (NBIA) 给出的定义, 孵化器是通过对新创企业提供创业指导和所需资源及服务, 以加速其成功发展的商业支持过程集合体。本文首先从有效孵化相关的功能角度, 筛选出孵化器的有效运作因素, 然后采用层次分析法对于调查数据进行了计算, 得到了各个指标的权重。利用模糊综合分析法对于影响孵化器有效运作因素进行了判定。最后对某地多个孵化器进行了实证分析。分析结果显示, 孵化器运作良好。

关键词: 孵化器; AHP 模糊综合评价法; 有效运作因素

中图分类号: TP182 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1003-6970.2017.09.001

本文著录格式: 熊刚, 张星佳丽, 商秀芹, 等. 基于 AHP 模糊综合评价法的孵化器有效运作因素研究[J]. 软件, 2017, 38 (9) : 01-07

Research on Effective Operation Factors of Incubators based on Fuzzy AHP Approach

XIONG Gang^{1,2}, ZHANG Xing-jia-li^{3,4}, SHANG Xiu-qin^{3,5}, TIMO R. Nyberg^{1,6}, LIU Tao-zhong⁷

(1. Cloud Computing Center, Chinese Academy of Sciences, Dongguan 523808, China; 2. Beijing Engineering Research Center of Intelligent Systems and Technology, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 3. The State Key Laboratory of Management and Control for Complex Systems, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 4. College of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 5. Qingdao Academy of Intelligent Industries, Qingdao, 266109, China; 6. Department of Industrial Engineering and Management, School of Sciences, Aalto University, FI-00076 Aalto, Finland; 7. Hainan Zhongke Tiannan Technology Co. Ltd., Sanya 572000, China)

【Abstract】: According to NBIA's (National Business Incubation Association) definition, business incubation is a business support process that accelerates the successful development of start-up and fledgling companies by providing entrepreneurs with an array of targeted resources and services. In this paper, the effective operation factors of the incubator are researched from the perspective of the incubation function. AHP (Analytic Hierarchy Process) is used to calculate these survey data, and the weight of each index is obtained. Then, Fuzzy comprehensive evaluation is utilized to determine effective operation factors of the incubator. Finally, an empirical analysis of several incubators are conducted. The results show that the incubators work well.

【Key words】: Incubator; AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation; Effective Operation Factors

0 引言

孵化器是整合社会资源并实现自主创新成果产业化重要载体, 是国家创新体系的重要组成部分。经过二十多年的发展, 中国孵化器的数量仅次于美国, 居世界第二位^[1]。孵化器行业对创业企业成长

的促进作用越来越引起社会关注。国家和地方政府为孵化器平台搭建相关的大数据服务平台, 以辅助孵化器和在孵企业健康发展^[2]。

随着互联网快速发展所出现的虚拟孵化器, 则是通过现代信息技术交流手段, 以互联网为线上平

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (61233001、71232006、61533019、91520301); 广东省科技厅项目 (2014B010118001、2014B090902001、2014A050503004、2015B010103001、2016B090910001); 以及东莞创新人才项目 (熊刚)

作者简介: 熊刚, 研究员, 主要研究方向: 智能控制与管理、大数据和云计算、智能交通等。

通讯作者: 熊刚, 研究员, 主要研究方向: 智能控制与管理、大数据和云计算、智能交通等。

台的新型孵化形式。这种符合信息时代特征的新型孵化方式,吸引了不少专家学者对于其定义与属性,发展模式以及合作规范等进行研究^[3]。

但是,我国孵化器行业在快速发展的同时,出现了很多问题。而在此之中的核心问题可归结为孵化器有效运作因素的研究。当前我国学者对孵化器的研究,主要涉及孵化器的核心竞争力^[4]、盈利能力^[5]、与风险投资融合的经营模式^[6],也有关于孵化器的管理绩效评价以及相关指标体系等问题,但对孵化器有效运作因素尚未有系统完善的评估。陈芝等对于现有的指标体系进行分类,增加了企业孵化器自身发展相关的权重参数^[7]。张礼建等构造了科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系^[8]。晏敬东等针对科技企业孵化管理绩效建立了评价指标体系^[9]。

本文基于科技创新企业孵化器有效运作的关键因素分析,建立评估孵化器的一个指标体系,同时利用AHP-模糊综合评价法对于孵化器进行评估,确定各项影响因素在孵化器运作中所占的权重,将各项指标因素的权重以量化表格形式显示,一目了然的显示各项指标在运作之中的权重。最终的权重数据,对于政府、企业在进行科技创新产业孵化器管理时有很好的指导作用,从而更好的发挥孵化器对于创业的激励作用。

1 模糊综合评估模型的建立

模糊综合评价的基本步骤:首先依据评估对象确立合理完善的评价指标体系,通过层次分析法确定各个评价因素的权重。然后根据评价的要求,设定合适的评价集,并确立评价因素的隶属度函数,最后进行模糊综合评判^[10]。

1.1 建立评价指标体系

评价科技企业孵化器,需要建立合理且全面的评价指标体系。首先,就是掌握影响科技企业孵化器有效运作的各种因素,要把影响其运作流程的各种复杂成分简单化,明确主要因素和次要因素。其次,建立科技企业孵化器评价模型,还需要逐一了解孵化器孵化流程中各个环节的实施状况,为分析影响其有效运作的因素创造条件。结合相关文献资料分析[7-9],我们采取从孵化器硬件环境、软件环境以及孵化器服务能力等几个方面,建立孵化器有效运作因素指标体系:

(1) 孵化器硬件环境:是指由客观环境所决定的,影响孵化器进行进一步发展的硬件限制因素;

(2) 孵化器软件环境:是由孵化器中人才引进以及交互交流带来影响的软性指标;

(3) 孵化器投融资能力:反应孵化器经济功能;

(4) 孵化器辅助服务能力:反应孵化器服务社会功能。

我们所建立的科技企业孵化器有效运作的指标体系,如表 1 所示。

1.2 科技企业孵化器指标体系的计算

每个准则 $\forall V_i (i=1,2,3,4)$, 综合反映若干个大类指标 $V_{ij} (j=1,2,\dots,m)$, 例如:孵化器硬件环境因素 V_1 , 是由孵化器基础设施投入 V_{11} 以及孵化器基地共同决定的,即对于 $\forall V_i$, 均有:

$$V_i = \sum_{j=1}^m W_{ij} V_{ij}$$

其中, $i=1,2,3,4; j=1,2,\dots,m; m$ 为所有因素 (V_1, V_2, V_3, V_4) 中大类指标数的最大值。据此,就构建了科技企业孵化器有效运行指标体系。它分为 2 个层次,第 1 层次,准则层,影响孵化器有效运作的 4 个准则,第 2 层,具体指标层 V_{ij} 决定准则层各准则的综合指标。这里, $W_{ij} (i=1,2,3,4; j=1,2,3,\dots,m)$ 是权重,权重反映了指标对所影响的对象的重要程度。我们采用层次分析法确定各个指标的权重^[8]。

1.3 层次分析法确定指标权重

层次分析法的基本思想是将想要达到的总目标进行量化分解成多个不同的组成因素,并按照因素间的相互关联影响以及隶属关系将这些组成因素按不同层次聚集组合。形成一个多层次的分析结构模型,从而最终使问题归结为最低层(供决策的方案措施等)相对于最高层(总目标)的相对重要权值的确定或相对优劣次序的排定。

运用层次分析法解决决策问题一般分为五步:建立层次结构模型;构造判断矩阵;层次单排序及一致性检验;层次总排序;层次总排序一致性检验。按照层次分析法的步骤,已确定指标体系和划分层次结构这两个步骤,这套评价指标由两级指标组成,所以必须先求出第一级指标的权重,再求第二级指标的权重^[11]。

1.3.1 构造判断矩阵 A

判断矩阵是层次分析法的基本信息,也是进行相对重要度计算的重要依据。层次分析法的信息基础,主要是人们对于每一层次中各因素相对重要性的判断。这些判断通过引入合适的标度,用数值表示出来,写成判断矩阵。判断矩阵表示针对上一层次某因素,本层次与其有关因素的相对重要性的比较。例如,某上一级因素 HS 有 n 个下级独立要素 A_1, A_2, \dots, A_n , 其判断矩阵形式见下表 2。

表 1 评价指标体系^[7-9]
Tab.1 Evaluation Index System

目标层 A	准则层 B	指标层 C	指标说明
孵化器的有效运作因素	硬件环境 B1	基础设施投入 C1 (万元)	孵化器项目建设投资
		孵化基地面积 C2 (平方米)	孵化器基地占地面积
	软件环境 B2	员工素质结构 C3 (%)	员工中各个学历所占的比重
		优惠政策落实比例 C4 (%)	政府优惠政策能够下放落实的比例
		与高校等科研机构合作次数 C5 (次)	和高等院校研究机构的合作次数
	投融资服务 B3	协助贷款数 C6 (万元)	投融资过程中的协助贷款数
		申请政府补贴经费 C7 (万元)	政府下放的资金支持
		协助申请科技基金经费 C8 (万元)	孵化项目申请的科技基金数量
		担保总额 C9 (万元)	项目取得担保资金总额
		引进风险资本额 C10 (万元)	项目引进的风险投资数
	辅助服务 B4	直接投入 C11 (万元)	项目直接经济投资
		场地出租率 C12 (%)	场地出租比例
		各种培训次数 C13 (次)	相关技术培训次数
		企业交流次数 C14 (次)	企业相互交流次数

表 2 判断矩阵表
Tab.2 Judgment matrix

H	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}		a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}		a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

判断矩阵中的元素 a_{ij} 表示从判断准则 E_s 的角度考虑要素 a_i 对要素 a_j 的相对重要性即 $a_{ij} = w_i / w_j$

1.3.2 判断尺度

表示要素 a_i 对要素 a_j 的相对重要性的数量尺度。

表 3 是一种常用的 1-9 判断尺度表。

表 3 判断尺度表
Tab.3 Judgment scale

标度 w_i / w_j	含义
1	表示对于 H_s 而言, A_i 和 A_j 同样重要
3	表示对于 H_s 而言, A_i 比 A_j 稍微重要
5	表示对于 H_s 而言, A_i 比 A_j 重要
7	表示对于 H_s 而言, A_i 比 A_j 重要得多
9	表示对于 H_s 而言, A_i 比 A_j 绝对重要
2,4,6,8 倒数	其重要程度位于上述两相邻判断尺度之间 $a_{ji} = 1 / a_{ij}$

1.3.3 运用方根法求解判断矩阵

在单一目标层 A 下被比较元素的相对权重,即层次单排序,计算步骤如下:

(1) 权重向量的近似计算

计算判断矩阵每一行元素的乘积:

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (1)$$

计算 M^i 的 n 次方根:

$$\bar{M}_i = \sqrt[n]{M_i}, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2)$$

对 M_i 的标准化:

$$M_i = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{k=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{\frac{1}{n}}}, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (3)$$

(2) 最大特征根的计算

采用公式(4)求取判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} , 用于一致性检验:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^N \frac{(Aw_i)_i}{nw_i}, \quad i=1,2,3,\dots,N \quad (4)$$

其中 w 是用根法求出的权重向量。

(3) 将所得的 W 向量做归一化处理, 得到单一准则下各被比较元素的排序权重向量。

1.3.4 一致性检验

一致性检验的基本步骤: 基于公式(5)得到判断矩阵的最大特征值, 然后代入公式(6)和(7)中, 计算判断矩阵的一致性指标 CI 和一致性比 CR :

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^N \frac{(Aw_i)_i}{nw_i}, \quad i=1,2,3,\dots,N \quad (5)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max}}{n-1} \quad (6)$$

式中, A 是 $A-B$ 判断矩阵, n 是判断矩阵阶数, λ_{\max} 是判断矩阵最大特征值。 CI 数值越小, 就说明判断矩阵一致性越高。单纯依据 CI 值设定一个可接受的 inconsistency 标准, 并不恰当。因此, 进行一致性检

验前,需要排除判断矩阵不同阶数对指标判断的影响。
平均随机一致性指标 RI , 就是一种修正系数,

可消除由矩阵阶数因素所造成的判断矩阵不一致性。
具体数值如表 4 所示。

表 4 平均随机一致性指标 RI 的取值
Tab.4 Average random consistency index

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI 值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

对于 $n \geq 3$ 阶的判断矩阵, 当 $CR \leq 0.1$ 时, 即 λ_{\max} 偏离 n 的相对误差。当 RI 不超过平均随机一致性指标 CI 的 0.1 倍时, 则可认为判断矩阵一致性是可接受的。当 $CR > 0.1$ 时, 则可认为判断矩阵偏离一致性程度过大, 需要调整判断矩阵, 直到达到满意的一致性为止。

1.4 确定评语集和隶属度函数

单因素评价和建立评价矩阵时, 可将评价等级分为优、良、差三个等级, 建立评价等级集 $V = [\text{优}, \text{良}, \text{差}]$ 。

1.5 单因素评价和评价矩阵建立

从一个因素出发进行单独评价, 以确定评价对象对于评价集元素的隶属程度, 称为单因素模糊评价^[12]。假设对第 i 个评价元素 u_i 进行单因素评价, 得到一个关于 v_j 的模糊向量:

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, \dots, r_{ij})$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

r_{ij} 称为因素 u_i 具有 v_j 的程度, $0 < r_{ij} < 1$ 。若综合评价 n 个元素, 结果是 N 行 n 列的隶属度矩阵 R 。 R 是一个单因素评价集, 是评价集 V 上的一个模糊子集。可见, 该矩阵中每一行就是对每一个单因素的评价结果, 整个矩阵 R 包含了按评价标准集合 V 对评价因素集合 U 进行评价所获得的全部评价结果。

1.6 进行模糊合成和评价

本文选择加权平均算子, 进行模糊合成。应用不同的模糊算子, 对二级指标进行模糊合成, 会演变出不同的模型。

2 某地孵化器平台有效运作评估案例

2.1 权重的确定

2.1.1 构造判断矩阵

AHP 的判断矩阵分布权重, 通过专家组对各级评价中的各个元素重要性进行两两比较与量化评价获得。专家量化评价结果采用 1~9 的标度法, 分别考察 B 层因素和 C 层因素的相对重要性, 可以得到 $A-B$ 、 B

-C 判断矩阵。结果如下表 5 所示:

表 5 判断矩阵

A-B judgment matrix				
A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
B ₁	1	3	4	2
B ₂	1/3	1	1/2	1/2
B ₃	1/4	2	1	2
B ₄	1/2	2	1/2	1

B ₁ -C judgment matrix		
B ₁	C ₁	C ₂
C ₁	1	1
C ₂	1	1

B ₂ -C judgment matrix			
B ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₃	1	2	2
C ₄	1/2	1	1
C ₅	1/2	1	1

B ₃ -C judgment matrix						
B ₃	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁
C ₆	1	1/3	1/5	1/7	3	3
C ₇	3	1	1/3	1/3	3	3
C ₈	5	3	1	3	5	7
C ₉	7	3	1/3	1	7	5
C ₁₀	1/3	1/3	1/5	1/7	1	1
C ₁₁	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1

B ₄ -C judgment matrix			
B ₄	C _{6/12}	C ₁₃	C ₁₄
C ₁₂	1	1/3	1/7
C ₁₃	3	1	1/3
C ₁₄	7	3	1

2.1.2 求解判断矩阵

(1) 权值的近似计算

由公式 (1) 计算图 1 中每行元素的乘积, 得到:

$$\mu_{1j} = 24 \quad \mu_{2j} = \frac{1}{12} \quad \mu_{3j} = 1 \quad \mu_{4j} = \frac{1}{2}$$

由公式 (2) 得到各个项的四次方根:

$$u_1 = 2.21 \quad u_2 = 0.54 \quad u_3 = 1 \quad u_4 = 0.84$$

由公式 (3) 进行标准化得到:

$$w_1 = 0.482 \quad w_2 = 0.117 \quad w_3 = 0.218 \quad w_4 = 0.183$$

由此，得到特征根：

$$AW = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & 2 & 1 & 2 \\ \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 0.482 \\ 0.117 \\ 0.217 \\ 0.183 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.07 \\ 0.48 \\ 0.94 \\ 0.77 \end{bmatrix}$$

(2) 最大特征根的计算

由公式(4)计算得：

$$\lambda_{\max} = \frac{2.07}{4 \times 0.482} + \frac{0.48}{4 \times 0.117} + \frac{0.94}{4 \times 0.217} + \frac{0.77}{4 \times 0.183} = 4.22$$

2.1.3 一致性检测

由公式 (5) (6) (7) 知，一致性检测中各项参数如下：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.073 < 0.1 \quad RI = 0.9$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.081 < 0.1$$

同理，可以求出权重表，如表 6，表 7 所示。

2.2 进行综合模糊计算

2.2.1 建立评价矩阵

对于定性指标，采用专家打分法获得评语集。对于定量指标，采用隶属度函数进行模糊评价，如表 8 所示。

2.2.2 确定权向量

由本文 2.1 小节中，利用 AHP 层次分析法得到了指标层 C 相对于准则层 B 以及目标层 A 的权重，如表 6 所示。

2.2.3 一级评价

根据公式 $B_i = W_i \times R_i$ 得到 B 层各个指标模糊计算结果，如表 9 所示。

2.2.4 二级评价

根据公式 $B_i = W_i \times R_i$ ，把 B_i 看做是 A 的 4 个单因素判断，则对目标层 A 的综合评价为：

$$B = W \times R$$

w 为 A 层各下级元素相对于 A 层的权重，可知：

表 6 指标权重及一致性检测

Tab.6 Index weight and consistency detection

矩阵	\bar{w} 规范化后结果	λ_{\max}	n	CI	RI	CR	一致性检测
A-B	$\bar{w} = [0.48, 0.12, 0.22, 0.18]$	4.22	4	0.073	0.9	0.081	通过
$B_1 - C$	$\bar{w} = [0.50, 0.50]$	2	2	0	0	0	通过
$B_2 - C$	$\bar{w} = [0.50, 0.25, 0.25]$	3	3	0	0.58	0	通过
$B_3 - C$	$\bar{w} = [0.107, 0.149, 0.335, 0.325, 0.042, 0.042]$	6.43	6	0.086	1.24	0.07	通过
$B_4 - C$	$\bar{w} = [0.589, 0.339, 0.072]$	3.065	3	0.03	0.58	0.06	通过

表 7 权重表

Tab.7 Index weight

目标层 A	准则层 B	指标层 C	目标层 A	准则层 B
	子因素 (权重)	具体指标 C		子因素 (权重)
	准则层	基础设施投入 C1 (万元)	0.5	0.24
	硬件环境 B1 (0.48)	孵化基地面积 C2 (平方米)	0.5	0.24
		员工素质结构 C3 (%)	0.5	0.06
	软件环境 B2 (0.12)	优惠政策落实比例 C4 (%)	0.25	0.03
		与高校等科研机构合作次数 C5 (次)	0.25	0.03
		协助贷款数 C6 (万元)	0.107	0.02354
孵化器有效运作		申请政府补助 C7 (万元)	0.149	0.03278
	投融资服务 B3 (0.22)	协助申请科技基金 C8 (万元)	0.335	0.0737
		担保总额 C9 (万元)	0.325	0.0715
		引进风险资本额 C10 (万元)	0.042	0.00924
		直接投入 C11 (万元)	0.042	0.00924
		场地出租率 C12 (%)	0.589	0.10602
	辅助服务 B4 (0.18)	各种培训次数 C13 (次)	0.339	0.06102
		企业交流次数 C14 (次)	0.072	0.01296

表 8 模糊评价矩阵
Tab.8 Fuzzy evaluation matrix

准则层 B	指标层 C	模糊综合评价矩阵		
		优	良	差
准则层硬件环境 B1 (0.48)	基础设施投入 C1 (万元)	0.77	0.23	0
	孵化基地面积 C2 (平方米)	0.63	0.17	0.2
软件环境 B2 (0.12)	员工素质结构 C3 (%)	0.4	0.3	0.3
	优惠政策落实比例 C4 (%)	0.6	0.3	0.1
	与高校等科研机构合作次数 C5 (次)	0.17	0.83	0
	协助贷款数 C6 (万元)	0.26	0.74	0
投融资服务 B3 (0.22)	申请政府补助 C7 (万元)	0.8	0.2	0
	协助申请科技基金 C8 (万元)	0.56	0.3	0.14
	担保总额 C9 (万元)	0.6	0.14	0.26
	引进风险资本额 C10 (万元)	0.45	0.4	0.15
	直接投入 C11 (万元)	0.4	0.3	0.3
辅助服务 B4 (0.18)	场地出租率 C12 (%)	0.5	0.25	0.25
	各种培训次数 C13 (次)	0.4	0.4	0.2
	企业交流次数 C14 (次)	0.4	0.3	0.3

表 9 模糊评价表
Tab.9 Fuzzy evaluation form

W_i	R_i	B_i
$w_1 = [0.5, 0.5]$	$R_1 = \begin{bmatrix} 0.77 & 0.23 & 0 \\ 0.63 & 0.17 & 0.2 \end{bmatrix}$	$B_1 = [0.7 \quad 0.2 \quad 0.1]$
$\bar{w} = [0.50, 0.25, 0.25]$	$R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 \\ 0.17 & 0.83 & 0 \end{bmatrix}$	$B_2 = [0.3925 \quad 0.4325 \quad 0.175]$
$\bar{w} = [0.107, 0.149, 0.335, 0.325, 0.042, 0.042]$	$R_3 = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.74 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.56 & 0.3 & 0.14 \\ 0.6 & 0.14 & 0.26 \\ 0.45 & 0.4 & 0.15 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 \end{bmatrix}$	$B_3 = [0.56532 \quad 0.28438 \quad 0.1503]$
$\bar{w} = [0.589, 0.339, 0.072]$	$R_4 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.25 & 0.25 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 \end{bmatrix}$	$B_4 = [0.4589 \quad 0.30445 \quad 0.23665]$

$W = [0.48 \quad 0.12 \quad 0.22 \quad 0.18]$

R 为模糊评价矩阵，由一级评价知：

$$R = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3925 & 0.4325 & 0.175 \\ 0.56532 & 0.28438 & 0.1503 \\ 0.4589 & 0.30445 & 0.23665 \end{bmatrix}$$

计算得：

$B = [0.59 \quad 0.265 \quad 0.145]$

2.2.5 综合评价

按照最大隶属度原则，我们对某地孵化器进行分析后结果显示，关于孵化器有效运作的诸多指标较好，我们认为该孵化器状态良好。通过该孵化器的有效运作因素评价过程，我们能够发现孵化器在运行中出现的问题来源，量化的评价，也可以方便

对于相似孵化环境的孵化器进行孵化指标判断。从层次分析法得到的量化指标权重中，在政府部门建设和管理科技创新孵化器时，应当注重软硬件的基础投资。在此基础的保障下，孵化器才能更好为社会发展，科技进步提供支撑支持，更好地发挥孵化器的孵化作用。同时，针对不同的地域，不同经济状况，不同孵化条件和背景的孵化器，在进行评估时，应当考虑差异，结合时代对于孵化器孵化作用的要求，结合不同的背景特点，选取合适的指标，并进行合适的权重评价。

本实例计算中，我们首先对于某地孵化器按照表 1 中的相关判定指标进行了指标权重的评价，评价产生了相关的判断矩阵，并将得到的判断矩阵进行一致性检测。然后，根据收集的数据，对于相关

评价指标进行模糊评价, 建立了评价矩阵, 计算相应的权重以及进行了综合评价。

3 结论

为满足科技企业孵化器评价工作不断完善的需求, 需要加强孵化器有效运作因素研究, 将其运作过程中所涉及的复杂关系简单化为主要因素和次要因素, 并获取量化的指标信息, 为准确把握其发展趋势并推动实现动态管理提供科学的判断依据。不断完善科技企业孵化器有效运作的评价指标体系, 有助于发现孵化器运作过程中存在的不利因素和缺陷, 分析原因并及时采取合理的应对措施。

参考文献

- [1] 梁云志. 孵化器的商业模式研究: 理论框架与实证分析[J]. 研究与发展管理, 2010, 22(1):43-51.
- [2] Gang Xiong, Chi Zhang, Tongkai Ji, Banji Guan, Aobing Sun, Yuexiang Hu, Timo R. Nyberg. Cloud Computing Platform and Big Data Service for Incubator Cluster. 2016 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics. July 10-12, 2016, Beijing, China
- [3] 吕波. 国内虚拟孵化器的理论与实践发展新动向研究[J]. 中国商论, 2014, 0(3X):174-176.
- [4] 霍国庆, 郭俊峰, 袁永娜, 张晓东. 基于价值链的科技企业孵化器核心竞争力评价研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, (24):84-94.
- [5] 梁琳, 张志祥. 企业孵化器盈利性研究[J]. 科技与管理, 2010, (04):92-94.
- [6] 徐晓声. 民营科技企业孵化器与风险投资融合模式研究[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2012, (02): 56-57.
- [7] 陈芝, 朱常利, 聂荣喜, 程婧兰. 科技企业孵化器评价指标体系的研究[J]. 财经理论与实践, 2009, (04): 104-107.
- [8] 张礼建, 郑荣娟, 程乐. 科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系构造[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, (03):147-151.
- [9] 晏敬东, 简利君, 胡树华. 科技企业孵化器管理绩效的评价指标体系设计[J]. 科学学与科学技术管理, 2004, (06):44-47.
- [10] Lewis J R. Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies[J]. International Journal of Human- Computer Interaction, 2002, 14(3/4):463-488.
- [11] 简利君. 基于层次分析法的科技企业孵化器管理绩效的评价[J]. 科技创业月刊, 2006, 19(10):28-29.
- [12] 周维, 叶义成. 矩阵方法在单因素模糊综合评价中的应用[J]. 中国水运(学术版), 2007, 7(10): 202-203, 228.