

文章编号: 1000 - 582X(2006)03 - 0147 - 05

科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系构造

张礼建,郑荣娟,程 乐

(重庆大学 贸易与行政学院,重庆 400030)

摘 要:为高科技初创企业提供环境、服务与支持是孵化器的主要功能,且孵化绩效是创业风险企业选择孵化器的主要评价标准。在遵循评价指标设计的原则基础上,构造了科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系;同时,深入阐述利用层次分析法(AHP)确定权重的基本原理,由此构建了科技企业孵化器孵化绩效评价及其权重确定的方法模型,重庆市科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系中权重确定的算例表明该方法模型可以很好地得到应用。

关键词:绩效评估;科技企业;孵化器;指标体系

中图分类号: F127.9

文献标识码: A

企业孵化器是伴随着第三次产业革命和社会分工的深化而诞生的一种新型社会组织,其发展始于20世纪50年代中期的美国,此后,在世界范围内迅速发展起来。企业孵化器1987年登陆中国,但由于企业孵化器在中国的使命和任务有别于国外,中国的企业孵化器一般被称为科技企业孵化器。科技企业孵化器作为创业者在创业初期降低风险、培育在激烈竞争中独立生存能力的一种服务性机构,其主要功能是为经过选拔进入孵化器的新建企业提供低息房租和信息,帮助客户制定、评审、修订业务计划、组织必要的培训以提高创业者的各种技能,使新企业能够在几年内离开孵化器独立运营。孵化器着重于4种关键的服务,即空间、共享的设备和服、管理咨询以及资本供给服务,在将科技资源迅速高效地转化为社会生产力,培育并促进高新技术小企业成功创业并迅速成长、发展具有重要的作用。伴随着企业孵化器的发展,针对企业孵化器的研究层出不穷。西方国家企业孵化器的研究一般更重视中观和微观效应,多集中在企业孵化器的具体操作形式、市场化、专业化等方面,而且往往关联到企业家精神、风险投资、创业环境等^[1-4],而中国对企业孵化器的研究较多地集中在关于企业孵化器模式、孵化器运作模式和孵化器的效应等方面的分析上^[5-10]。对科技企业孵化器孵化绩效的价值评估方面有少量研

究,如曹细玉提出了采用模糊综合评价法对孵化器孵化能力进行综合评价的方法^[11];孙纬业根据服务管理理论提出了科技企业孵化器的服务包及其评价标准^[12]。

不过,初创企业在对孵化器进行选择的时候,其评估标准为孵化器的孵化绩效以及所提供的资源以及孵化器对其所孵化企业的参与程度。基于这样的判断,笔者试图通过科技企业孵化器与中小型科技企业的研究,运用层次分析法,设计一套科技企业孵化器的孵化绩效评价体系,并进行相关计算,以期该体系及有关结论能为我国科技企业孵化器的发展及评价提供有益的意见。

1 科技企业孵化器孵化绩效评估方法

1.1 科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系的构建

科技企业孵化器孵化绩效评价指标设计必须遵循综合性、系统性与层次性相结合、客观性及可操作性等原则^[11]。基于此,从孵化器生命力的创造和可持续发展的角度,在参考类似评价指标及考虑科技企业孵化器实际情况的基础上,笔者提出了影响科技企业孵化器孵化绩效的5个一级因素指标:孵化器自身资源及运营管理、在孵企业发展、创业环境、社会贡献、技术创新能力。因此,笔者将科技企业孵化器的孵化绩效界定

* 收稿日期: 2005 - 11 - 24

基金项目:重庆市科委软科学研究计划项目(2005CE0053)

作者简介:张礼建(1963 -),男,四川达州人,重庆大学副教授,主要从事科技经济研究。

为孵化器自身资源及运营管理 V_1 、在孵企业发展 V_2 、创业环境 V_3 、社会贡献 V_4 、技术创新能力 V_5 5个因素的综合体现。同时,在确定了层次模型的第一级层次后,对这些指标进行详细分解、分析,得到了 20个二级指标 (如图 1所示)。在此基础上建立了科技企业孵化器孵化绩效评估指标体系。

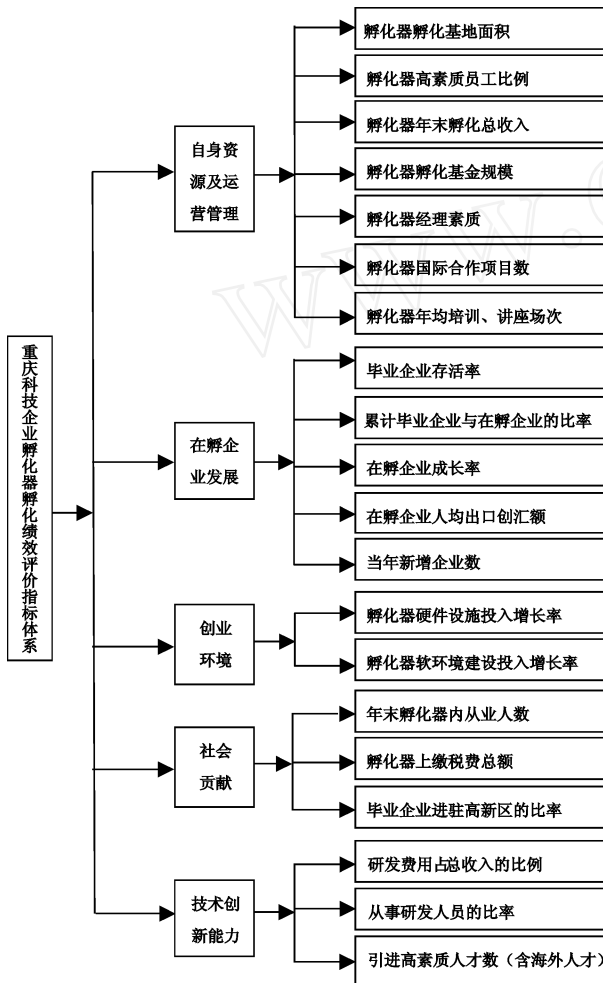


图 1 科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系

1.2 科技企业孵化器孵化绩效的计算

$\forall V_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$, 它是若干个大类指标 V_{ij} ($j = 1, 2, \dots, m$)的综合反映。例如,对于孵化器自身资源及运营管理因素 V_1 ,它是由孵化器孵化基地面积状况 V_{11} 、孵化器高素质员工比例 V_{12} 、孵化器年末孵化总收入 V_{13} ...等因素决定的。即对于 $\forall V_i$, 均有

$$V_i = \sum_{j=1}^m W_{ij} V_{ij}, \quad (1)$$

其中, $i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, \dots, m; m$ 为所有因素 (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) 中大类指标数的最大值。例如,假设 V_1 有 m_1 个大类指标, ..., V_4 有 m_4 个大类指标, 则 $m = \max\{m_1, m_2, m_3, m_4\}$, 当 $m_i < m$ 时, $V_{m_i+1}, V_{m_i+2}, \dots, V_m = 0$

据此,就构建了科技企业孵化器孵化绩效评估指

标体系。它分为 2个层次:第 1层次,因素层 V_i ——影响科技企业孵化器价值大小的 5个因素;第 2层次,具体指标层 V_{ij} ——决定因素层各因素大小的综合指标。其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, \dots, m$ 。

这里, $W_{ij} (i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, \dots, m)$ 是权重,权重反映了指标对所影响的对象的重要程度。权重的确定方法,可以采用层次分析法确定。

2 权重的确定

2.1 层次分析法确定权重的基本原理

科技企业孵化器孵化绩效评价实际上是根据影响孵化绩效的各因素的打分并进行加权平均的计算过程,按评价价值大小确定可行或可以选择的孵化器。但前述指标体系的构建仅完成了科技企业孵化器孵化绩效评价并进行决策的第一步,即解决了多目标、多决策主体的问题。绩效评价还应该完成表明因素影响力大小的权重确定这一步骤,从而根据评估值进行孵化器选择与决策成为可能。权重的确定有多种技术方法,例如打分法、决策树法、决策矩阵法、仿真模型法等等。随着科学技术的发展,这些技术方法在复合复杂因素、推演解决方案诸方面提供了有力工具。文中引用另外一种权重计算技术:层次分析模型法。

层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, 简称 AHP法) 是美国的萨提 (Saaty) 教授于 1970年代提出的一种决策方法,已经广泛地应用于经济、技术、行为、社会和政治等领域的排序、规划、想定分析、冲突分析,科技企业孵化器孵化绩效评估可以将层次分析法的应用加以推广。以下是以 3个层次为例的层次分析权重的计算过程。

1) 建立层次结构模型。按照实际分析问题的不同属性由上至下分为 3个层次,依次是:目标层、准则或指标层、方案或对象层。同一层诸因素从属于上一层的因素或对上一层因素有影响,同时又支配着下一层因素或受到下层因素的制约作用。在科技企业孵化器孵化绩效评估决策中,把绩效评估过程看作一个系统,它是由国家及地方宏观经济、政治与法律、社会文化、自然条件、产业及其技术发展现状、企业内部管理、资源条件等相互作用的结果。层次结构模型的第一层目标层就是确定科技企业孵化器孵化绩效;第 2层准则层是影响科技企业孵化器孵化绩效的各种关键影响因素 (一级因素指标),包括自身的资源条件、技术能力以及企业外部环境;而第 3层就是关键影响因素的各具体指标^[13]。

2) 根据萨提 (Saaty) 的 1 - 9尺度法用成对比较法构造第 2层诸关键内外因素对第 1层因素即绩效评

估的成对比较矩阵 A:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

其中, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $j = 1, 2, \dots, n$; n 为第 2 层一级因素指标的个数, A 是一个 n 阶正互反矩阵.

3) 计算矩阵 A 的最大特征根 和归一化的特征向量 $w^{(1)}$.

4) 作一致性检验. 方法是: 计算一致性指标 $CI^{(1)} = \frac{\lambda - n}{n - 1}$, 查随机一致性指标 RI 数值表; 计算一致性比率 $CR = \frac{CI^{(1)}}{RI}$; CR 与 0.1 进行比较, 若 $CR < 0.1$ 则一致性检验通过, 否则返回第 2) 步重新构造成对比较矩阵.

5) 构造第 3 层因素对第 2 层每一个因素的成对比较矩阵 B_k , 方法同第 2) 步, k 是第 2 层第 k 个因素, $k = 1, 2, \dots, n$; n 为第 2 层因素总数;

6) 对于每一个 k , 计算权向量 $w_k^{(2)} = [w_{k1}^{(2)}, w_{k2}^{(2)}, \dots, w_{km}^{(2)}]$ 和最大特征根 λ_k , m 是对应于每一个 k 的第 3 层因素的总数. 然后对于每一个因素 k 作一致性检验, 方法同第 4 步, 结果如表 1 所示.

表 1 成对比较矩阵及一致性检验模型

k	1	2	...	n
$w_k^{(2)}$	$w_{11}^{(2)}$	$w_{12}^{(2)}$	...	$w_{1n}^{(2)}$
	$w_{21}^{(2)}$	$w_{22}^{(2)}$	...	$w_{2n}^{(2)}$

	$w_{n1}^{(2)}$	$w_{n2}^{(2)}$	...	$w_{nm}^{(2)}$
λ_k	1	2	...	n
$CI_k^{(2)}$	$CI_1^{(2)}$	$CI_2^{(2)}$	...	$CI_n^{(2)}$
$CR_k^{(2)}$	$CR_1^{(2)}$	$CR_2^{(2)}$	...	$CR_n^{(2)}$

7) 计算组合权向量 $w^{(3)}$, 方法是: 令 $w^{(2)} = [w_1^{(2)}, w_2^{(2)}, \dots, w_m^{(2)}]$, 其中 $w_l^{(2)} = [w_{l1}^{(2)}, w_{l2}^{(2)}, \dots, w_{ln}^{(2)}]^T$, ($l = 1, 2, \dots, m$), 于是 $w^{(3)} = w^{(1)} w^{(2)}$;

8) 组合一致性检验. 设第 2 层的一致性指标为 $CI_k^{(2)}$, 随机一致性指标为 $RI_k^{(2)}$; 令 $CI^{(2)} = [CI_1^{(2)}, CI_2^{(2)}, \dots, CI_n^{(2)}] w^1$, $RI^{(2)} = [RI_1^{(2)}, RI_2^{(2)}, \dots, RI_n^{(2)}] w^{(1)}$, $k = 1, 2, \dots, n$ 则第 3 层对第 1 层的组合一致性比率为 $CR^{(3)} = CR^{(1)} + \frac{CI^{(2)}}{RI^{(2)}}$. 比较 $CR^{(3)}$ 与 0.1, 若 $CR^{(3)} < 0.1$, 则通过检验, $w^{(3)}$ 一级因素的权重, 否则还得返回第 2 步, 重新构造成对比较矩阵进行计算. 计算结果就是对照每个因素的权重.

上述过程阐述了运用层次分析法计算孵化绩效评估因素的权重确定的基本原理, 在实际应用过程中可根据所分析的事物的实际情况对此原理和方法进行简化. AHP 法既可应用于权重的确定上, 又可用于关系到方案的选择与决策上. 在评估者对科技企业所面临的内外环境及其前景有比较完全的信息条件下, 采用此方法比较实用.

2.2 算例

上文中建立了科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系 (如图 1 所示), 下一步将就重庆市科技企业孵化器孵化绩效评价指标体系构造进行 2 个层次各个指标的权重的计算. 根据层次分析法确定权重的基本原理, 在计算前, 首先构建和明确计算的步骤和公式.

1) 构造两两比较判断矩阵

在运用层次分析法构建判断矩阵时, 判断指标间相对重要程度的最常用方法是萨提的 1-9 标度法, 如表 2 所示.

表 2 判断矩阵元素重要度的萨提 1-9 标度法

标度	含义
1	表示两个因素相比, 具有同样重要性
3	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述两相邻判断的均值
倒数	倒数的意义为相反

2) 根据层次分析法的基本原理, 有了判断重要性的标度方法, 就可以得到两两比较的判断矩阵, 设某一级元素 A 下有 n 个独立因素 B_1, B_2, \dots, B_n , 且其相对重要度用 $B_i/B_j = W_i/W_j$ 表示, 则可得到相应的判断矩阵.

3) 层次单排序及归一化

文中在计算权重时采用的是幂法, 其进行层次单排序和归一化的步骤如下:

计算两两比较判断矩阵每一行元素的乘积, 设为 M_i , 则 M 的计算公式是

$$M_i = a_{ij}, j = 1, 2, \dots, n.$$

计算 M_i 的 n 次方根, 设为 Y_i , 则其计算公式为 $Y_i = (M_i)^{1/n}$, 其中 n 为矩阵的阶数.

将方根向量作归一化处理得到权重 w_i :

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n,$$

$$W_i = Y_i / Y.$$

判断的相容性和误差分析——进行一致性检验.

根据层次分析法的基本原理, 需要运用一致性指

标 CI 来度量矩阵的一致性:

$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, n 为矩阵的阶数. 一般情况下, 若 $CI < 0.10$, 就认为计算得到的权重值是可以接受的.

层次总排序和综合重要度的计算

按照以上步骤和要求, 可以根据各个小组评定确定的两两比较矩阵得出各个指标针对上一级指标的相对权重和综合权重 (见表 3 ~ 表 8). 首先对一级指标的权重进行了计算.

表 3 A 因素下判断矩阵

A	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
B_1	1	3	4	6	7
B_2	1/3	1	2	4	7
B_3	1/4	1/2	1	3	4
B_4	1/6	1/4	1/3	1	3
B_5	1/7	1/7	1/4	1/3	1

通过层次分析法原理计算, 得到 $B_1 \sim B_5$ 重庆市科技企业孵化器孵化绩效评价中的权重分别 48.5%、25%、15%、7.5%、4%.

同理, 根据相应的两两判断矩阵, 得到其他各个二级指标的权重.

表 4 B_1 因素下判断矩阵

B_1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	B_{16}	B_{17}
B_{11}	1	1/2	1/4	1/4	2	2	4
B_{12}	2	1	1/3	1/3	3	3	5
B_{13}	4	3	1	1/2	3	5	6
B_{14}	4	3	2	1	4	5	6
B_{15}	1/2	1/3	1/3	1/4	1	2	3
B_{16}	1/2	1/3	1/5	1/5	1/2	1	2
B_{17}	1/4	1/5	1/6	1/6	1/3	1/2	1

指标 $B_{11} \sim B_{17}$ 在科技企业孵化器孵化绩效评价中的自身资源及运营管理因素中所占的权重分别是: 0.096, 0.152, 0.261, 0.332, 0.075, 0.052, 0.032; 综合重要度分别为: 5%, 7%, 13%, 16%, 3.5%, 2.5%, 1.5%.

表 5 B_2 因素下判断矩阵

B_2	B_{21}	B_{22}	B_{23}	B_{24}	B_{25}
B_{21}	13	1/3	4	4	
B_{22}	1/3	1	1/3	2	4
B_{23}	3	3	1	5	7
B_{24}	1/4	1/2	1/5	1	3
B_{25}	1/4	1/4	1/7	1/3	1

指标 $B_{21} \sim B_{25}$ 在科技企业孵化器孵化绩效评价中在孵企业发展因素中所占的权重分别是: 0.257, 0.144, 0.466, 0.0878, 0.046; 综合重要度分别是: 6%, 4%, 12%, 2%, 1%.

表 6 B_3 因素下判断矩阵

B_3	B_{31}	B_{32}
B_{31}	1	3
B_{32}	1/3	1

指标 $B_{31} \sim B_{32}$ 在科技企业孵化器孵化绩效评价中的创业环境因素中所占的权重分别是: 0.75, 0.25; 综合重要度为: 11%, 4%.

表 7 B_4 因素下判断矩阵

B_4	B_{41}	B_{42}	B_{43}
B_{41}	1	2	4
B_{42}	1/2	1	2
B_{43}	1/4	1/2	1

指标 $B_{41} \sim B_{43}$ 在科技企业孵化器孵化绩效评价中的社会贡献因素中所占的权重分别是: 0.57, 0.29, 0.14; 综合重要度为: 4.5%, 2%, 1%.

表 8 B_5 因素下判断矩阵

B_5	B_{51}	B_{52}	B_{53}
B_{51}	1	3	3
B_{52}	1/3	1	1/2
B_{53}	1/3	2	1

指标 $B_{51} \sim B_{53}$ 在科技企业孵化器孵化绩效评价中的技术创新能力因素中所占的权重分别是: 0.59, 0.16, 0.25; 综合重要度为: 2%, 1%, 1%.

由此, 综合以上所有计算, 可得到重庆市科技企业孵化器孵化绩效评价体系指标及其权重表. 不过, 由于企业孵化器对创业企业的孵化过程可根据创业企业孵化成长过程划分为萌芽阶段、成长阶段和成熟阶段, 同时每个孵化器的发展按孵化器发展生命周期理论可分为启动时期、业务发展时期、扩展时期和衰落时期. 因此, 孵化器孵化绩效各指标因素在各阶段的权重有所不同, 在运用层次分析法进行成对比较时充分考虑到这点, 根据孵化器所在的孵化阶段来动态地确定各指标的权重.

3 结束语

科技企业孵化器通过为高新技术企业提供一个创业场所、一种环境, 并提供参与创业管理、服务、资金融通等方面的支持, 大大地降低了高新技术企业的创业风险, 提高科技创业企业的成活率和成功率. 对于一个高新技术创业企业来说, 选择一个孵化能力强的孵化器是非常重要的, 否则可能更加大创业的风险. 为此, 建立一套科学的孵化器孵化绩效评价指标体系, 对于孵化器孵化能力的评价, 对于引导创业企业的发展、规范我国企业孵化器的健康发展, 都具有重要意义. 层次分析法是比较成熟的建立绩效评估体系的方法. 文章根据层次分析法的原理, 在参考类似评价指标及考虑

高新科技企业孵化器实际情况的基础上构造了影响科技企业孵化器孵化绩效的一级因素指标和按层次分解的二级指标,得到了孵化绩效评价的一个完整的层次模型,并给出了相应指标权重确定的完整计算方法。

参考文献:

- [1] EDWARD J, BLAKELY, NANCY N ISH IKAWA. Incubating High-technology Firms: State Economic Development Strategies for Biotechnology[J]. Economic Development Quarterly, 1992, 6(3): 213 - 220.
- [2] D NYAR LALKAKA. New Economy Incubation in Advanced Developing Countries[Z]. In Session Handouts of 15th International Conference on Business Incubation, USA, 2001, (5): 193 - 208.
- [3] 罗斯顿·拉卡卡,杰克·比索波. 经济发展中的企业孵化器——在发展中国家的初步评价[M]. 天津:天津科技翻译出版公司, 1997.
- [4] SCOTT A J, STORPER M. High Technology Industry and Regional Development: A Theoretical Critique and Reconstruction[J]. International Social Science Journal, 1987, (1): 41 - 45.
- [5] 金加林. 高新技术产业孵化器模式的比较选择研究[J]. 科学管理研究, 2004, (3): 76 - 79.
- [6] 曹斌. 国内外企业孵化器运作模式比较研究[J]. 科技进步与对策, 2003, (20): 119 - 120.
- [7] 林强. 科技创新孵化器的管理模式研究——以深圳清华大学研究院为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2003, (8): 16 - 21.
- [8] 刘珂,张平. 科技企业孵化器发展模式研究[J]. 科技管理研究, 2003, (6): 42 - 44.
- [9] 葛劲松. 虚拟企业孵化器的发展模式探讨[J]. 科技进步与对策, 2002, 19(3): 60 - 61.
- [10] 肖健. 中国科技企业孵化器营运模式探讨[J]. 科技管理研究, 2002, (2): 6 - 9.
- [11] 曹细玉. 企业孵化器孵化能力评价研究[J]. 科技进步与对策, 2001, (6): 13 - 14.
- [12] 孙纬业. 科技企业孵化器的服务包及评价标准[J]. 科学学与科学技术管理, 2003, (3): 87 - 89.
- [13] 彭小兵,周孝华. 企业战略决策的 AHP方法研究[J]. 桂林电子工业学院学报, 2001, 21(4): 48 - 52.

Index System Incubation Performance of Science and Technology Enterprise Incubator

ZHANG Li-jian, ZHENG Rong-juan, CHENG Le

(College of Trade and Public Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The business incubator comes from the management model that provides environment, service for science and technology small enterprises to accelerates their growth. Incubation performance is a main evaluation criterion to choose incubator for venture investment enterprises. The paper constructs incubation performance evaluation system of science and technology business incubator, and establishes a method model to calculate weigh based on Analytical Hierarchy Process (AHP). The conclusion is that the AHP is applied well to the structure the incubation performance index system of science and technology enterprise Incubator index system based on an example.

Key words: performance evaluation; science and technology venture; business incubator; index system

(编辑 陈移峰)