

基于层次分析—灰色关联度综合评价法的高技术中小企业成长性测度

崔璐, 钟书华

(华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:研究高技术中小企业成长性测度评价体系,分析不同行业中小企业的成长性差异和各种影响因素的作用大小,对提升高技术中小企业成长性及完善行业发展政策具有重要意义。结合高技术中小企业的成长特点,构建了其成长性评价指标体系,并基于创业板55家高技术中小企业数据,运用层次分析—灰色综合评价法对高技术中小企业的成长性进行了测度比较研究。

关键词:高技术中小企业;企业成长性;综合评价;层次分析;灰色关联度

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.24.036

中图分类号:F276.44

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)24-0148-05

0 引言

20世纪80年代以来,科技型中小企业迅速发展,凭借机制灵活、成长迅速等优势,不仅成为大型高技术企业的摇篮,而且在国家自主创新和经济发展中扮演重要角色。许多知名的国际化跨国大公司都是由科技型中小企业发展而来的,具有高成长性的科技型中小企业是新兴产业的探路者,是高技术产业发展的潜在动力,通过不断地技术创新与技术扩散,将推进整个行业的创新,进而形成整个高技术产业的创新和增长浪潮。

由于我国的市场化进程时间不长,目前市场中的企业大部分属于中小企业,这些企业正成为目前我国市场经济中最活跃最重要的力量之一^[1]。但是,在我国这样的新兴市场中,存在市场逐步开放和经济转型的过程,高技术产业不同行业间中小企业的成长性存在比较大的差异。产业结构学派提出:企业的竞争战略必须将企业与它所处的环境相联系,而行业是企业经营最直接的环境。高技术产业的高速发展有赖于高技术产业内部各子行业的均衡稳态发展及其行业结构的不断优化^[2]。因此,研究我国四大高技术产业中小企业成长性的测度比较体系,分析不同高技术行业中小企业成长性差异的状况,对增强高技术产业中小企业成长性,把握高技术产业发展现状,制定产业发展政策具

有重要指导意义。

1 企业成长性评价指标体系的构建

企业的成长性是一个质变和量变相结合的多元复合体,随着社会经济的发展,决定企业成长的众多因素也在不断地发展与变化。根据科技型中小企业成长性的内在作用机理,科技型中小企业的成长性由成长速度和成长质量两方面构成,任何一方面因素的缺失都会阻碍企业的健康成长。

1.1 成长性评价指标的选取

本文采用层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)对决定企业成长的因素进行多层分解,构建各因素相互联结的层次结构模型。指标体系的第一层是目标类因素,测评企业成长的状况;第二层是准则类因素,从企业成长性的速度与质量两方面考察,从财务增长性、盈利能力和资金运营能力等方面来测试目标因素的状况,其中财务增长性与盈利能力反映企业成长的速度,资金运营能力则反映企业成长的质量;第三层是指标类因素,以系列指标反映3个准则因素的状况和能力。

根据科技型中小企业成长性的特点,构建企业成长性指标体系如图1所示。为了消除偶然性因素对计算结果的影响,以及更好地反映企业持续的成长性,本

收稿日期:2011-03-09

基金项目:教育部人文社科研究一般项目(09YJA630044)

作者简介:崔璐(1985—),女,河南焦作人,华中科技大学公共管理学院硕士研究生,研究方向为科技政策与科技管理;钟书华(1957—),男,贵州毕节人,华中科技大学公共管理学院教授、博士生导师,享受国务院政府特殊津贴,研究方向为技术创新、科技政策与科技管理。

文采用各指标近 3 年的平均数据作为评判依据。

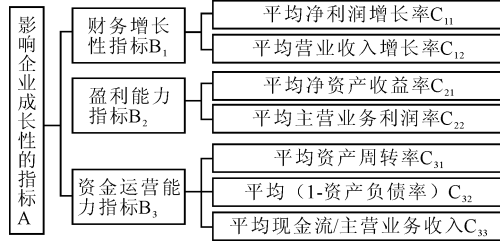


图 1 企业成长性评价指标体系

1.2 成长性评价指标权重的计算

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,首先构造各层评价矩阵,然后对其进行层次单排序和一致性检验,最终计算出最低层的诸因素对于最高层次的相对重要性权值。

运用层次分析法(AHP)计算指标层面各因素的权重,得到企业财务增长状况的测度指标权重: C_{11} (0.386 5), C_{12} (0.613 5); 企业盈利能力的测度指标权重: C_{21} (0.5), C_{22} (0.5); 资金运营能力测度指标权重: C_{31} (0.426 7), C_{32} (0.305 7), C_{33} (0.267 2)。准则层各指标权重分别为: 企业财务增长性指标 B_1 (0.443 4)、盈利能力指标 B_2 (0.387 3)、资金运营能力指标 B_3 (0.169 2)。

同时,计算结果表明:系统总体的一致性比例 CR 为 0.016 3,3 个层面内部的一致性比例 CR 依次为 0.000、0.000 和 0.004 3,均符合 $CR < 0.10$ 的假设。说明专家提供的判断矩阵较为严谨,保证了判断思维的一致性,层次排序有较为满意的一致性结果。

2 产业内部中小企业成长性测度

在控制论中,常用颜色的深浅来形容信息的明确程度,“黑”表示信息未知,“白”表示信息完全明确,“灰”表示部分信息明确、部分信息不明确,相应地,信息不完全确知的系统成为灰色系统^[3]。企业成长性测度系统是一个灰色系统,首先,影响企业成长性的因素太多而且复杂,测度时只能选取有限的主要指标进行分析;其次,所选取的测度指标数据有些是未知的,无法从统计资料中获得,因此具有灰色系统特征。

灰色理论应用最广泛的是关联度分析方法,关联度分析是分析系统中各元素之间关联程度或相似程度的方法。基于灰色关联度的灰色综合评价法是利用各方案与最优方案之间关联度的大小,对评价对象进行比较、排序。在此,采用灰色综合评价法测度高技术产业内部中小企业的成长性。

2.1 样本的选取

我国的创业板市场于 2009 年 10 月正式开始运行,创业板市场是专门协助高成长、创新型中小企业特别是从事高科技业务的中小企业进行筹资,并进行资本运作的市场。依据创业板上市公司以中小高技术企业和高成长性企业为主的特点,以及本文的具体研究需

要,选取创业板市场上的 55 家科技型中小企业为研究样本。我国的高技术产业包括医药制造业、航空航天制造业、电子及通讯设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业 5 个子行业。但是,考虑到航空航天制造业中小企业的数目非常少,样本选取困难,因此只研究其它四大产业内部的小企业成长性,样本行业分布如表 1 所示

表 1 样本行业分布

序号	行业	样本数量
1	电子及通信设备制造业	23
2	电子计算机及办公设备制造业	18
3	医药制造业	8
4	医疗设备及仪器仪表制造业	6

2.2 原始数据的获得

在样本企业 2007—2009 年各项数据获取的过程中(数据来源于巨潮资讯网与新浪财经网),个别企业个别年份的数据缺失,对于存在数据缺失的企业,其利润增长率、营业收入增长率和资产周转率取两年平均值,其它数据完整的样本企业均取 2007—2009 年的平均值作为研究的原始值。计算四大产业 55 家企业的成长性关联系数时,由于样本数据和计算过程较为复杂,以电子及通信设备制造业 23 家样本企业为例,说明每个企业成长性关联度的计算过程,首先取得电子及通信设备制造业 23 家样本企业的各项原始数据。

2.3 确定最优指标集与指标值的标准化

灰色关联度分析(Gray Relation Analysis, GRA)提供了一种定量分析两因素之间相互关联程度的方法。采用灰色关联分析来评价企业成长性的基本思路是:以行业内成长性最好(理想企业)的各指标值作为参考数列 X_0 的各实体 x_{0k} ,被评价企业的各指标作为比较数列 X_i 的各实体 x_{ik} ,求关联度 r_i 。关联度越大,说明被评价企业与成长性最好的企业越相似,成长性越高,反之亦然。因此,关联度的大小顺序就是被评价企业成长性高低的次序。

首先,设 i 为第 i 个评价单元(企业)的序号, $i=1, 2, \dots, 23$; k 为第 k 个评价指标的序号, $k=1, 2, \dots, 7$; x_{ik} 为第 i 个评价单元的第 k 个指标的评价值。确定最优指标集即参考数列(X_0),此最优值可以是诸企业数据中的最优值,也可以是评估者公认的最优值。在此,取各企业数据中的最大值为最优值,本研究中的 7 个指标均是正向取值,即数值越大说明成长性越好,最优指标集为:

$$X_0 = [1.446.38, 252.646.3, 44.490.4, 32.746.7, 92.081.3, 3.681.6, 0.277.3]$$

评判指标间通常有不同的量纲和数量级,故不能直接进行比较,为了使各指标具有可比性,需要对原始指标值进行规范处理得到标准化值。无量纲公式为:

$$C_{ik} = \frac{x_{ik} - \min_i(x_{ik})}{\max_i(x_{ik}) - \min_i(x_{ik})}$$

进行规范化处理之后的标准化值,如表 2 所示。

表2 电子及通信设备制造业样本企业各指标的标准值

企业	净利润 增长率	营业收入 增长率	净资产 收益率	主营业务 利润率	1-资产负债率	资产周 转率	经营净现金 流量/总资产
亿纬锂能	0.017	0.048	0.237	0.533	0.578	0.142	0.335
网宿科技	0.015	0.249	0.077	0.513	1.000	0.302	0.721
宝德股份	0.228	0.051	0.276	0.443	0.672	0.315	0.082
金亚科技	0.038	0.089	0.003	0.576	0.679	0.022	0.375
金龙机电	0.042	0.148	0.000	0.407	0.479	0.059	0.403
梅泰诺	1.000	1.000	0.289	0.446	0.518	0.336	0.212
台基股份	0.015	0.083	0.413	0.619	0.631	0.156	0.558
欧比特	0.031	0.250	0.310	0.742	0.665	0.095	0.639
华平股份	0.015	0.063	0.866	1.000	0.851	0.174	0.970
世纪鼎利	0.055	0.349	1.000	0.952	0.712	0.185	0.786
宁波GQY	0.021	0.054	0.568	0.792	0.459	0.056	0.578
国民技术	0.150	0.308	0.934	0.204	0.457	0.366	0.709
中瑞思创	0.016	0.056	0.999	0.733	0.533	0.270	1.000
数码视讯	0.000	0.069	0.484	0.907	0.655	0.038	0.777
恒信移动	0.020	0.000	0.440	0.000	0.189	1.000	0.565
长信科技	0.005	0.075	0.193	0.711	0.713	0.043	0.590
高新兴	0.022	0.192	0.567	0.690	0.626	0.103	0.680
国腾电子	0.052	0.285	0.442	0.959	0.406	0.000	0.613
向日葵	0.208	0.422	0.132	0.130	0.000	0.032	0.000
中航电测	0.023	0.030	0.278	0.331	0.276	0.099	0.519
东方日升	0.096	0.420	0.699	0.241	0.177	0.289	0.383
长盈精密	0.003	0.087	0.337	0.631	0.620	0.111	0.311
华星创业	0.015	0.162	0.263	0.522	0.676	0.292	0.417

2.4 企业成长性关联度系数的计算

将规范化后的数列 $C_0 = (c_{01}, c_{02}, \dots, c_{0n})$ 作为参考数列, $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}) (i = 1, 2, \dots, n)$ 作为比较数列, 关联系数的计算公式为:

$$\Delta_k = |c_{0k} - c_{ik}|$$

$$\xi_k = \frac{\min_i \min_k \Delta_k + \zeta \max_i \max_k \Delta_k}{\Delta_k + \zeta \max_i \max_k \Delta_k}$$

其中, Δ_k 表示 C_0 与 C_i 在第 k 项指标处的绝对差; $\min_i \min_k \Delta_k$ 与 $\max_i \max_k \Delta_k$ 分别表示最小绝对差值和最大绝对差值; ζ 是分辨系数, 通常 $\zeta \in [0, 1]$, 根据经验, 在此 ζ 取值 0.5; ξ_k 表示 C_0 与 C_i 在第 k 项指标处的关联系数。

由表 2 的数据可知, 参考数列 $C_0 = (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$, 则 $\min_i \min_k \Delta_k = 0, \max_i \max_k \Delta_k = 1$, 计算得 ξ_k , 见表 3。

表3 成长性关联系数值表

(单位: %)

企业	净利润增	营业收入	净资产收	主营业务	1-资产负	资产周	经营净现金流
	长率	增长	益率	利润率	债率	转率	量/总资产
	ξ_{i1}	ξ_{i2}	ξ_{i3}	ξ_{i4}	ξ_{i5}	ξ_{i6}	ξ_{i7}
亿纬锂能	0.337	0.344	0.396	0.517	0.542	0.368	0.429
网宿科技	0.336	0.399	0.351	0.507	1.000	0.417	0.642
宝德股份	0.393	0.345	0.409	0.473	0.604	0.422	0.353
金亚科技	0.342	0.354	0.334	0.541	0.609	0.338	0.444
金龙机电	0.343	0.370	0.333	0.458	0.490	0.347	0.456
梅泰诺	1.000	1.000	0.413	0.474	0.509	0.429	0.388
台基股份	0.337	0.353	0.460	0.567	0.576	0.372	0.531
欧比特	0.340	0.399	0.420	0.659	0.599	0.356	0.580
华平股份	0.337	0.348	0.789	1.000	0.770	0.377	0.943
世纪鼎利	0.346	0.434	1.000	0.912	0.634	0.380	0.699
宁波GQY	0.338	0.346	0.536	0.706	0.480	0.346	0.542
国民技术	0.371	0.420	0.883	0.386	0.479	0.441	0.632
中瑞思创	0.337	0.346	0.999	0.652	0.517	0.407	1.000
数码视讯	0.333	0.349	0.492	0.844	0.591	0.342	0.691
恒信移动	0.338	0.333	0.472	0.333	0.381	1.000	0.535
长信科技	0.335	0.351	0.383	0.634	0.636	0.343	0.549
高新兴	0.338	0.382	0.536	0.618	0.572	0.358	0.610
国腾电子	0.345	0.411	0.473	0.926	0.457	0.333	0.564
向日葵	0.387	0.464	0.366	0.365	0.333	0.341	0.333
中航电测	0.339	0.340	0.409	0.428	0.408	0.357	0.510
东方日升	0.356	0.463	0.625	0.397	0.378	0.413	0.448
长盈精密	0.334	0.354	0.430	0.575	0.568	0.360	0.421
华星创业	0.337	0.374	0.404	0.511	0.607	0.414	0.462

在求得各企业与具有高成长性的理想企业在各指标处的关联系数之后,根据前文层次分析法确定的各指标权重,计算多层评价系统的最终结构关联度。具体方法是将第 m 层各指标的关联系数进行合成,分别得其所属的上一层即 $m-1$ 层各指标的关联度;然后把计算得到的关联度作为原始数据,继续合成得到 $m-2$ 层各指标的关联度,依次进行,最终求出最高层指标的关联度。

根据前文层次分析法得到的权重为:

$$W_{AB} = (0.4434, 0.3873, 0.1692)$$

$$W_{B_1C} = (0.3865, 0.6135)$$

$$W_{B_2C} = (0.5, 0.5)$$

$$W_{B_3C} = (0.4267, 0.3057, 0.2672)$$

利用公式 $R = WE^T$ 可以得到 B 层各指标的关联度: $R_{B_1} = W_{B_1C} E_{B_1C}^T, R_{B_2} = W_{B_2C} E_{B_2C}^T, R_{B_3} = W_{B_3C} E_{B_3C}^T$, 其中, $E_{B_1C}, E_{B_2C}, E_{B_3C}$ 分别为表 3 中对应的数据所组成的矩阵。进一步可求得最高层指标 A 的关联度: $R_A = W_{AB} [R_{B_1}, R_{B_2}, R_{B_3}]$, 计算结果如表 4 所示。

由表 4 可知,在电子及通信设备制造业企业中,梅泰诺与理想企业的成长性关联系数最高为 0.69168,说明企业梅泰诺在此行业中成长性最好,特别是其较高的财务增长性;其次是世纪鼎利和华平股份,两家企业的财务增长、盈利能力与资金运营情况处于行业领先地位,在成长速度与成长质量两方面,都处于行业领先水平,是行业内成长性较好的企业。利用相同的方法,

可以得到另外三大高技术产业的最终关联度,见表 5。

表 4 各层级关联度及排名

关联度企业	R_A	排名
亿纬锂能	0.4058	20
网宿科技	0.4553	11
宝德股份	0.4134	17
金亚科技	0.4060	19
金龙机电	0.3864	22
梅泰诺	0.6917	1
台基股份	0.4374	14
欧比特	0.4640	10
华平股份	0.6164	3
世纪鼎利	0.6448	2
宁波 GQY	0.4697	9
国民技术	0.5092	6
中瑞思创	0.5753	4
数码视讯	0.5024	7
恒信移动	0.4079	18
长信科技	0.4381	13
高新兴	0.4727	8
国腾电子	0.5176	5
向日葵	0.3906	21
中航电测	0.3836	23
东方日升	0.4537	12
长盈精密	0.4268	15
华星创业	0.4228	16

表 5 四大高技术产业中小企业成长性的关联度

电子及通信设备制造业				电子计算机及办公设备制造业				医药制造业		医疗设备 & 仪器仪表制造业	
企业	R_A	企业	R_A	企业	R_A	企业	R_A	企业	R_A	企业	R_A
梅泰诺	0.6917	长信科技	0.4381	东方财富	0.8109	华力创通	0.4126	红日药业	0.7949	汉威电子	0.8027
世纪鼎利	0.6448	台基股份	0.4374	中青宝	0.5496	朗科科技	0.3935	康芝药业	0.7636	乐普医疗	0.7268
华平股份	0.6164	长盈精密	0.4268	数字政通	0.5424	易联众	0.3914	上海凯宝	0.4694	阳普医疗	0.4876
中瑞思创	0.5753	华星创业	0.4228	同花顺	0.5336	硅宝科技	0.3879	莱美药业	0.4656	普瑞生物	0.4656
国腾电子	0.5176	宝德股份	0.4134	银之杰	0.4592	超图软件	0.3848	北陆药业	0.4300	三川股份	0.3868
国民技术	0.5092	恒信移动	0.4079	乾照光电	0.4526	立思辰	0.3839	华仁药业	0.4028	万讯自控	0.3756
数码视讯	0.5024	金亚科技	0.4060	神州泰岳	0.4521	赛为智能	0.3786	安科生物	0.3845		
高新兴	0.4727	亿纬锂能	0.4058	天源迪科	0.4386	海兰信	0.3765	福瑞股份	0.3777		
宁波 GQY	0.4697	向日葵	0.3906	三五互联	0.4287	银江股份	0.3525				
欧比特	0.4640	金龙机电	0.3864								
网宿科技	0.4553	中航电测	0.3836								
东方日升	0.4537										

表 5 根据各行业内企业综合成长性关联系数由高到低排列,可以清晰看出各行业内各企业的成长性状况,其中,电子及通信设备制造业的发展最为均衡,电子计算机及办公设备制造业中除去企业东方财富之外,其它各企业的发展也较为均衡,而医药制造业与医疗设备 & 仪器仪表制造业企业的成长性关联系数波动较大。

3 产业间中小企业总体成长性测度

根据产业内部中小企业成长性测度结果,对四大

高技术产业中小企业进行了纵向排序。目前我国高技术产业主要还是以产业链下游的劳动密集型制造业为主,产品附加值较低,技术研发能力较差。因此,必须通过产业结构的优化来提高高技术产业的整体竞争力,而产业结构离不开各产业和企业间的构成及相互制约的联结关系^[2]。

在表 5 所示的各产业领域里,选取成长性关联系数前 6 名的企业,对其原始数据求平均,得到所属产业的相应原始数据,进行规范化处理后,按照上述灰色关联度综合评价方法计算各产业的成长性综合关联度,结果如表 6 所示。

表6 四大高技术产业成长性关联度值

关联度值	R_{b1}	R_{b2}	R_{b3}	R_A
电子及通信设备制造业	0.478 3	0.666 7	0.795 8	0.604 9
电子计算机及办公设备制造业	0.428 8	0.452 4	0.537	0.456 2
医药制造业	0.974 1	0.981 3	0.869 1	0.959
医疗设备及仪器仪表制造业	1	0.885 5	0.694 3	0.903 8

不同产业中小企业综合成长关联度系数由高到低依次为:医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业。医药制造业的财务增长指标、盈利能力指标与资金运营指标均排前列,成长性关联系数得分最高,说明该行业的企业整体成长性最好,其次是医疗设备及仪器仪表制造业。电子及通信设备制造业和电子计算机及办公设备制造业的关联系数与前两者差距较大,特别是电子计算机及办公设备制造业各项指标均最低。

迈克尔·波特的竞争战略理论认为行业环境对企业竞争力具有重要的影响,并提出了行业生命周期、行业进入的规模壁垒、技术壁垒、政策壁垒、退出风险、行业集中度等影响行业竞争力的因素^[4]。其中,行业集中度反映了市场内部厂商结构及其相互依存关系,行业集中度越高,大企业对市场的支配能力就越强。从科技型中小企业的市场定位来看,一般都是在大型企业的缝隙里谋求生存,由于市场竞争的压力,科技型中小企业必须依靠技术创新来维持生存和发展^[5]。Demsetz^[6]以企业的资产规模作为标准,计算了其集中度系数,结论是:当行业集中度系数在60%以上时,大企业与利润率的相关性将非常显著。赵玉林和魏芳^[7]对我国高技术产业集中度的分析显示,电子及通信设备制造业和电子计算机及办公设备制造业的集聚度最高,属于高度集聚型行业;其次是医疗设备及仪器仪表制造业属于中度集聚型产业;而医药制造业的集聚度最低,属于低度集聚型产业^[7]。这与本研究所得的四大高技术产

业成长性比较结果相一致。

在我国,电子及通信设备制造业和电子计算机及办公设备制造业已有大批具有自主创新能力且规模较大的企业,例如中兴、华为、联想等,他们在行业中具有自身较为明显的竞争优势。要提升这两个行业中小企业的成长性,必须从企业内部调整发展战略,完善公司治理结构,提高企业技术创新能力,适当扩大规模,转变单一产品成长路径,逐步提高产品附加值,同时加大政策的扶持力度。医药制造业与医疗设备及仪器仪表制造业的规模优势还未形成,市场潜力有待挖掘,行业中大多是中小型企业,技术主要以引进吸收为主。医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业这两个行业要以“做大做强”为目标,不断提高企业自主创新能力,主要以技术创新能力的积累和市场拓展来带动产业结构的优化。

参考文献:

[1] 郝凤霞,楼永. 浙江省中小企业技术、市场和外部环境分析[J]. 科研管理, 2010, 31(5): 89-94.
 [2] 冯春晓,韩民春. 基于行业结构分析的高技术产业发展战略研究[J]. 中国科技论坛, 2009(9): 37-41.
 [3] 杜栋,庞庆华,吴炎. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京:清华大学出版社, 2008: 112-135.
 [4] 迈克尔·波特. 竞争战略[M]. 北京:华夏出版社, 2005: 45, 310-314.
 [5] 王春法. 科技型中小企业在我国技术创新中的地位和作用[J]. 中国科技产业, 2004(11): 30-31.
 [6] DEMSETZ, HAROLD. Barriers to entry[J]. The American Economic Review, 1982, 72(1): 47-57.
 [7] 赵玉林,魏芳. 基于熵指数和行业集中度的我国高技术产业集聚度研究[J]. 科学与科学技术管理, 2008(11): 122-126.

(责任编辑:万贤贤)

Measurement of Growth Ability of Small and Medium-Sized High-Tech Enterprises with AHP and GRA

Cui Lu, Zhong Shuhua

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

Abstract: It is important to research the measurement and evaluation of growth ability of high-tech small and medium-sized enterprises (SMEs), analyze the different performance of growth abilities among enterprises of different industries and each impact factor's power, for enhancing growth ability and promoting industry policy. With SMEs' growth characteristics, this paper builds an appraisal indicator system of SMEs' growth ability, and applies AHP and GRA approach on it, based on data selected from 55 small and medium-sized high-tech enterprises in Growth Enterprises Market.

Key Words: High-Tech Small and Medium-Sized Enterprises; Growth Ability of Enterprises; Analytic Hierarchy Process; Gray Relation Analysis