

文章编号:1000-2995(2011)08-009-0042

基于熵理论的高科技企业投融资绩效研究 —以湖北省为例

杨 波¹ 苏 娜²

- (1. 中南财经政法大学 经济学院 湖北 武汉 430073;
2. 厦门大学 王亚南经济研究院 福建 厦门 361005)

摘要: 本文运用熵检验的实证方法研究对湖北省高科技企业 2004-2007 年期间的投融资绩效进行研究, 研究结果表明湖北省高科技企业投融资绩效不随投融资总额上升而上升, 投融资绩效具有明显的波动性; 在湖北省五种不同高科技行业中, 医药制造业的投融资绩效最好, 而医疗设备及仪器仪表制造业绩效最低, 表明具有高附加值和快速成长的行业具有更好的投融资绩效。因此, 政府部门不仅仅要关注高科技企业投融资数量的增长, 更应注重提升科技投融资绩效。

关键词: 高科技企业; 投融资; 绩效; 熵理论

中图分类号: F275.1

文献标识码: A

1 引言

近年来, 信息技术、生物技术、材料技术、航天技术等飞速发展, 由此引发了席卷全球的科技革命, 并引发了人类生产方式和生活方式的巨大变革。高科技产业已经成为世界经济先导力量, 也日益成为国际竞争的制高点和提升综合国力的关键因素。

科技创新具有高投入、高风险和高收益并存的特点, 投融资能否顺利进行成为高科技企业成败存亡的重要因素。在发展初期, 高科技企业由于利润空间难以预测以及可抵押资产少等原因, 往往存在融资难的问题。在高科技企业融资成功后, 这些资金如何有效运作, 成为影响企业发展的

重要问题^[1]。高科技企业的融资情况如何, 企业又是如何利用这些资金的, 这一动态过程的运作效果反映为高科技企业的投融资绩效。

以美国为代表的发达国家具备完善的高科技投融资体系, 如私募基金、风险投资、创业板等等, 为高科技企业发展起到了至关重要的推动作用。微软、苹果、英特尔等科技企业成为高投融资绩效的典范。Moore, B. (2000) 研究欧盟高科技企业发展, 发现在 1998 至 1999 年间高科技企业增长速度比普通企业快 5 倍, 投融资绩效显著^[2]。

国内关于科技投融资研究较为丰富, 主要集中在如何利用科技投融资促进高科技产业发展方面。例如, 安宁(2007) 从借鉴国际经验方面探讨我国科技自主创新投融资体系建设问题^[3], 刘瑞波等(2008) 研究如何通过融资方式创新解决科

收稿日期: 2009-11-30; 修回日期: 2010-07-12.

基金项目: 湖北省软科学研究专项“湖北省科技型中小企业成长路线图计划研究”, 项目编号 2008DEA004; 武汉市软科学项目“基于武汉产业发展特点的科技投融资平台建设研究”, 项目编号 200940833381。

作者简介: 杨 波(1970-), 男(汉), 湖北武汉人, 博士, 中南财经政法大学经济学院副教授, 研究方向: 西方经济学、国际经济学、高科技产业。

苏 娜(1986-), 女(汉), 山东济南人, 厦门大学王亚南经济研究院硕士研究生, 研究方向: 数量经济学。

技型中小企业融资问题^[4], 郭菊娥等(2008)论证了风险投资对高科技企业分阶段投资的时机选择问题^[5], 迟建新(2010)指出风险投资基金和政府科技资金对于初创期科技企业的投入比例都在下降, 因此政府应加大对初创期科技企业的投融资力度。但是关于科技投融资绩效的研究较为少见^[6]。

中国高科技产业发展的现实却表明, 科技投融资力度加大和高科技产业发展没有呈现同步增长的态势。据国家科技部统计, 全国研究与试验发展(R&D)经费总支出为4616亿元, 比上年增长24.4%, 与国内生产总值(GDP)之比达到1.47%, 达历史最高水平; 其中企业经费支出为3381.7亿元, 比上年增长26.1%, 占全国总支出的比重为73.3%。但是, 全国高新技术产业化指数继2008年下降0.12个百分点后, 2009年又下降了0.94个百分点; 中国高技术产业增长速度持

续低于工业增长速度, 高技术产业增加值占工业增加值比重连续5年(2005年至2009)呈下降态势^[7]。

可见, 在加大科技投融资力度促进高科技产业发展的研究基础上, 进一步研究高科技企业投融资绩效问题具有十分重要的理论和现实意义。本文以湖北省为例研究高科技企业投融资绩效, 研究方法为用熵检验的方法进行实证分析, 从而了解湖北省高科技企业的投融资绩效及其影响因素, 为全国高科技企业投融资体系建设提供建议。

2 湖北省高科技企业投融资现状

2.1 湖北省高科技企业发展现状

湖北省高科技企业从二十世纪八十年代中期开始发展, 至二十一世纪进入快速发展时期。图1反映了湖北省高科技企业近年来的发展。

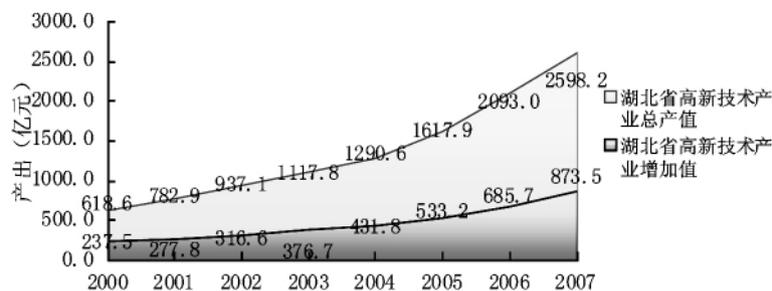


图1 2000-2007年湖北省高科技产业发展趋势

Figure 1 Development trend of high-tech industry in Hubei Province, 2000-2007

资料来源: 数据来源于《2008年湖北省统计年鉴》。

湖北省高科技产业从2000年开始呈现比较平稳快速发展的态势, 其产业增加值也是逐年增加。在2000年, 湖北省的高新技术产业的总产值为618.6亿元, 而在2007年, 这一数值达到2598.2亿元, 7年之间增长三倍, 增加了近两千亿元的产值。湖北省高新技术产业的增加值也从2000年的237.5亿元增加到2007年的873.5亿元。可见, 湖北省高科技产业的产值和增加值近年来呈现快速增长的特点。

2.2 湖北省高科技企业的研发投入现状

统计资料显示, 湖北省高科技企业的投资方向包括医药制造业、航空航天制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗

设备及仪器仪表制造业。在这五种产业的投资中, 新产品开发经费的总支出都是逐年递增的。

表1显示了同一年份五种高科技产业在新产品开发费用上的不同支出。除了2003年航空航天制造业的新产品开发费用支出最多外, 从2004年到2007年, 新产品开发费用支出最多的都是电子及通讯设备制造业, 大约占高科技产业新产品开发经费支出的一半左右。湖北由于拥有武汉市邮电科学院、武汉光电国家实验室、烽火科技、长飞光纤等全国知名的研究机构和生产企业, 电子及通讯设备制造业研发投入占比较高, 新产品的研发投入增长较快。其次, 近年来快速发展的湖北医药制造业新产品的开发支出逐年稳步增加,

湖北具有较大优势的航空航天制造业研发投入占比也较高;而在电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业两种产业上,新产品

开发费用支出偏低且不稳定,原因是这两个产业湖北缺乏自有品牌、规模较大的制造企业,多数企业以代工为主,研发投入不足。

表 1 2003-2007 年五个高科技产业新产品开发经费支出 单位:万元

Table 1 R&D expenditure of five high-tech industries(2003-2007) Unit: 10 thousand yuan

年份 \ 方向 金额	医药 制造业	航空航天 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	医疗设备及 仪器仪表制造业	总额
2003	6813	11325	5988	3054	1166	28346
2004	3792	8335	30875	2145	1299	46446
2005	13135	14197	25806	1017	2050	56205
2006	17362	10797	59607	3143	6739	97648
2007	26785	22373	44422	1011	3949	98540

资料来源:数据来源于《2008 中国高科技产业统计年鉴》

2.3 湖北省高科技企业初创期投融资状况

湖北省科技厅根据高科技企业的发展阶段,将其分为初创期、成长期、上市后备期三个不同时期。截止 2009 年在湖北省科技厅备案的初创期和成长期企业占高科技企业总数的 95.6%,因此本文选取初创期与成长期企业进行重点分析。

根据 2009 年湖北省科技厅组织的对处于初创期的湖北省高科技企业问卷调查,共收到有效样本数据 649 个。图 2 表明初创期高科技企业计划融资用途,初创期企业融资用途主要在拓展销

售渠道、增加流动资金、购地建厂房和租赁生产线等方面,分别占融资用途的 47.2%、33.9%、12.8%、4.8%,其中拓展销售渠道、增加流动资金两项占初创期高科技企业融资用途比例高达 80%以上。这说明多数高科技企业在初创期急需资金扩大生产、开拓市场,多数企业希望通过融资来解决这一问题。统计数据表明,如能通过投融资帮助高科技企业在初创期解决资金问题,对于高科技企业经营发展可以起到巨大的推动作用,从而推动湖北省高科技产业的发展。

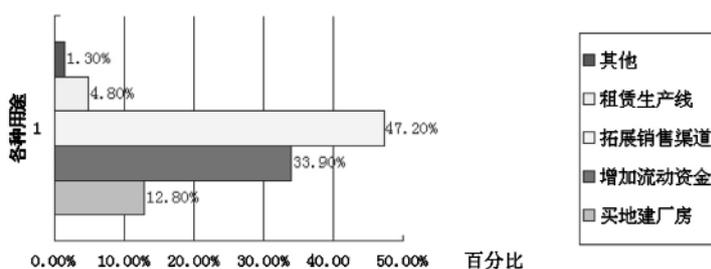


图 2 初创期高科技企业计划融资用途

Figure 2 Financing Purposes of High-tech Enterprises in Start-up Period

资料来源:由湖北省科技厅网站数据整理而得 (<http://luxiantu.hbstd.gov.cn>)。

图 3 则显示了初创期企业从外部融资成功的主要因素,其中产品市场前景占比 25.1%,较高的盈利能力 18%,优秀的管理团队 17.4%,较强的技

术开发能力 16%,健全的公司治理结构 12.7%,透明的财务信息 10.6%。可见,产品市场前景是影响高科技企业融资是否成功的最重要的因素,其次较

高的盈利能力、优秀的管理团队、较强的技术开发能力、以及透明的财务信息,也很大程度上能帮助企业成功融资。另一方面,多个影响因素中没有其中一个占有绝对重要比例,说明排名前几位的影响因素对于企业成功融资均十分重要。

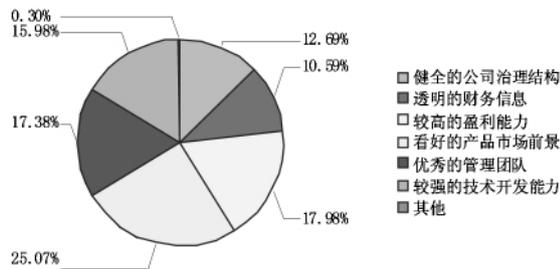


图 3 初创期企业从外部融资成功的主要因素

Figure 3 Main factors of start-up enterprises successfully financing from external

资料来源:由湖北省科技厅网站数据整理而得 (<http://luxiantu.hbstd.gov.cn>)

2.4 湖北省高科技企业成长期投融资状况

根据 2009 年湖北省科技厅组织的对处于成长期的湖北省高科技企业问卷调查,共收到有效样本数据 483 个。图 4 显示了成长期高科技企业在融资中遇到三种困难,分别为抵押担保要求高、政府金融紧缩政策限制、无形资产无法评估认可,占比分别为 50.5%、27.5%、22%。数据显示,抵押担保要求高成为高科技企业融资的最大困难,同时高科技企业无形资产也无法通过评估被银行认可。可见,银行传统贷款审批模式制约了高科技企业的发展,抵押担保问题成为高科技企业融资中面临的主要困难。此外,2008 年政府为控制通胀实施的金融紧缩政策也使规模相对较小的高科技企业融资造成不利影响,可见,高科技企业融资在一定程度上受到政府政策的影响。

图 5 则显示了高科技企业在融资工作中希望政府提供的支持方式。他们希望政府能够提供贷款贴息、融资担保、信用体系建设、科技保险、再担保、股权托管、代办股份转让等方面的支持,其中 46.42% 的成长期企业希望政府提供贷款贴息,31.68% 的企业希望政府能够进行融资担保。可见,多数高科技企业都希望从政府那里获得融资帮助,这是政府可以在高科技企业融资中有所作为的重要基础。

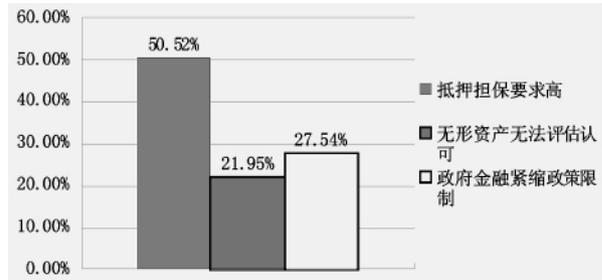


图 4 成长期企业融资中存在的困难

Figure 4 Financing difficulties of expansion enterprises

资料来源:由湖北省科技厅网站数据整理而得 (<http://luxiantu.hbstd.gov.cn>)

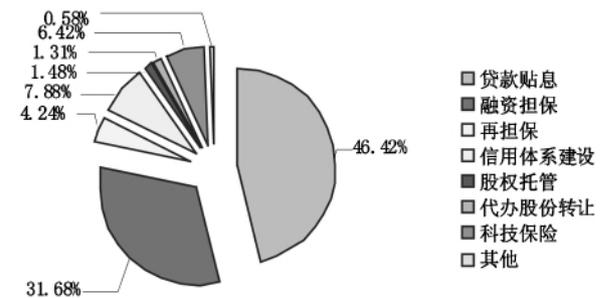


图 5 成长期企业建议政府对融资工作的支持方式

Figure 5 Method of government supporting financing suggested from expansion enterprises

资料来源:由湖北省科技厅网站数据整理而得 (<http://luxiantu.hbstd.gov.cn>)

3 投融资绩效评价方法

3.1 熵理论研究方法简介

熵(entropy)原本是物理概念,是根据自然界各种热现象由热力学第二定律引出的一个重要函数,是描述热力学系统分子热运动混乱度的度量。后来,熵的概念被引用到信息论中,信息是系统有序程度的一个度量,熵是系统无序程度的一个度量,两者绝对值相等,符号相反。熵和信息是互补因素,熵越大,意味着所知道的信息量就越少,不确定性越大,风险也就越大;反之熵越小,所知道的信息越多,不确定性越小,风险也就越小^[8]。科技投融资是针对科技发展与产品市场的不确定性、面向高科技中小企业提供投融资服务的整体动态机制,因此可以借助熵理论来分析高科技企业投融资的绩效。根据熵的性质,可以把多目标

决策评价中各待评方案的固有信息和决策者主观判断的信息进行量化与综合,计算出方案集中各方案基于熵的相对优异性量化评价指数,从而依此作出对各方案的评价。在对高科技企业投融资绩效评价的熵值计算结果中,熵值小的代表整个投融资动态过程确定性的信息量多,风险小,从而表明高科技企业投融资绩效好,反之则表示投融资绩效差。单薇等学者曾经基于熵理论对我国的科技投融资进行绩效评价^[9],笔者改进并扩展该理论,并以此来分析湖北省高科技企业的投融资绩效。

当系统可能处于几种状态,每种状态出现的概率为 $P_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 时,该系统的熵定义为: $E = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i (0 \leq P_i \leq 1, \sum_{i=1}^n P_i = 1)$ 显然,当 $P_i = 1/n (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 即概率相等时,熵取得最大值为 $E_{\max} = \ln n$ 。此时系统中所知道的信息最少,不确定性最大^[10]。

假设用 n 个评价指标对 m 个待选方案进行评价, $x_{i,k}$ 是第 k 个待评方案的第 i 个评价指标的估计值。 x_i^* 是评价指标 x_i^* 的相对优异值, x_i^* 因评价指标特征的不同而具有两种相反的功利性。即:对于收益性指标 x_i^* 越大越好;对于损益性指标 x_i^* 越小越好。

定义 $x_{i,k}$ 与 x_i^* 之比为 $x_{i,k}$ 对于 x_i^* 的接近度,记为 $q_{i,k}$,由于在本文中选择的绩效指标都是收益性指标,因此 x_i^* 为第 i 个评价指标在 k 个待评方案中的最大值,即 $\max [x_{i,k}]$ 。则 $q_{i,k}$ 用下式表示:

$$q_{i,k} = x_{i,k} / x_i^* \quad x_i^* = \max [x_{i,k}] \quad (1)$$

根据熵的定义,第 i 个评价指标对 m 个待评方案的相对重要性的不确定程度,可由下列条件熵度量:

$$E_i = - \sum_{k=1}^m (q_{i,k} / q_i) \ln (q_{i,k} / q_i) \quad (2)$$

式(2)中: $q_i = - \sum_{k=1}^m q_{i,k} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad k = 1, 2, 3, \dots, m$ 。

由熵的极值可知,当 $q_{i,k} / q_i \rightarrow p$ 时,即各个 $q_{i,k} / q_i$ 越趋于相等时,条件熵就越大,从而评价指标对待评价方案的不确定性也就越大。

条件熵达到最大: $E_{\max} = \ln m$ 。用 E_{\max} 对式(2)进行归一化处理,得到表征第 i 个评价指标相

对重要性确定程度的熵值:

$$e_i = - (1 / \ln m) \sum_{k=1}^m (q_{i,k} / q_i) \ln (q_{i,k} / q_i) \quad (3)$$

设:由 e_i 确定的第 i 个评价指标的权值为 Q_i , $Q_i = (1 - e_i) / (n - Ee)$ (4)

式(4)中 $Ee = \sum_{i=1}^n e_i \quad 0 \leq Q_i \leq 1, \sum_{i=1}^n Q_i = 1$

当需要加入评价者主观判断时,可引入权值 W_i ,从而与 Q_i 合成为一个使用权值 M_i :

$$M_i = Q_i W_i / \sum_{i=1}^n Q_i W_i \quad (5)$$

式(5)中: $0 \leq M_i \leq 1, \sum_{i=1}^n M_i = 1$

对于待评价方案 k ,各个评价指标的接近度 $q_{i,k}$ 与待评方案集合中的相对优异值的接近度 q_i^* 差的加权和 S_k 为:

$$S_k = \sum_{i=1}^n M_i - \sum_{i=1}^n M_i q_{i,k} = 1 - \sum_{i=1}^n M_i q_{i,k} \quad (6)$$

式(6)中: $q_i^* = x_{i,k}^* / x_i^* = 1$

最后,根据 S_k 的大小对评价方案进行排序。显然 S_k 小的方案要优于 S_k 大的方案。

3.2 湖北省高科技企业投融资绩效评价指标选取

在对湖北省高科技企业投融资绩效的评价中,笔者拟采用纵向评价与横向评价两种评价方式。纵向评价是按时间顺序进行的,分析近几年湖北省高科技企业投融资的绩效;横向评价是针对不同投资方向的高科技企业,分析2007年湖北省分别从事医药制造业、航空航天制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业五种不同行业的高科技企业的投融资绩效。

纵向评价中,选取2004-2007年4年的数据,即4($m=4$)个评价方案。评价指标的选择应该客观,能够充分反映湖北省高科技企业绩效的各方面指标。在此选择高科技企业投融资过程中影响权重比较大的因素作为评价指标,即筹资总额年增长率(x_1)、政府资金占投融资总额比重(x_2)、企业资金占投融资总额比重(x_3)、企业技术开发经费支出增长率(x_4)、技术开发支出占产品销售收入比重(x_5)、销售收入年增长率(x_6)六个参数作为湖北省高科技企业投融资绩效纵向评价的评

价指标。这些指标既符合基于熵的决策评价指标的功利性要求,也可以反映科技投融资绩效。

横向评价中,选取2007年分别处于医药制造业、航空航天制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业五种不同行业的高科技企业投融资的数据,即5($m=5$)个评价方案。为了体现客观的原则,本文将选择单行业筹资额增长率(y_1)、单行业企业筹资额占所有行业筹资总额比例(y_2)、单行业企业技术开发支出增长率(y_3)、单行业企业技术开发支出占产品销售收入比重(y_4)、单行业产品销售收入增长率(y_5)这五个在高科技企业

投融资过程中影响显著的参数作为湖北省高科技中小企业投融资绩效横向评价的评价指标。

4 湖北省高科技企业投融资绩效评价结果

4.1 湖北省高科技企业投融资绩效的纵向评价

4.1.1 纵向评价过程

对湖北省高科技企业投融资绩效纵向评价的原始数据来源于《2008中国高科技产业统计年鉴》,经过计算整理得到的各评价指标数据如表2所示。

表2 纵向评价各指标数据

Table 2 Indicator data of longitudinal evaluation

	x_{1k}	x_{2k}	x_{3k}	x_{4k}	x_{5k}	x_{6k}
2004	0.5716	0.2063	0.5987	0.5631	0.1580	2.8130
2005	0.1795	0.1101	0.8454	0.2687	0.3956	0.0009
2006	0.1589	0.1121	0.8559	0.7374	0.1537	3.4727
2007	0.1458	0.1179	0.8793	0.0091	0.0940	0.6496

在评价过程中,由于所选的六项指标均为收益性指标,所以四个方案中各评价指标的相对优异值为各方案中该指标的最大值。也就是说筹资总额年增长率的相对优异值为 $x_{1,1} = 0.5716$,政府资金占投融资总额比重的相对优异值为 $x_{2,1} = 0.2063$,企业资金占投融资总额比重的相对优异值为 $x_{3,4} = 0.8793$,企业技术开发经费支出增长率的相对优异值为 $x_{4,3} = 0.7374$,技术开发支出占产品销售收入比重的相对优异值为 $x_{5,2} = 0.3956$,销售收入年增长率的相对优异值为 $x_{6,3} = 3.4727$ 。由于2005年的销售增长率为负,无法用于后面的对数计算,又因为各评价指标都是收益性指标,越大越好,因此在数据处理上采用接近于零值的0.0009,用于合理计算,多次验算表明此取法不影响最终的排序结果。

然后,根据公式(1)算出纵向评价中各评价指标对于其相对优异值的接近度 q_{ik} ,计算结果如表3所示。

表3 接近度 q_{ik}

Table 3 q_{ik} , Value of proximity

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
2004	1	1	0.6809	0.7636	0.3996	0.8100
2005	0.3140	0.5337	0.9614	0.3644	1	0.0003
2006	0.2780	0.5434	0.9734	1	0.3885	1
2007	0.2551	0.5715	1	0.0123	0.2375	0.1871

式(2)中, $q_i = - \sum_{k=1}^m q_{ik}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, $k = 1, 2, 3, \dots, m$,以此计算出 q_{ik}/q_i ,如表4所示。

表4 q_{ik}/q_i 计算值

Table 4 Value of q_{ik}/q_i

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
2004	0.5314	0.3776	0.1883	0.3568	0.1972	0.4056
2005	0.1700	0.2015	0.2659	0.1702	0.4937	0.0001
2006	0.1505	0.2052	0.2692	0.4672	0.1918	0.5007
2007	0.1381	0.2058	0.2766	0.0058	0.1173	0.0937
$\sum q_{ik}/q_i$	1	1	1	1	1	1

再根据公式(4)、(5)、(6)计算出 e_i 、 Q_i 、 M_i ，见表5。

表5 纵向评价中各评价指标的熵

Table 5 Entropy of index in longitudinal evaluation

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
e_i	0.8598	0.9712	0.9921	0.7606	0.8921	0.6747
Q_i	0.1651	0.0339	0.0093	0.2818	0.1270	0.3829
W_i	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
M_i	0.1687	0.0173	0.0047	0.2880	0.1298	0.3914

经过多种可选择的权重测试,发现排序结果没有受到显著的影响,因此笔者最终在文中选择较为符合客观条件 0.2、0.1、0.1、0.2、0.2、0.2 作为纵向评价中六项评价指标的权重。

最后针对 2004 - 2007 年四个方案,通过公式(7)计算出各个评价指标的接近度 $q_{i,k}^*$ 与待评方案集中的相对优异值的接近度 q_i^* 差的加权和 S_k , 并进行排序。结果见表6。

表6 纵向评价中各方案的 S_k 及排序结果

Table 6 S_k and sequence of various programs in longitudinal evaluation

时间	2004	2005	2006	2007
S_k	0.2219	0.6984	0.2092	0.8347
排序	2	3	1	4

4.1.2 评价结果的经济意义分析

虽然从 2004 年到 2007 年,湖北省高科技产业的筹资总额及新产品开发支出费用都是逐年增加的,但评价结果显示,湖北省高科技企业投融资绩效由优到劣的顺序为:2006 年 > 2004 年 > 2005 年 > 2007 年。这说明了高科技企业投融资是一个包含许多不确定性因素的动态过程,其绩效不仅仅要考虑融资以及投资的数量增长,更要考虑所得资金的利用率问题。从分析结果可以看出,虽然 2007 年湖北省高科技企业投融资数额有较大幅度的上升,但是可能由于这种投融资是粗放型的,造成了资金的使用率下降,盈利能力降低,进而对投融资绩效产生不利影响。

4.2 湖北省高科技企业投融资绩效的横向评价

4.2.1 评价过程

由《2008 中国高科技产业统计年鉴》的数据计算得到湖北省高科技企业投融资绩效横向评价中各评价指标数据,如表7所示。

表7 横向评价各指标数据

Table 7 Indicator data of horizontal evaluation

	y_{1h}	y_{2h}	y_{3h}	y_{4h}	y_{5h}
医药制造业	0.9217	0.3301	0.5427	0.1087	1.1406
航空航天制造业	0.7843	0.1940	1.0721	0.1770	0.2264
电子及通信设备制造业	0.1971	0.4180	0.2548	0.0716	0.6440
电子计算机及办公设备制造业	0.2398	0.0047	0.6783	0.3637	0.7338
医疗设备及仪器仪表制造业	0.1573	0.0404	0.4140	0.0758	0.7763

此横向评价中的各项指标也均为收益性指标,所以五个方案中各评价指标的相对优异值同为各方案中该指标的最大值,即单行业筹资额增长率、单行业企业筹资额占所有行业筹资总额比例、单行业企业技术开发支出增长率、单行业企业技术开发支出占产品销售收入比重、单行业产品销售收入增长率的相对优异值分别为: $y_{1,1} = 0.9217$ $y_{2,3} = 0.4180$ $y_{3,2} = 1.0721$ $y_{4,4} = 0.3637$, $y_{5,1} = 1.1406$ 。

根据公式(1)、(4)、(5)、(6),依次算出横向评价中各评价指标对于其相对优异值的接近度,以及 e_i 、 Q_i 、 M_i ,见表8。

表8 横向评价中各评价指标的熵

Table 8 Entropy of index in horizontal evaluation

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
e_i	0.8469	0.7494	0.9335	0.8725	0.9398
Q_i	0.2327	0.3808	0.1011	0.1938	0.0916
W_i	0.2	0.2	0.15	0.15	0.3
M_i	0.2394	0.3918	0.0780	0.1495	0.1413

经过多种可选择的权重测试,发现排序结果没有受到显著的影响,因此笔者最终在文中选择较为符合客观条件 0.2、0.2、0.15、0.15、0.3 作为横向评价中五项评价指标的权重。最后一步,根

据公式(7)算出横向评价中各个评价指标的接近度 $q_{i,k}$ 与待评方案集中的相对优异值的接近度 q_i^* 差的加权和 S_k ,并通过排序描述横向评价中的五个高科技行业中哪个行业的投融资绩效更高。

表9 横向评价各方案的 S_k 及排序结果Table 9 S_k and sequence of various programs in horizontal evaluation

	医药制造业	航空航天制造业	电子及通信设备制造业	电子计算机及办公设备制造业	医疗设备及仪器仪表制造业
S_k	0.2275	0.4356	0.4293	0.6435	0.7638
排序	1	3	2	4	5

4.2.2 评价结果的经济意义分析

从评价结果来看,在2007年医药制造业的投融资绩效最好,其次是电子及通讯设备制造业与航空航天制造业,投融资绩效相对比较差的两种产业是电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业。横向评价的结果与各产业在近几年的发展水平紧密相关。近年来,人们对生命健康的关注度大幅提高,全社会也在进行医疗制度改革探索。在这个大的社会背景下,医药制造业得到较快发展,医药制造业相对盈利水平较高。2007年湖北省医药制造业的筹资总额和新产品开发支出均要低于电子及通信设备制造业,但由于盈利空间大,资金利用率较高,从而使湖北省医药制造业投融资绩效占据首位。而电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业由于投融资的金额比较少,而且湖北省在这两个整个产业缺乏优势,发展前景也不明朗,资金的效率低下,从而导致其投融资绩效也落后于其他产业。

5 结论

通过运用熵理论评价湖北省高科技企业动态持续过程中的投融资绩效,可以得出以下结论:

首先,从2004年至2007年期间,湖北省高科技产业的筹资总额以及新产品开发支出费用都是逐年增加的,但是湖北省高科技企业投融资绩效由优到劣的顺序为:2006年 > 2004年 > 2005年 > 2007年。说明高科技企业投融资是一个包含

多个不确定性因素的动态过程,高科技投融资不仅仅应追求数量的增长,更应注重质量的提高。

其次,横向比较的结果是2007年湖北省五个高科技产业具有不同的投融资绩效,医药制造业的投融资绩效最好,其次是电子及通讯设备制造业与航空航天制造业,投融资绩效相对较差是电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业。究其原因,医药制造业近年发展较快,利润率相对较高,而我国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自主创新较少、加工贸易占有较大比重,发展相对较慢。研究表明,发展较快、利润率较高的高科技产业投融资绩效相对较高,而利润率较低的产业的投融资绩效较差。

总之,高科技企业具有高风险、高投入、高收益的特点,政府应出台相关政策,改善和规范高科技企业投融资环境,针对不同阶段的高科技企业的投融资需求,提供包括研发补助、科技担保、信贷扶持、风险资金引导、多层次资本市场等多种投融资方式予以支持,鼓励高科技企业依托自主创新提升核心竞争力,引导社会优质资源流向高成长性、高科技含量、高附加值的企业,不断提升高科技企业的投融资绩效,推动我国高科技产业快速发展。

参考文献:

- [1] 李永周,马军伟. 构建湖北科技投融资体系的战略思考[J]. 经济纵横, 2006(5): 85-86.
- [2] Moore, B., C. Lawson, D. Keeble, F. Wilkinson, H.

- Lawton Smith. Internationalisation Processes , Networking and Local Embeddedness in Technology - Intensive Small Firms (J) . Centre For Business Research 2000(4) : 53 - 54.
- [3] 安宁, 罗珊. 科技自主创新投融资体系建设的国际经验与借鉴[J]. 科技管理研究 2007(11) : 4 - 12.
- [4] 刘瑞波, 孙丽华, 王舜. 科技型中小企业的融资需求及融资方式创新[J]. 科学管理研究 2008(5) : 102 - 105.
- [5] 郭菊娥, 晏文隽, 张国兴. 风险投资主体对高新技术企业分阶段投资的时机选择[J]. 系统工程理论与实践 2008(8) : 92 - 96.
- [6] 迟建新. 创业板呼唤政府对初期科技中小企业的引导[J]. 财政研究 2010(3) : 64 - 67.
- [7] 科学技术部发展计划司. 科技统计报告(总第 467 期) [R] 2010(1) : 1 - 5.
- [8] 张贺, 袁博. 证券投资风险度量熵模型研究[J]. 财经论坛 2009(2) : 356 - 357.
- [9] 单薇, 张瑞, 王媛. 基于熵的科技投融资的绩效评价[J]. 运筹与管理 2003(5) : 86 - 88.
- [10] 戴伟军, 刘瑞芹, 仓定帮. 教师综合素质评价的熵权系数模型[J]. 华北科技学院学报 2008(4) : 81 - 83.

The performance of high - tech enterprises investment and finance based on the entropy theory —Taking Hubei Province as the example

Yang Bo¹, Su Na²

- (1. School of Economics , Zhongnan University of Economics and Law , Wuhan 430073 , China;
2. Wang Yanan Institute of Economics , Xiamen University , Xiamen 361005 , China)

Abstract: The performance of finance and investment of high - tech enterprises in Hubei Province has been empirically researched based on the entropy theory from the year of 2004 to 2007. The evaluation finds that the performance is obviously fluctuating and is not going up with the growth of the quantity of investment and finance of high - tech enterprises. The results also show that pharmaceutical manufacturing enterprises have the best performance on investment and finance , while enterprises in medical equipment and instrumentation industry have the worst performance in the five different high - tech industries; it indicates that the industry with quick growth and high - tech content has better performance on investment and finance. Therefore , the government should pay more attention to improve the growth of performance rather than growth of the quantity on investment and finance of high - tech enterprises.

Key words: high - tech enterprise; investment and finance; performance; entropy theory