

我国高新技术企业技术创新能力多指标分析

——基于综合评价法

张一¹, 张明², 王素娟²

(1. 美国丹佛大学; 2. 北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

摘要:高新技术企业需要不断提高技术创新能力,才能具备竞争优势并实现可持续发展。本文拟利用多指标综合评价法对丰台科技园区 374 家高新技术企业的技术创新能力进行评价。首先,在分析影响企业技术创新因素的基础上,运用无量纲化处理指标均值,采用客观赋权法中的标准离差法对各指标赋权重,其次,构建了评价高新技术企业技术创新能力的指标体系,并具体分析了各指标的影响权重和不同领域高新技术企业技术创新能力的区别。最后,基于实证分析的相关结论为企业的管理层改善管理、提高企业核心竞争力提供决策依据,也为国家推动高新企业的发展提供政策建议。

关键词:高新企业;技术创新;指标体系

中图分类号:F062.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)02-0074-05

随着经济全球化程度不断加深,各行业之间的竞争日趋激烈,特别是我国加入 WTO 之后,国内企业不仅要面临来自本国各地区企业的竞争,还要面临来自国际管理先进、资金雄厚、技术领先的跨国公司的挑战。与传统企业相比,高新技术企业有很多显著特点,如知识密集型、高额投资并伴随着高风险和高收益、技术更新快、产品生命周期短等,它对我国未来的经济发展和贸易增长有重要的正向促进作用,优先且快速发展高新企业成为一国获取竞争优势的重要途径。

纵观国内外高新企业发展历程,企业的可持续发展有赖于其技术创新能力,只有有效且持续推动技术创新,形成竞争优势,企业才能在中立于不败之地并实现可持续发展。影响企业技术创新的因素诸多,因此用一种客观、科学、有效、定量且易操作的方法对各高新技术企业的技术创新能力进行分析和评价,进而找到影响该企业技术创新的因素则显得十分必要。评价结果可以为企业的管理层提供决策依据,也有利于国家从宏观上把握对高新技术企业的监管,制定更加适宜和有效的产业政策。

1 文献综述

1.1 技术创新的内涵

国外技术创新理论起源于熊彼特的创新理论,该理论认为企业进行创新可以是引进新技术、开辟新市场、采用新材料,或是实行新的企业组织形式等。Barton^[1]从企业技术创新主体的角度定义,他认为企业技术创新能力的核心就是掌握专业知识的人、技术系统及管理系统的力量、企业文化和价值观。Bargelmm^[2]从战略管理的角度出发,认为技术创新能力是便于组织并支持企业技术创新的一系列特征的总和,它包括利用创新资源的能力、对行业和企业发展的认识能力、对企业的战略管理能力、制度创新能力等。除此之外,其他学者及世界银行等组织也对企业的创新能力进行了研究,虽尚未形成统一的定义,但是其核心思想都是一致的。

国内也有多位学者对企业的技术创新进行了研究。李廉水^[3]认为企业内部的人才、资金、设施才是技术创新能力的重要组成部分,因为这些因素是不可复制的。傅家骥^[4]则认为技术创新能力是企业发展的技术能力的重要组成部分,企业最后还是通过提高技术创新来实现提高技术能力的,同时他还将技术创新能力分解为创新资源能力、创新管理能力、创新倾向、

收稿日期:2013-10-14

基金项目:国家自然科学基金(71102170)

作者简介:张一(1991—),男,北京人,美国丹佛大学,研究方向:区域经济学、金融与数理分析;张明(1983—),男,宁夏银川人,北京理工大学管理与经济学院博士研究生,研究方向:项目投融资、创新管理;王素娟(1983—),女,河北邯郸人,北京理工大学管理与经济学院博士生,研究方向:技术创新与科技评价,研究方向:技术创新与科技评价。

研发能力、制造能力和营销能力等。朱斌、郑祥洪^[5]提出,技术创新能力是创新基础、创新投入和产出、创新环境等多因素的综合结果。官建成等人^[6]将企业技术创新能力分解为战略管理能力、资源配置能力、学习能力、研发能力、生产能力、营销能力、管理能力等。

综合国内外学者观点可知,技术创新能力与其管理、资源、研发、生产和销售密切相关。

1.2 评价指标体系

关于影响技术创新能力的因素,国内外已有大量研究成果,综合英国苏萨克斯大学的调查研究结果和Freeman在《工业创新经济》中的观点可知,技术创新成功的企业具有如何特征:企业内部研究开发能力强;从事基础研究或相近的研究;有本公司的专利;企业规模足够大;研发周期短;风险偏好;关注并培养潜在市场;管理机制有效;营销策略;与政府、其他企业、高校等部门有效合作等。

国内学者根据上述影响因素,根据研究对象的属性和研究目的,从不同角度建立指标评价体系,研究角度大致可以分为以下几个:

1)投入与产出。史晓燕^[7]建立的指标体系中有财力、人力、物力三个投入指标,技术创新实现、效益两个产出指标来衡量企业的技术创新能力。该方法仅从投入和产出角度衡量技术创新能力是不全面的,未能反映技术创新的商业程度及与外界相关环境的影响。

2)综合测度。曹崇延、王淮学^[8]建立的指标体系中有研发能力、生产能力、管理能力、投入与产出能力、营销能力、财务能力7个一级指标。曲国禹、刘学铭^[9]根据企业潜在的技术创新资源、投入、组织和产出四个要素建立了指标体系。这种综合评价法考虑较为全面。

3)分类测度。许志晋、凌奕杰^[10]从产品创新和工艺创新两方面建立指标体系,其一级指标有研发能力、市场营销能力、生产能力及资源能力。该类方法的优点在于可以依据上述思想对不同类型的高新技术企业进行评价。

根据以上分析,本文拟利用多指标综合评价法对丰台科技园区374家高新技术企业的技术创新能力进行评价,进而分析影响其技术创新的因素,为企业的管理层改善管理、提高企业核心竞争力提供决策依据,也为国家推动高新技术企业的发展提供政策建议。

2 方法论

2.1 构建指标体系

我国对高新技术企业的认证标准中有研发费用占销售收入的比重、研发人员占职工总人数的比重、核心技术产品或服务收入占企业总收入的比重等多条定量的规定,同时丰台科技园区高新技术企业的技术创新存在创新前期投入不足,后期市场化程度不高的特点。综合以上分析,本文打算从技术创新投入能力、实施能力、产出能力来综合评价园区高新技术企业的技术创新能力。

2.1.1 创新投入能力

在企业创新的初始阶段,需要投入大量的资金并引进技术人员,才得以保障企业能够进行独立自主的研发。对于高新技术企业而言,技术创新具有高风险、高投入的特点,因此研发除了投入大量的资金之外,还需要投入较多的技术人员,因此研发人员和研发费用这两个指标是必不可少的。其中研发人员这一指标,高新技术企业认定管理办法中规定的科技研发人员,本文也采用这一概念。而技术创新包括自主创新也包括技术引进或委托外部研究开发等多种模式,因此本文还通过新引入指标 X_{13} 来衡量那种研发模式更有利。基于以上分析,一级指标创新投入能力下设几个二级指标: X_{11} 为研发费用占销售收入的比重; X_{12} 为研发人员占总职工人数的比重; X_{13} 为内部研发费用占研发总费用的比重。

2.1.2 创新实施能力

创新实施是保证投入有效并得到较高产出的重要过程,该阶段主要包括企业的生产和营销活动。生产阶段与企业的规模、生产设备、人员的整体素质密切相关。大专及以上学历职工学历较高,素质也相对较高,这有利于企业的管理和生产,同时也大大提升和保障了企业实施技术创新这一过程。由于留学回来的人员具有国外先进的管理理念、国外大型企业的管理制度、优秀的语言沟通能力等优势,也对企业实施创新能力有益。根据Freeman的观点,企业的规模越大,其长期支持本企业进行技术创新的能力、抵抗风险的能力也越强,因此本文也用公司的总资产和职工总人数作为衡量公司规模指标,具体二级指标: X_{21} 为大专及以上学历职工人数占总职工人数的比重; X_{22} 为留学归国人员占职工人数的千分比; X_{23} 为高新技术企业总资产; X_{24} 为高新技术企业职工总人数。

2.1.3 创新产出能力

一般企业的产出主要包括产品和服务,但对于高新技术企业而言,产出还包括企业获得的发明专利、实用新型、外观设计、软件著作权等,由于企业性质不同,本文将上述自主知识产权分为专利数量和其他知识

产权。这些无形资产属于无形的产出,并不能直接为企业带来效益,因此本文采用企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重和企业高新技术产品(服务)收入占总收入的比重来衡量企业的创新产出能力,具体二级指标: X_{31} 为专利数量; X_{32} 为其他知识产权数; X_{33} 为企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重; X_{34} 为企业高新技术产品(服务)收入占总收入的比重。

根据以上分析,本文构建的高新技术企业技术创新能力评价指标体系如表 1:

表 1 高新技术企业技术创新能力评价指标体系

一级指标	符号	二级指标	符号
创 新 投 入 能 力	X_1	研发费用占销售收入的比重	X_{11}
		研发人员占总职工人数的比重	X_{12}
		内部研发费用占研发总费用的比重	X_{13}
创 新 实 施 能 力	X_2	大专及以上职工人数占总职工人数的比重	X_{21}
		留学归国人员占职工人数的千分比	X_{22}
		高新企业总资产	X_{23}
		高新企业职工总人数	X_{24}
创 新 产 出 能 力	X_3	专利数量	X_{31}
		其他知识产权数	X_{32}
		企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重	X_{33}
		企业高新技术产品(服务)收入占总收入的比重	X_{34}

2.2 无量纲化处理

对多指标评价体系进行打分,由于本文所选取的指标均是值越大越好,因此不存在正向化处理问题。对于无量纲化处理,目前主要极差正规化法、标准化法和均值化法。目前国内学者使用较多的就是标准化法,即:

$Y_{ij} = \frac{x_{ij} - \overline{x_j}}{\sigma_j}$,其中 Y_{ij} 为第 j 个企业第 i 项指标的得分;

其中指标 X_j 的均值为: $\overline{x_j} = \sum_{j=1}^{374} \frac{x_j}{374}$;

指标 X_j 的方差为: $\sigma_j = \frac{\sum_{j=1}^{374} (x_j - \overline{x_j})^2}{374}$

经过标准化无量纲法处理之后,指标 x_j 的均值为 0,方差为 1,从而达到消除量纲和数量级的影响。不足之处就是,该方法同时也消除了各指标变异程度上的差异,因此经过标准化处理后的数据并未能真实反映原始数据所包含的全部信息,从而导致评价结果

有所误差。

2.3 变异系数法赋权

权重是指标体系中各指标的相对重要性,在多指标综合评价体系中,权重直接影响综合评价的结果。一般而言,赋权有客观和主观两大类。其中主观赋权法有德尔菲法、层次分析法、专家评分法等,这类方法均涉及调查问卷、调研等过程,从而得到较为准确的权重,由于国家政策、给企业发展战略不断更新,因此主观赋权得到的权重也需要不断更新。为了简化该过程,本文拟打算采用客观赋权法中的标准离差法对各指标赋权重,使得评价各企业创新能力的操作简便易行。

一般而言,某行业内一个指标的标准差越大,则表明该指标的变异程度越大,所含的信息量越大,在综合评价中起的作用也越大,因此应对该类指标赋以较大权重,反之,权重则较小。利用标准离差法计算指标权重的公式如下所示:

$$W_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{j=1}^{374} \sigma_j} \text{ (其中, } j=1,2,3,\dots)$$

其中 $\sigma_j = \frac{\sum_{j=1}^{374} (x_j - \overline{x_j})^2}{374}$ 。

2.4 对各企业创新能力综合评价

根据建立的指标体系,通过无量纲化处理得出各指标的值,并乘以各指标的权重,根据如下公司比计算得出企业技术创新能力的评分:

$$S_i = \sum_{i=1}^n x_{ij} * w_j$$

其中 S_i 为第 i 个高新技术企业的技术创新能力的综合评价得分, X_{ij} 为第 i 个企业第 j 项指标的无量纲化后的值, W_j 表示第 j 项指标的权重。综合评价价值越高表明这家企业的技术创新能力越强。

3 实证分析结果与讨论

3.1 高新技术企业创新能力指标评价结果

根据建立的指标体系,对园区 374 家高新企业的指标值进行无量纲化后再计算权重,结果如表 2。

3.2 创新能力一级指标影响程度

从表 2 可以看出,对于高新技术企业而言,创新投入能力是最重要的,权重为 37%,在评价该项能力的指标中研发人员占总职工人数的比重最大。研发新产品或服务是高新企业最核心的一项日常活动,研发人员的数量和质量大大影响了该企业的研发新产品的数量、成功率以及研发周期,从而对企业的经营

风险和盈利能力产生巨大的影响。而研发费用占销售收入的比重和内部研发费用占研发总费用的比重对高新技术企业的创新能力影响是相同的。在技术创新投入方面,研发人员占总职工人数的比重也与该企业的自主创新有极大的关系,该项指标的权重较大,也说明企业实施自主创新更有利于企业实现技术创新以及可持续性的技术创新。

表 2 高新技术企业创新能力指标评价结果

一级指标	权重	二级指标	权重
创新投入能力	37%	研发费用占销售收入的比重	26%
		研发人员占总职工人数的比重	47%
		内部研发费用占研发总费用的比重	27%
创新实施能力	30%	大专及以上学历职工人数占总职工人数的比重	56%
		留学归国人员	28%
		高新企业总资产	1%
		高新企业职工总人数	14%
创新产出能力	33%	专利数量	23%
		其他知识产权数	23%
		企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重	47%
		企业高新技术产品(服务)收入占总收入的比重	7%

其次,创新产出能力的权重较大,为 33%,评价该项能力的指标中最重要的就是企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重,对于这点是十分容易理解的,企业实施技术创新的目的就是以企业现有的资产实现最大化的利益,这也是企业实现可持续发展的必要条件;专利数量和其他知识产权数也是重要的影响因素,因为这是企业保持可持续技术创新的源泉。然而由于目前国内对专利和其他知识产权的保护力度不够,相应的法律也不够完善,因此目前该指标对于高新技术企业的技术创新能力的影响并未如我们想象的那样影响作用重大,随着法律制度的不断完善,这两项指标的作用会日益凸显的。

最后在三方面中作用较小的则是创新实施能力,该项能力的权重是 30%。在评价该项能力的指标中大专及以上学历职工人数占总职工的比重影响作用最大。对于知识密集度高的高新技术企业而言,企业之间的竞争就是人才的竞争,企业人才的平均教育程度越高,越有利于企业战略的实施、人员的管理、企业文化的形成等。其次是留学归国人员的数量,由于留学归国的职工通常都是具有较好的教育背景、学有先进的技术或管理理念,从而对企业的管理和技术创新产生

一定的影响。由于目前丰台高新技术企业的规模都较小,属于中小企业,因此目前各企业的规模效益不明显,职工总数和总资产的数量对技术创新的影响并不是很大。

3.3 创新能力二级指标影响程度

另外,从图 1 中还可以看出,11 个二级指标研发人员占总职工人数的比重(X_{12})、大专及以上学历职工人数占总职工人数的比重(X_{21})、企业高新技术产品(服务)收入占总资产的比重(X_{33})这三个指标的权重最大,即对高新技术企业技术创新能力的影响最大,三个指标权重的总和达到了 50%,而这三个指标主要衡量的企业的人力资源和市场获利能力。

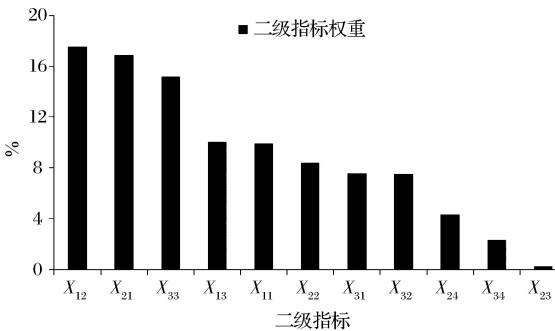


图 1 二级指标影响作用排名

3.4 各技术领域高新技术企业创新能力

目前国家重点支持的高新技术领域主要有:电子信息、航空航天技术、新材料技术、高技术服务业、新能源及节能技术、资源与环境技术、高新技术改造传统产业这个八大领域。本文根据这 300 多家企业的综合排名中的前 100 名定义为技术创新能力优秀的企业。从图 2 可以看出,目前丰台科技园这 300 多家企业主要集中在电子信息技术和高新技术改造传统产业这两个领域,但从企业技术创新能力的优秀率来看,处于整个科技园区的中间水平,而高技术服务业和生物与医药技术两个领域企业的技术创新能力水平相对较高。

4 启示与建议

在对丰台科技园区 374 家高新技术企业创新能力综合评价过程中,我们发现创新投入、创新实施和创新产出对其技术创新影响十分显著,其中创新投入的作用最明显;其次,研发人员、大专及以上学历职工人数、企业高新技术产品(服务)收入这三个二级指标对高新技术企业技术创新能力的影响最大;第三,不同高新技术领域中的企业的技术创新能力有较大差别。下面本文将并结合丰台园区的实际情况提出以下几

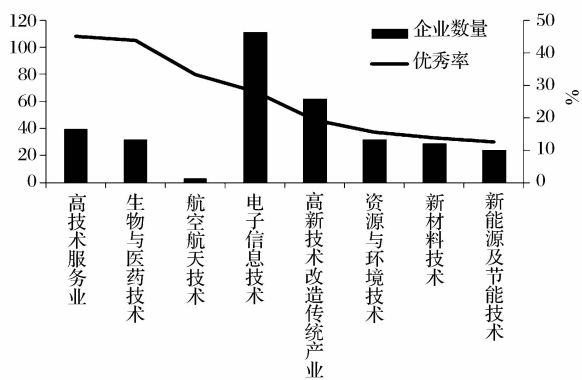


图 2 各技术领域企业数量及优秀率

点建议：

1)加大研发人员和资金的投入。目前我国企业 R&D 经费投入仅占销售收入很小的比例,远低于发达国家,发达国家的发展经验表明,企业 R&D 经费投入达到销售收入的 5%以上,才可能会有较强的技术创新能力和竞争力。由此可见,高新企业逐步增加用于研发的资金投入是企业提高创新能力的必要手段。

此外,高新技术企业的研发活动、成果转化、商业化和产业化等均是通过高智力活动完成的,因此人力资本对其而言有着重要意义。因此,企业应重视对内部员工的培训,以提高其知识和技能水平;其次,建立适当的人才引入机制,为企业复合型、高技能的人才;第三,与科研机构 and 高校密切合作,借助其人才丰富和专业性强的优势。

2)促进研发成果的转化。从外部环境而言,研发成果转化率,与我国法律、法规不完善不无关系,政府需要尽快出台一整套促进和保障高新技术企业成果转化和产业化的服务体系。

企业的可持续发展和创新能力最终是通过收入和利润这一指标体现的,企业必须要做好“研—产—销”过程中的产和销这两个环节,这就要求企业在大力

力创新的基础上,加强研发部门与生产和销售部门的合作,促进技术创新成果的转化,在提高本企业的绩效的同时,也推动社会技术的进步。

3)政策扶持重点领域。我国面临着艰巨的节能减排任务,因此国家可以对新能源及节能技术等领域通过政策引导、税收优惠等多种激励政策快速发展该领域,以增强技术创新能力并实现产业化,为节能减排做出更大贡献。

参考文献

[1] BARTON. Core Capability & Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development[J]. Strategic Mgt, 1992(13):112—124.

[2] BARGELMM. Strategic Management of Technology and Innovation[M]. London: McGraw-Hill Education,1996:117—121.

[3] 李廉水. 高等学术产业化管理的背景和根据[J]. 科学学研究,1993,11(3):43—48.

[4] 傅家骥,全允桓,高建. 技术创新学[M]. 北京:清华大学出版社,1998:1—40.

[5] 朱斌,郑祥洪. 福建省工业企业技术创新能力研究[J]. 科学学研究,2002,20(5): 544—549.

[6] 官建成,史晓敏. 技术创新能力和创新绩效关系研究[J]. 中国机械工程,2004,15(11): 1000—1004.

[7] 史晓燕. 企业技术创新能力指标体系设置及综合评价[J]. 陕西经贸学院学报,1999(2):37—41.

[8] 曹崇延,王淮学. 企业技术创新能力评价指标体系[J]. 预测,1998(2):66—68.

[9] 曲国禹,刘学铭. 对建立企业技术创新能力评价指标体系的探讨[J]. 辽宁工学院学报,1999(1):79—82.

[10] 许志晋,凌奕杰,宋凤珍. 企业技术创新能力的模糊综合评判[J]. 企业决策,1999(10):108—114.

[11] 杜栋. 企业技术创新评价的 DEA 方法[J]. 系统工程理论方法应用,2001(19):82—84.

[12] 常玉,刘显东,杨莉. 应用解释结构模型(ISM)分析高新技术企业技术创新能力[J]. 科研管理,2003(24):41—48.

[13] 朱利民. 企业技术创新能力的 E-V 模型评价[J]. 科技进步与对策,2004(6):86—89.

(下转第 135 页)

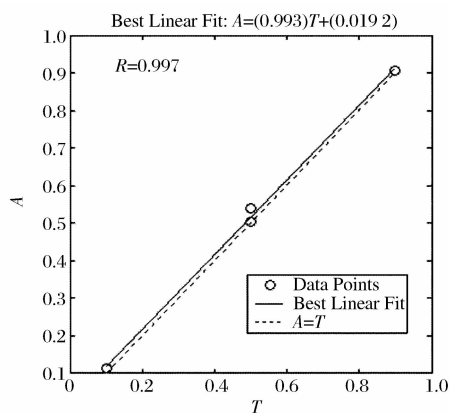


图 2 优化网络仿真数理统计分析

图 2 中,4 个点表示优化 BP 网络的预测值,横坐标表示预测目标的输出值,纵坐标表示 BP 网络的输出值。图中的虚线是实际值,实线表示拟合之后的具体情况。可知仿真的拟合度 $R=0.997$ (最大值为 1),可知相关性和仿真度均十分满意。

3 结束语

本研究将粒子群优化的 BP 算法应用于电力负

荷预测,克服神经网络固有的缺陷,经仿真试验证明效果满意,可以满足短期负荷预测的需要。本文的成果对电力需求侧管理和提升服务品质、夯实企业核心竞争力具有比较好的实践意义和理论价值。

参考文献

- [1] 牛东晓,曹树华,赵磊,等. 电力负荷预测技术及其应用[M]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [2] 牛东晓,陈志业,刑棉,等. 遗传神经网络优化预测方法研究及其应用[J]. 华北电力大学学报,2001,28(1):1—5.
- [3] 姜勇. 电力系统中短期负荷预测方法简介[J]. 东北电力技术,2012(8):49—52.
- [4] 梁海峰,涂光瑜,唐红卫. 遗传神经网络在电力系统短期负荷预测中的应用[J]. 电网技术,2011,25(1):49—53.
- [5] CRISCI A, MORIONDO M, BELLESI SETAL. Analysis of downy and powdery mildewinfections: a neural network approach[C]//7thInternational Congress for Computer,2012
- [6] LANKIN-VEGA G, WORNER S P. An ensemble model for predicting rhopalosiphum padi abundance[J]. Entomologia Experimentalis Applicata,2011(3):308—315.

Particle Swarm Optimization-based Neural Network Model for Short-term Load Forecasting

YIN Zhao-wu

(Leting Power Company,Leting Hebei 063600,China)

Abstract: ANN is a method of short_term load forecasting which has been researched the most recently. This paper proposes a new load forecasting model based on Particle Swarm Optimization(PSO). PSO is a novel random optimization method which has extensive capability of global optimization. PSO is used to optimize the weighting factor of Radial Basis Function(RBF)neural network and the optimal model is applied to forecast load. The application of ANN in combination forecasting has been summarized.

Key words: load forecasting;power grid enterprises;particle swarm algorithm;neural network

(上接第 78 页)

Analysis of High-tech Enterprises' Technology Innovation Capability Based on the Multi-index Comprehensive Evaluation Method

ZHANG Yi¹, ZHANG Ming², WANG Su-juan²

(1. University of Denver; 2. School of Management and Economics,Beijing Institute of Technology,Beijing 100081,China)

Abstract: In order to have a core competitive advantage and achieve sustainable development, high-tech companies need to improve the technological innovation capability constantly. By using multi index comprehensive evaluation method to the evaluation of technical innovation ability of 374 high-tech enterprises of Fengtai science and Technology Park. Firstly, based on analyzing the influence factors of enterprise's technological innovation, using dimensionless mean objective weighting method deal with the quantification of indicators and the standard deviation method deal with empower each index weight. Secondly, based on the analysis of enterprise technology innovation factors, this paper established an evaluation index system of technological innovation capability of high-tech enterprises, and analyzed the various indicators' weight and the technological innovation capability of high-tech enterprises in different areas in detail. Finally, based on the empirical analysis of the related conclusion for the enterprise management to improve management, improve enterprise core competitiveness to provide decision basis.

Key words: high-tech enterprises;technological innovation;index system