

应用简报

科技型中小企业技术创新能力评价体系的构建 ——基于量子衍生神经网络模型的实证研究

曹文才

(湖南大学工商管理学院, 长沙, 410082)

摘要

技术创新能力是科技型中小企业实现经济效益持续增长和持续发展的动力核心, 同时也是目前研究的热点领域。本文就如何科学准确评价科技型中小企业技术创新能力进行研究, 为现代企业持续发展提供重要理论依据。先对技术创新能力理论基础进行研究, 构建了科技型中小企业技术创新能力评价指标体系; 再在量子力学和神经网络模型研究基础上提出量子衍生神经网络模型, 并应用模型对湖南省112家科技型中小企业技术创新能力进行评价。研究结果表明量子衍生神经网络模型对技术创新能力的评价具有有效性和可行性。本文研究成果对科技型中小企业可持续发展具有重要参考价值。

关键词: 科技型中小企业, 技术创新能力, 评价体系, 量子衍生神经网络模型。

学科分类号: F204.

§1. 引言

科技型中小企业是技术创新活力之源, 是整个高科技产业基础, 是实现技术跨越的主要力量, 是知识经济重要支撑之一, 同时对于推动一个国家或地区经济增长, 增强市场竞争力, 提高综合经济实力有着非常重要的影响。目前我国科技型中小企业有12万余家, 虽然仅占全国中小企业总量3.3%, 却创造了全国约65%专利发明、75%以上技术创新、80%以上新产品开发。这表明, 科技型中小企业已成为国家发展高新技术产业的活跃力量。科技型中小企业具有建设所需资金少、建设周期短、决策机制灵活、管理成本低廉、能够适应市场多样性需求等特点, 特别是在创新机制和创新效率方面具有其它企业无法比拟的优势。

在经济全球化的今天, 激烈竞争的市场环境以及不断变化的客户需求要求科技型中小企业必须不断进行技术创新。持续不断技术创新是科技型中小企业发展的灵魂。为了支持科技型中小企业技术创新, 国务院批准设立了科技型中小企业技术创新基金。本文通过对湖南省内获得国家科技型中小企业创新基金支持的112家企业进行调查, 来探究如何科学准确地评价科技型中小企业的技术创新能力, 希望能对现代企业的持续发展有所启示。

本文2013年9月2日收到。

§2. 科技型中小企业技术创新能力的评价指标

要评价科技型中小企业的技术创新能力,首先要明确其定义并设定评价指标.

2.1 企业技术创新能力的定义

尽管不同学者对企业技术创新能力的具体表达方式不尽相同,但所揭示内容实质上大致类似,一致认为企业技术创新能力是一个由若干要素构成的综合性能力系统,是企业作为技术创新行为主体能够实施并完成技术创新行为的诸多内在条件总和.

2.2 科技型中小企业技术创新能力的评价指标

目前国内技术创新能力评价指标尚未形成通用体系,本文根据构建评价指标体系基本原则,参考2005年国家统计局发布的《企业自主创新能力评价指标体系》,重视过程创新,从投入到过程、再到产出,全面、系统地分析企业的技术创新能力,从生产运营整个过程的角度构建了科技型中小企业技术创新能力评价指标体系.整个体系包含4个一级指标、15个二级指标和42个三级指标,见表1.

2.3 综合评价等级的设定

由于本文确定的科技型中小企业技术创新能力评价指标体系中,既有定性指标,也有定量指标,为了使各指标在整个评价系统中具有可比性,必须对各指标进行处理,使其标准化,转化为无单位的变量.湖南科技型中小企业技术创新能力的综合评价值用 S 表示,令 $S \in [0, 1]$,评语集为(严重不足、不足、一般、较强、突出),具体标度如表2所示.

§3. 量子衍生神经网络模型的建立

3.1 企业技术创新能力的一般评价方法

评价企业技术创新能力方法多种多样,如卢怀宝、冯英浚给出了测算企业技术创新能力的二次相对评价法^[1],首先利用层次分析法(AHP)测算综合指数状态,再用数据包络分析(DEA)方法中BCC模型测算二次评价.白彦壮等将Delphi法、层次分析法、灰色关联和模糊综合评价整合为灰色综合评价模型对企业技术创新能力进行了综合评价^[2].李向波和李叔涛站在企业技术创新过程的角度采用了基于AHP-FUZZY的模糊综合评价方法^[3].但上述评价方法都带有明显主观成分和人为因素.而BP神经网络模型方法是一种非线性映射方法,它只须将处理过的数据输入到网络中,通过MATLAB的神经网络模型工具箱计算即可得到评价结果,不须人为确定权重,减少评价中人为因素,提高评价可靠性,使评价结果更有效、更客观.如夏维力和吕晓强利用BP神经网络模型构建了企业技术创新能力BP评价模型^[4],并应用神经网络模型工具箱进行网络设计和计算.本文通过在此基础上改进的

表1 科技型中小企业技术创新能力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
科技型中小企业技术创新能力	资源投入能力	科技型企业创新人力资源 科技型中心企业科技人员数量A ₁ 科技型中心企业科技人员结构A ₂ 科技型中心企业科技人员占总人数比重A ₃
		科技型企业财务资源 科技型中心企业科技创新投资总额A ₄ 科技型中心企业科技创新投资结构A ₅ 科技型中心企业科技创新投入占销售收入的比重A ₆
		科技型企业信息资源 科技型中心企业信息资源库建设A ₇ 科技型中心企业信息网络建设A ₈
		创新基础设施 科技型中心企业实验与试验设备数量A ₉ 科技型中心企业实验与试验设备结构A ₁₀
		创新相关方关系 科技型中心企业供方与战略合作伙伴关系建设投入A ₁₁ 科技型中心企业供方与战略合作伙伴关系维护投入A ₁₂
	创新过程能力	科技型企业创新价值创造过程 科技型中心企业创新价值创造过程的识别A ₁₃ 科技型中心企业创新价值创造过程要求的确定A ₁₄ 科技型中心企业创新价值创造过程的设计A ₁₅ 科技型中心企业创新价值创造过程的实施与改进A ₁₆
		创新支持过程 科技型中心企业创新支持过程的识别A ₁₇ 科技型中心企业创新支持过程要求的确定A ₁₈ 科技型中心企业创新支持过程的设计A ₁₉ 科技型中心企业创新支持过程的实施与改进A ₂₀
	创新产出能力	创新质量 科技型中心企业创新成果技术性能指标先进性A ₂₁ 科技型中心企业创新成果的客户满意程度和忠诚度A ₂₂
		创新成本 科技型中心企业创新成果成本结构A ₂₃ 科技型中心企业创新成果成本与替代品的差异程度A ₂₄
		创新时间 科技型中心企业创新成果平均开发周期A ₂₅ 科技型中心企业创新成果平均出产间隔期A ₂₆
		创新种类 科技型中心企业创新成果种类结构A ₂₇ 科技型中心企业创新成果种类数量A ₂₈
		创新差异性 科技型中心企业创新成果的绩效结果A ₂₉ 科技型中心企业创新成果市场占有率A ₃₀
		创新财务 科技型中心企业创新成果营业收入A ₃₁ 科技型中心企业创新成果利润总额A ₃₂ 科技型中心企业创新成果总资产贡献率A ₃₃
	创新过程能力	企业外部环境 政府政策对企业创新贡献率A ₃₄ 企业财政资金投入总额A ₃₅ 企业金融机构贷款总额A ₃₆ 企业公共基础设施对企业创新贡献率A ₃₇ 企业区域创新水平对企业创新贡献率A ₃₈ 企业区域市场竞争程度A ₃₉
		企业内部环境 企业领导的创新理念及企业文化氛围A ₄₀ 企业创新在总体战略中地位与目标规划A ₄₁ 企业人力资源工作系统、激励机制与考核A ₄₂

表2 科技型中小企业技术创新能力综合评价等级

科技型中小企业技术创新能力综合评价值	$0 \leq S < 0.2$	$0.2 \leq S < 0.4$	$0.4 \leq S < 0.6$	$0.6 \leq S < 0.8$	$0.8 \leq S \leq 1$
科技型中小企业技术创新能力等级	严重不足	不足	一般	较强	突出

量子衍生神经网络模型方法设计评价模型, 对科技型中小企业技术创新能力进行研究, 并与量子BP神经网络模型方法进行对比.

3.2 量子衍生神经网络模型的介绍

本文选择多层激活函数量子神经网络模型, 将量子理论中的多宇宙观点应用到单层ANN中, 构造出一种量子衍生神经网络模型, 并利用简单坍缩准则初步实现模型训练过程. 在经典ANN中, 一个网络需要对多个模式进行训练且需反复学习模式集直到网络对每个模式达到合适输出为止, 而在量子衍生神经网络模型中, 许多单层神经网络模型各自分别训练一个模式. 该模型根据量子力学Everett的多宇宙观点将训练集中每个模式看作一个粒子, 它在不同宇宙中被不同网络处理, 且每个网络只训练一个模式, 网络个数等于训练模式数. 每个网络与其相关的训练模式处于同一个分立宇宙中, 不同宇宙中单层网络同时进行训练, 一旦每个网络在其宇宙中训练成功, 则计算这些网络的量子叠加, 从而产生量子衍生神经网络模型, 并将其推广到所有输入模式, 所得叠加权矢量构成所谓量子衍生波函数, 将它坍缩到实际输入模式上, 具体坍缩取决于输入模式和坍缩方式.

3.3 实证研究及模型评价

本文选取湖南省内获得国家科技型中小企业创新基金支持的112家有代表性的企业作实证研究. 根据本文确定的指标体系及综合评价等级设计调查问卷, 并与专家访谈相结合, 对各企业的技术创新能力进行综合评分, 并利用量子衍生神经网络模型对其进行建模.

选取50家企业数据作为数据样本集, 其中编号为1-40的企业数据作为训练样本, 40-50的企业数据作为测试样本. 量子神经网络输入层与隐含层, 以及隐含层与输出层之间的传递函数均采用对数Sigmoid函数Logsig(); 考虑到网络的规模和学习时间, 选用Traingda函数对量子衍生神经网络进行训练. 模型参数的设定见表3. 用MATLAB7.0软件实现模型的构建.

表3 模型的参数设定

最大训练步数epochs	网络训练目标goal	网络学习效率lr
5000	0.01	0.05

通过预测效果来对模型进行评价. 基于量子衍生神经网络模型的预测效果如图1所示.

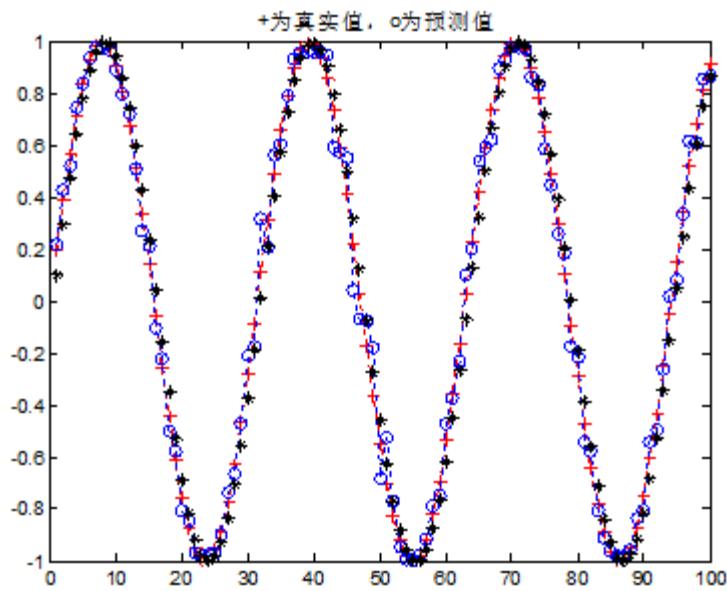


图1 基于量子衍生神经网络模型的预测效果

从图1可以看出, 量子衍生神经网络模型的预测效果很好, 误差很小, 能够有效地对科技型中小企业的技术创新能力作出评价.

为了进行对比, 再使用量子BP神经网络模型进行预测, 结果如图2所示. 可见预测效果很不好, 量子BP神经网络不适用于评价科技型中小企业的技术创新能力. 同时, 实验结果也表明, 相比量子BP神经网络, 量子衍生神经网络能够更快的收敛于更小的精度. 由此可见, 量子衍生神经网络模型更优.

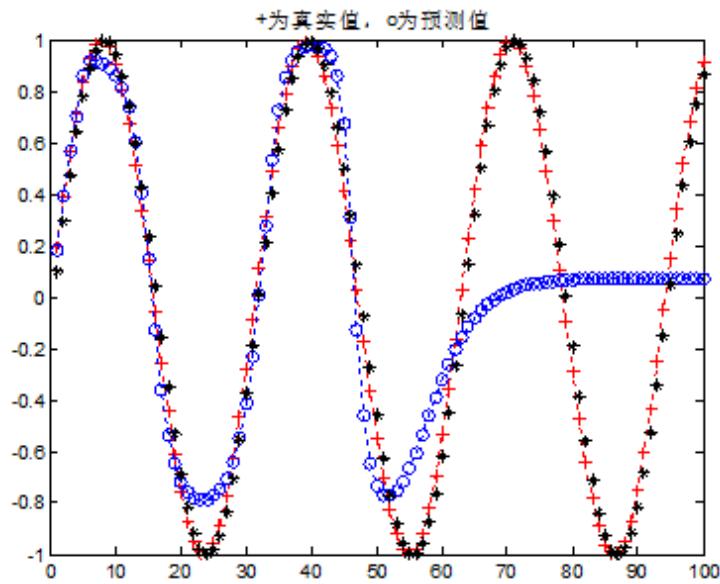


图2 基于量子BP神经网络模型的预测效果

§4. 结 论

科技型中小企业是国民经济增长的重要源泉, 是未来高新技术大企业的萌芽和基础, 已成为国家发展高新技术产业的活跃力量。而在经济全球化的今天, 激烈竞争的市场环境以及不断变化的客户需求要求科技型中小企业必须不断进行技术创新, 持续不断技术创新是科技型中小企业发展的灵魂。因此, 对于以技术创新为立足之本的科技型中小企业, 如何衡量并提高自身的技术创新能力显得尤为重要。本文在相关文献研究及理论综述的基础上, 构建评价指标体系, 有助于科技型中小企业在管理和决策中更加清晰地找到本质问题所在, 进而采取针对性的有效对策; 同时设计出了用于评价科技型中小企业技术创新能力的量子衍生神经网络模型, 并结合所调查的112家企业的具体情况, 通过训练样本和测试样本进行实证研究, 验证了模型的有效性。

本文为评价科技型中小企业技术创新能力提供了一个参考, 但由于本文所用数据的局限性等还有待进一步的改进。

参 考 文 献

- [1] 卢怀宝, 冯英浚, 企业技术创新能力的二次相对评价法, 大庆石油学院学报, **26(1)**(2002), 90–93.
- [2] 白彦壮, 赵广杰, 汪波, 企业技术创新能力灰色综合评价, 天津大学学报, **39(6)**(2006), 288–292.
- [3] 李向波, 李叔涛, 基于创新过程的企业技术创新能力评价研究, 中国软科学, **(2)**(2007), 139–142.
- [4] 夏维力, 吕晓强, 基于BP神经网络模型的企业技术创新能力评价及应用研究, 研究与发展管理, **17(1)**(2005), 50–54.