

# 智能机器人企业竞争优势的影响因素研究

## ——基于BP神经网络模型的实证分析

王璇

电子科技大学成都学院

DOI:10.12238/ej.v5i2.875

**[摘要]** 本文基于资源基础理论深入分析了影响智能机器人企业竞争优势的异质性资源,包括技术创新资源、关键零部件资源、市场需求信息资源与人才资源等,并根据调研和逻辑分析,选取异质性资源的衡量指标作为企业竞争优势的影响因素。本文采用2020年90家智能机器人上市企业的财务数据,通过数据整理形成训练样本集和测试样本集,运用BP型前馈人工神经网络方法实证分析了各个因素的影响程度。结果表明,目前我国智能机器人企业来说,技术创新资源的影响程度最为明显,关键零部件资源与市场需求信息资源影响较弱,而人才资源的影响为负向影响效应。

**[关键词]** 智能机器人企业; 竞争优势; 资源基础理论; BP神经网络

中图分类号: F062.1 文献标识码: A

### Research on influencing factors of competitive advantage of intelligent robot enterprises

—Empirical analysis based on BP neural network model

Xuan Wang

Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China

**[Abstract]** In this paper, based on the resource-based theory analyzes the influence of intelligent robot enterprise competitive advantage of heterogeneous resources, including technical innovation resources, key parts and components resources, market demand information resources and human resources, etc., and according to the investigation and logical analysis, selection of heterogeneous resources measure as the influence factors of enterprise competitive advantage. In this paper, financial data of 90 listed intelligent robot enterprises in 2020 are used to form training sample set and test sample set through data sorting, and the influence degree of various factors is empirically analyzed by using BP feed-forward artificial neural network method. The results show that for intelligent robot enterprises in China, the influence of technological innovation resources is the most obvious, the influence of key parts resources and market demand information resources is weak, and the influence of human resources is negative.

**[Key words]** Intelligent robot enterprises; Competitive advantage; Resource-based theory; BP neural network

### 引言

智能机器人作为我国高端装备制造的基础设备之一,是实现智能制造自动化生产前提,在智能制造产业链中起着承前启后的关键作用。在国家政策大力支持、宏观环境稳中有进、制造业结构优化升级的背景下,我国智能机器人市场进入高速增长期。然而,伴随着高科技领域竞争优势的争夺,世界各大主要经济体纷纷将发展智能机器人产业上升为国家战略,这使

得我国的技术复杂度低、处在粗放式增长阶段的智能机器人企业发展面临的市场竞争尤为激烈。因此,分析我国智能机器人企业竞争优势的何在,如何提高智能机器人企业的竞争优势,成为当前我国智能机器人企业应对日益激烈的外部竞争、提高市场份额的关键问题。

本文基于资源基础理论的分析框架,从企业内部资源角度入手,深入探讨我国智能机器人企业的竞争优势资

源为技术创新、关键部件、市场信息以及人才。探索性地提出了资源以及保持资源可持续性指标的测量方法,从微观层面对我国智能机器人企业的竞争优势进行了实证研究,从而弥补我国学术成果在研究智能机器人企业竞争优势领域的空缺,对企业的战略管理具有一定的现实指导意义。

### 1 理论分析

竞争优势是企业战略管理中的关键

问题,长期以来,研究者们围绕企业如何获取竞争优势问题进行了大量的研究,以解释企业竞争优势来源的不同,可分为外生论与内生论。资源基础理论作为内生论之一,基于两个假设作为分析的前提:(1)企业所拥有的资源具有“异质性”(Heterogeneity),具有价值性、稀缺性、不可模仿性与不可替代等特性;(2)这些资源在企业之间的“非完全流动性”。基于此理论,我国的智能机器人企业要发掘和提升竞争在市场中的竞争力应当更加注重企业内部因素,找到具有异质性的资源,从而采取战略措施以充分发挥独占资源的优势。

1.1 技术创新资源。智能机器人是多学科交叉与融合的结晶,其发展主要依赖于大数据、人工智能和传感器技术等,行业的技术门槛较高。虽然智能机器人技术已经从基础研究发展到场景运用,但是行业内技术升级速度较快,以工业机器人为例,灵活操作技术、自主导航技术、环境感知与传感技术以及人机交互技术等,这些技术是生产组装工业机器人作业中的关键所在。企业如不及时投入技术研发资金、提高产品的技术附加值,将很快被失去先占优势,进而陷入举步维艰的发展困境。对于智能机器人企业来说,保持技术的不断创新是其发展并持续成长的重要保障,也是其在行业内拥有竞争优势的关键影响因素。技术创新能力是一个企业核心技术竞争力的集中体现,而技术创新资源能够为创新的产生提供机会和可能,包括企业的研发投入、技术发明专利、高水平的技术人员等,这类资源的产生往往需要企业在发展进程中不断地投入成本,是一个长期的积累过程。

1.2 关键部件资源。高精度减速器、伺服电动机和驱动器、控制器是工业机器人三大核心零部件,其中控制器是工业机器人开发的配套设备,伺服电机是工业机器人的核心驱动机构,减速机是封闭在工业机器人刚性壳体内部的独立部件。企业对三大核心零部件的掌握程度密切关系着工业机器人性能指标的高低,是工业机器人市场主要竞争方面。然而,

我国工业机器人的关键零部件严重依托于进口,尤其是高精度减速器。当然,关键部件资源的缺乏不仅表现在工业机器人生产中,在服务机器人、特种机器人中也存在。我国智能机器人产业的竞争优势在关键部件技术上存在较大的缺陷,制约了我国智能机器人产业的发展及国际竞争力的形成,具体表现为:一是高度的依赖性使得我国智能机器人的研发生产受制于他人,受外部环境因素的影响大,一旦别国采取技术壁垒等措施,缺乏独立性生产链的智能机器人产业将受到亚种的打击;二是长期依赖进口使得我国智能机器人企业的成本逐渐增加,利润率下降。因此,掌握关键零部件技术,实现独立生产,是我国智能机器人实现完整的独立产业链的必经之路,也是打造核心竞争力的关键所在。

1.3 市场需求信息资源。新一轮工业革命呼唤着智能机器人产业的发展,在老龄化日趋严重、制造业产业转型、两化融合推进的宏观背景下,我国对智能机器人及自动化加工装备的需求将逐步增加。正是智能机器人未来市场前景广阔,运用领域宽泛,使得市场竞争日益激烈,外资企业凭借着强劲的技术优势占据市场的较大份额,若是我国智能机器人企业无法在技术、管理、品牌、市场需求等方面不断改进升级,将会因为市场份额、利润空间逐渐缩小而失去竞争优势,逐渐被外资企业替代。市场作为企业的竞技场,是决定企业未来发展前景的关键因素,只有深入市场,了解市场动态,抓住发展机遇,才能更好地为企业的战略制定提供指导方向。具体而言,企业获得的市场需求信息越多,那么对客户的偏好掌握便越精确,进而为新产品的研发销售提供方向,提高产品与市场需求的匹配度。不过,目前虽已逐步跨入大数据时代,市场数据的难度降低,但市场信息的不对称仍然存在,企业要想高精度地获取的客户需求偏好,需要投入大量的成本搭建大数据网络、数据管理、数据分析等。

1.4 人才资源。人才资源是企业竞争力资源中最具变动性的,也是能够发挥

主观能动性深刻影响企业的经营管理。对于智能机器人企业来说,人才资源至关重要。首先,智能机器人企业是以研发、销售为主导的高新技术企业,需求具有专业技术、高素质的人员进行前沿技术的开发与改进,为企业起到补短板、激活活力的作用;其次,当前智能机器人行业的产业内部竞争与外部竞争的态势给企业管理层提出了更高的要求,具有丰富管理经验、前瞻能力的优秀管理人员能够有效地洞察市场前景,合理规划企业发展方向与模式,从而在激烈的市场中占据有力的地位,企业要实现人才资源的最优配置,既需要在人才市场与竞争对手展开争夺,还需要投入成本对人才进行大量的培训学习,提高人才的持续创新能力。

技术创新资源、关键零部件资源、市场信息资源与人才资源具有价值性、稀缺性与难以复制型,共同构成了智能机器人企业内部竞争优势。

## 2 研究设计

2.1 样本采集。本文根据Choice金融终端的智能机器人概念板块,选取具有代表性的90家智能机器人上市企业作为研究样本。其中60家上市企业的样本作为训练数据集,训练BP神经网络模型,分析智能机器人上市企业竞争优势的影响因素,以另外30家作为测试数据集,验证BP神经网络模型的实用性以及泛化能力。

### 2.2 变量的测算。

2.2.1 竞争优势。迈克尔·波特(1980)认为公司的竞争优势表现为公司持续创造和获取价值的能力。企业的营业收入增长率是衡量企业经营能力与市场竞争力的重要标志,能够反映出企业创造和获取价值的能力,因此本文选取样本企业的营业收入增长率作为竞争优势的量化指标。

2.2.2 异质性资源。参考已有文献关于技术创新资源、关键零部件资源、市场信息资源和人力资源获取的测量方法,并基于数据可得性,本文最终确定的衡量指标为R&D强度、研发人员占比、专利产出率、采购成本率、销售密度、研究生比例和员工报酬率,具体核算如表1:

表1 异质性资源的衡量指标

| 资源      | 变量         | 测算方法          |
|---------|------------|---------------|
| 技术创新资源  | R&D 强度     | 研发投入/营业收入     |
|         | 研发人员占比     | 研发人员数量/总员工数量  |
|         | 专利产出率(每万元) | 专利数量/营业收入     |
| 关键零部件资源 | 采购成本率      | 采购成本/营业收入     |
| 市场信息资源  | 销售密度       | 销售费用/营业收入     |
| 人力资源    | 研究生比例      | 研究生员工数量/总员工数量 |
|         | 员工报酬率      | 应付职工薪酬/营业收入   |

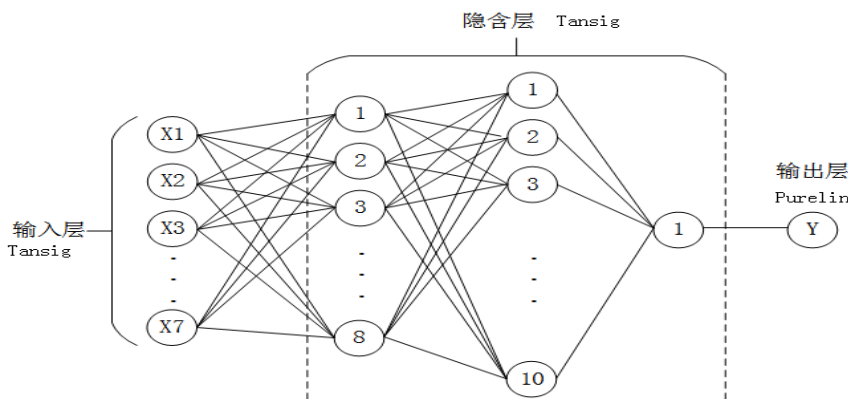


图1 BP神经网络元结构图

2.3模型设计。将技术创新、关键零部件、市场信息、人力是个关键资源的量化指标的数据进行归一化处理,作为BP神经网络模型的输入变量。输入层节点为R&D强度、研发人员比、专利产出率、采购成本率、销售密度率、研究生比率和员工报酬七个影响因素,因此输入层神经元为七个,输出结果为企业营业收入增长率,故输出层神经元为1个,隐含层采用 $8 \times 10 \times 1$ 的三层网络来实现,经验证模型具有较好的拟合能力与泛化性能。本文的BP神经元结构如图1所示。

### 3 实证分析

3.1神经网络模型建立。本文采用具有较好函数逼近能力的BP神经网络模型,通过对训练样本的不断学习,BP神经网络模型能很好地反映出对象的输入与输出之间复杂的非线性关系。基于BP神经网络的智能机器人上市企业竞争优势的影响因素分析通过Matlab神经网络工具箱提供的函数进行编程并建立相应的模型。具体步骤如下:

(1)提取90家智能机器人上市企业的数据,然后对数据进行预处理,即数据归一化。(2)使用tansig、purelin、trainlm分别作为隐含层传递函数、输出层传递函数、训练函数。从而建立神经网络,再确定输入数据、输出数据和隐含层节点数。(3)训练网络。输入60家上市企业的训练样本,得到仿真输出。训练过程中,不断地对设置的参数进行修改,缩小仿真输出和期望值之间的差异,以求达到最优的效果。(4)测试网络。输入30家上市企业的测试样本,观测模型对训练样本的拟合度。(5)测算影响因子的权重。应用训练网络,可以得出各个因素对企业营业收入增长率的影响权重,通过数据的实证发掘对我国智能机器人上市企业竞争优势具有正向、负向影响效应的因子,从而为企业的战略管理提供参考。

#### 3.2实证结果。

3.2.1神经网络训练。如下图所示,图2是神经网络训练过程中的收敛速度,即达到设定的准确度的迭代次数,由图

中可以看出,在设定准确度为 $10^{-6}$ 的时候,经过203次迭代,训练模型的准确度达到 $8.9442 \times 10^{-7}$ ,模型在训练样本上满足要求。图3是训练过程中的回归能力分析,即模型训练结果和期望结果的偏差分析,由图中可以知道,训练模型具有较好的数据拟合能力。

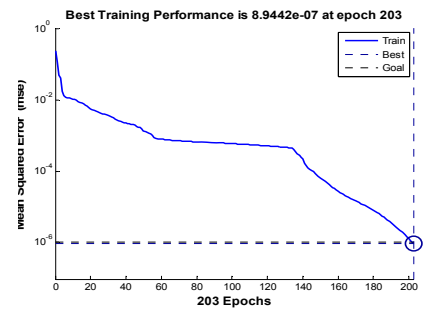


图2 神经网络训练收敛速度

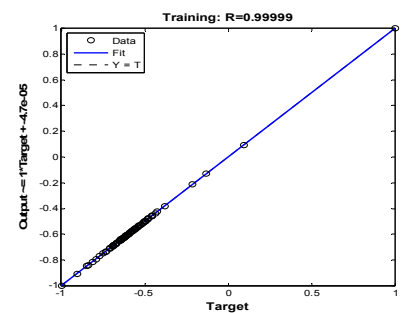


图3 神经网络的回归能力

3.2.2神经网络模型精度。智能机器人上市企业的BP神经网络模型仿真结果值与期望值的对比如下图,左侧为60个训练样本的仿真结果,右侧为30个测试样本的仿真结果,其中,两个图的横坐标为样本数量值,纵坐标为营业收入增长率,期望值为企业营业收入增长率的实际值。从两种模型的直观效果图可以看出神经网络的仿真值与智能机器人企业营业收入增长率的实际值具有高度的吻合性,从样本方差数据上来看,实际值与仿真值的误差也是非常小,其中训练样本均方差为 $6.01 \times 10^{-6}$ ,测试样本方差为0.02051。说明了模型在训练样本上具有很好的收敛性,能够反映训练样本的数据特征信息,训练的BP神经网络模型具有较好的泛化能力,能够反映我们设计方法的正确性。可见,由R&D强度、研发人员比、专利产出率、采购成本率、销

售密度率、研究生比率和员工报酬7个影响因素构建的神经网络模型能够较好地描述企业的营业收入增长率,也可以说企业的竞争优势与上述7个因素之间存在非线性关系。

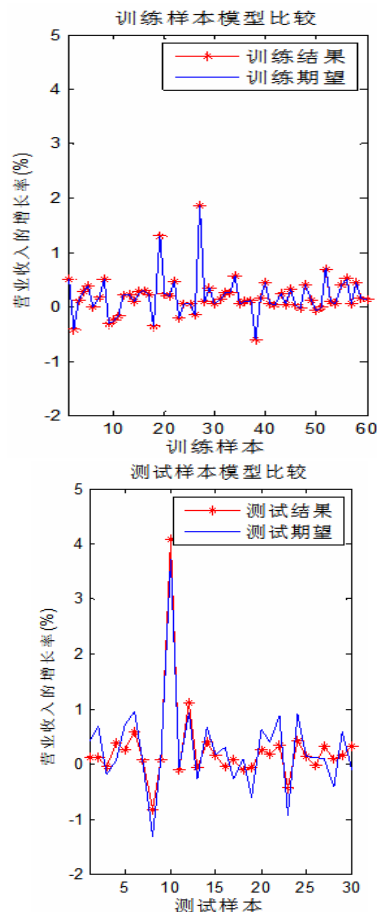


图4 模型在训练样本与测试样本的拟合能力

3.2.3 影响因素的计算。BP网络能模拟输入量和输出量之间的复杂非线性关系,但它不能直接给出各个输入量对输出的影响大小,由于神经网络自身神经元模型带有权重和偏置的属性,通常输入层的权重能够在较大程度上反映输入变量对输出变量的影响权重,本文采用输入层的权重取平均值的做法来近似评估。

图5展示了各个因素对营业收入增长率的影响程度,其中R&D强度的影响程度最大,为50.26%,在促进智能机器人上市企业营业收入增长中贡献度最多;而专利产出率为-26.87%,对营业收入增长的负向效应最深;研发人员占比为-18.13%;原材料成本率7.36%;销售费用率为

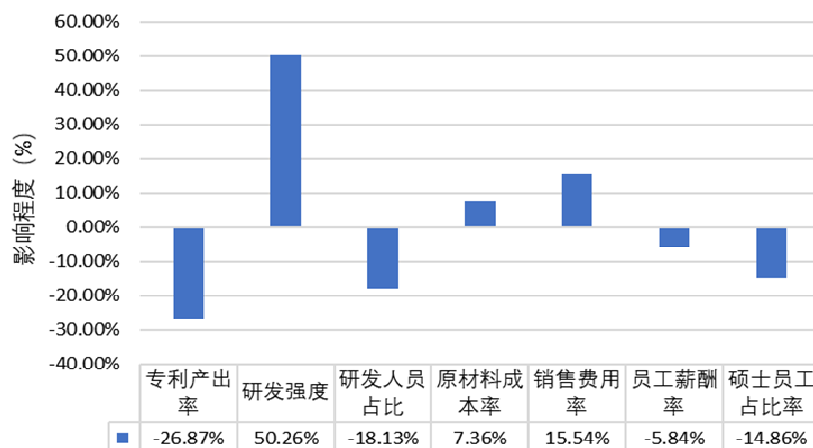


图5 各个因素的影响程度

15.54%;员工薪酬率为-5.84%,影响程度最弱;硕士员工占比率为-14.86%。

#### 4 结论

智能机器人企业的竞争优势由多种因素作用形成,资源基础理论强调企业优势的内在性,本文在此理论框架下,通过BP神经网络模型,分析智能机器人企业的异质性资源对竞争优势的影响程度,得出以下结论:

(1)技术创新资源对智能机器人企业竞争优势的影响程度最深,其中R&D强度为正向影响效应,专利产出率与研发人员占比为负向影响效应;关键零部件资源的影响程度最弱,并与市场需求信息资源对智能机器人企业的竞争优势产生正向影响效应;人才资源为负向影响效应。因此在智能机器人企业管理中,应当重视技术创新资源的关键作用,并思考专利产出率、研发人员占比、员工报酬率、研究生人员占比影响因子对企业营业收入增长率负向影响的原因,采取改进措施,充分发挥企业内生增长异质性资源的正向作用,降低负向影响程度。(2)BP神经网络模型在模型的拟合优度、对数据的仿真与模仿能力以及对新数据的预测能力十分显著,对本文中2020年90个智能机器人上市企业的样本数据具有较好的泛化能力,适用于企业竞争优势的影响因素等问题的分析。

需要说明的是,本文仅仅应用2020年智能机器人部分上市企业的截面数据建立BP神经网络模型,通过对测试样本

的检验证实了模型具有较好的契合性,并以此为基础得出影响因子的影响权重,至于本文的BP神经网络模型在时间序列数据或面板数据上是否有同样的拟合能力还需要进一步的研究。

#### [参考文献]

- [1]陈程,刘和东.我国高新技术产业创新绩效测度及影响因素研究——基于创新链视角的两阶段分析[J].科技进步与对策,2012,29(01):133-137.
- [2]胡泽文,武夷山.科技产出影响因素分析与预测研究——基于多元回归和BP神经网络的途径[J].科学学研究,2012,30(07):992-1004.
- [3]张景阳,潘光友.多元线性回归与BP神经网络预测模型对比与运用研究[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2013,38(06):61-67.
- [4]任福继,孙晓.智能机器人的现状及发展[J].科技导报,2015,33(21):32-38.
- [5]孙晶.创新型企业价值评估研究[D].北京:中央财经大学,2017.
- [6]宋洋.创新资源与高新技术企业研发投入——基于资源基础理论的实证分析[J].中国科技论坛,2018,(04):101-111.
- [7]庄观音.高新技术产业技术创新投入类型对技术创新绩效的影响研究[D].云南:云南财经大学,2018.

#### 作者简介:

王璇(1994—),女,汉族,四川遂宁人,硕士,助教教师,研究方向:金融理论与实务、企业管理。