

科技型中小企业技术创新能力 分析系统构建研究*

□ 李大玲 田军 / 天津市科学技术信息研究所 天津 300074

摘要:科技型中小企业技术创新能力分析系统以“基于云服务的国家科技文献服务系统”和科服网为数据与平台支撑,为政府、中介服务机构和科技型中小企业提供企业技术创新能力分析服务。文章在企业技术创新能力研究现状分析的基础上,提出了科技型中小企业技术创新能力分析系统的服务框架,包括企业技术创新投入、企业技术创新成果、企业技术创新转化能力,并提出了企业综合创新能力评价的计算方法。

关键词:云服务,文献共享服务,科技型中小企业,技术创新能力分析

DOI: 10.3772/j.issn.1673—2286.2013.06.011

1 科技型中小企业发展现状

科技型中小企业是一个主要从事高新技术产品研发、生产和服务的企业群体,是我国技术创新的主要载体和经济增长的重要推动力量,是孕育创新型大企业的摇篮,在促进科技成果转化和产业化、以创新带动就业、建设创新型国家中发挥着重要作用^[1]。天津市在科技型中小企业认定工作中认为,科技型中小企业是指拥有一定科技人员,掌握自主知识产权、专有技术或先进知识,通过科技投入开展创新活动,提供产品或服务的中小企业^[2]。

当前,科技型中小企业发展面临新的形势:一是世界经济结构进入调整期;二是我国改革发展进入关键时期;三是新的科技革命正在蓬勃兴起,呈现出一系列新的趋势和特点^[3]。根据科服网(www.tten.cn)的统计数据,天津市2012年科技型中小企业共34963家,其中初创期企业(年销售收入在500万元以下)占73%,成长期企业占19%(年销售收入在500万元到5000万元的企业),壮大期企业(年销售收入5000万元以上的企业)占8%。对于企业而言,初创期是最为艰难的时期,产品有待推广,技术有待完善,资金不够雄厚,与现存的成熟企业相比处于劣势。成长期与壮大期企业已经做到一定的规模,产品也已经进入市场,

也有一定的销售量,下一步需要进行产品升级,由低端市场产品逐渐向中高端产品提升,实现企业产品升级换代。无论是初创期企业还是成长与壮大期科技型中小企业,与大企业相比,由于综合实力较弱,在行业领域中缺乏话语权,在竞争中处于劣势地位。这些企业,在谋求生存的同时,更应当寻求发展,重视技术创新,不断提升企业的技术水平,开发新产品,满足不同客户的需求。目前,科技型中小企业,技术创新能力的提升障碍主要包括①企业处于生存阶段,创新意识与动力不足;②创新资金投入不足;③缺乏研究创新人才;④管理不规范,阻碍创新;⑤新技术产品的市场风险大;⑥资源与市场对中小企业的歧视等方面^[4,5]。

2 企业技术创新能力研究现状

通过万方数据知识服务平台,以“企业技术创新能力”为检索词,选取题为检索入口,采取精确匹配原则,共检索得文献834篇,各年发表论文的数量如图1所示。企业技术创新能力的相关研究从1994年开始,到2008年达到了一个高峰,共发表论文101篇,之后发表论文数量呈下降趋势。研究内容主要集中在四个方面。

* 本文系国家高科技发展计划(863计划)“云计算一期”重大专项课题“以科技文献为主的搜索引擎研制”子课题(编号:2011BAH30B01)和“十二五”国家科技支撑计划“技术创新服务平台关键技术研究与应用示范”子课题“铝行业市场信息专题数据库建设”(编号:2011BAH30B01)成果之一。

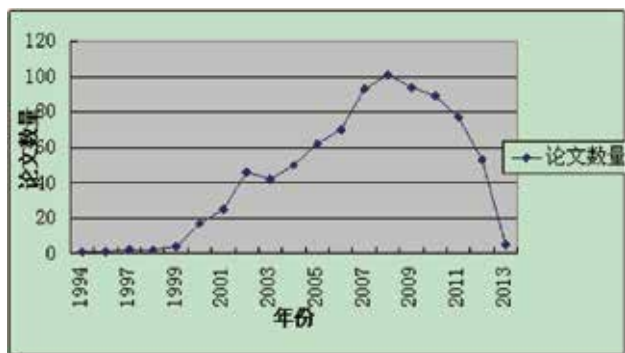


图1 企业技术创新能力发表论文年度分布

第一，企业技术创新能力体系研究。胡凤玲等对企业技术创新能力体系的构成要素与运行机理进行了研究^[6]，认为创新型要素包括创新性产品、创新性流程、创新性定位和创新性范式；刘云海、孙细明、田依林、王慧等均对企业技术创新能力评价指标或者指标体系进行了探讨或设计^[7-9]，认为可以量化的指标体系包括研究和开发经费投入强度、研究和开发人员投入强度、非研究开发经费投入程度、创新倾向、研究开发成功率、专利和专有技术拥有数、自主创新产品率等17~24个指标。

第二，企业技术创新能力实证研究。梁琳娜研究了甘肃省企业的技术创新能力战略^[10]，颜帮全对重庆企业技术创新能力进行了思考^[11]，杨勇对江苏的企业技术创新能力的构成因素进行了实证研究^[12]，杨焕青对温州企业技术创新能力和产出进行了调查与分析，张梅对江西省企业技术创新能力进行了实证^[13]。

第三，特定行业的企业技术创新能力。于渤等从技术转移视角对发电设备企业技术创新能力的提升路径进行了研究^[14]。王勇等对IT企业技术创新能力与企业成长的相关性进行了实证研究^[15]，刘海涛等对纺织机械行业的企业技术创新能力进行了探讨^[16]。孙福田对乳品企业技术创新能力评价指标体系进行了研究^[17]，边亚琳等对生物农药技术创新能力进行了评价。

第四，从特定角度进行的企业技术创新能力研究。如苗成林等基于蚁群算法对企业技术创新能力的整合进行了研究，郭立新等对模块化网络中的企业技术创新能力系统演进的驱动因素进行了探讨，吴琨对核心技术联盟对企业技术创新能力的影响进行了研究。

以上对中小企业技术创新能力的研究均是理论层面的探讨，涉及新能力的构成要素和评价的内容，是从

体系完整的角度进行，包括定量和定性两类指标。定性指标，如生产制造能力的二级指标，生产设备先进水平，技术工人水平，企业在生产制造中的计量、测试和标准化水平状况等均需要通过专家进行打分；再比如技术创新能力提升潜力的创新管理能力的二级指标均需要人工参与。定量指标方面，也需要针对每个企业进行调研的基础上，获取相应的企业数据，如企业研发人员数、企业研发人员的平均从业年数、研发成本、销售收入等。因此，通过这些指标体系和方法很难获得大量企业技术创新能力的分析数据，从而不能够对企业集群进行集合性分析。为了解决这一问题，本课题组基于现有的资源，设计了科技型中小企业创新能力分析系统框架。

3 科技型中小企业技术创新能力分析总体设计

3.1 技术创新能力分析系统基础数据

建立科技型中小企业技术创新能力分析系统的首要问题就是要有可靠的数据支撑。“基于科技文献的搜索引擎研制”项目和“天津市科技型中小企业认定管理系统”为建立企业技术创新分析系统提供了基础的文献元数据和企业研发数据，如图2所示。

天津市科技型中小企业数据库现在有3.8万余家经过认定的天津市科技型中小企业信息，每个企业的信息包括企业概况、财务状况、人员状况、科技项目与经费、

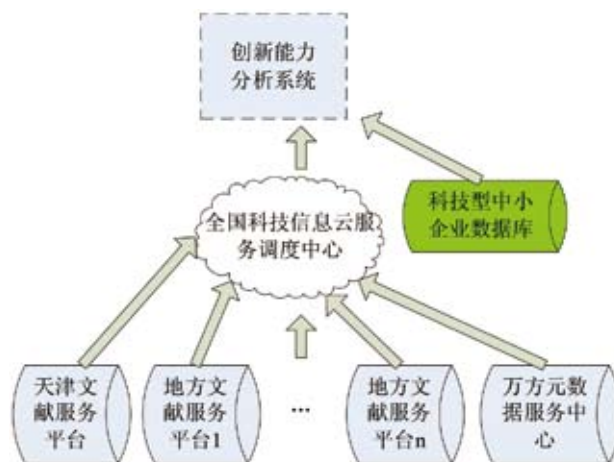


图2 技术创新能力分析系统框架与科技文献系统总体框架关系图

知识产权以及其他等6类,共100多个字段。这些信息在企业进行认定时提交,并经过区县审核。企业在每年年检时会对其进行更新。天津市科技型中小企业数据库的数据是对企业进行技术创新能力分析时,企业自身数据的重要来源。

“基于科技文献的搜索引擎”系统整合了非结构数据资源管理系统RMS、万方数据资源整合服务平台、科技文献自动分类与摘要服务系统、万方学术搜索、科技创新文献共享支撑平台等系列产品和服务系统,还包括地方私有云中心、区域性公有云中心、省市科技文献共享服务平台。元数据仓储中心包括中外文期刊、会议、学位论文、专利、标准、法律法规、科技成果、科技人物、机构等以事实数据为基础的元数据仓储。目前该仓储的元数据记录数达2.5亿规模,几乎涵盖所有科技文献所涉及的元数据记录。知识库中心包括学科、人物、主题、机构、基金等相关知识库,其中包括420多万的主题知识库和1200万作者相关的知识库。资源管理与服务系统,是“863”专项支持的科技文献搜索引擎的核心^[18]。

进行企业创新能力分析时,企业名称的变迁以及企业的吞并与合并是困扰企业创新能力评价时,以企业名称为检索入口,统计企业技术创新成果,如专利、标准等事实性数据的重要障碍。元数据仓储数据规范的建设主要目标就是解决科技信息服务中的人物重名和机构名称变迁、机构合并等引起的“查全/查准”问题,从而实现了基于企业实体的科研成果的集成,克服了企业名称变更带来的查全率不足的问题。

3.2 系统框架

科技型中小企业技术创新能力分析系统是由天津市科学技术信息研究所设计,围绕天津市政府相关部门、服务中介机构和企业等多层次需求,建立的以数字资源和企业认定信息资源与企业服务资源为分析数据来源的企业技术创新能力分析系统。

企业技术创新能力分析系统的框架如图3所示。本系统的主要功能包括企业的技术创新活动的实施及转化,包括企业技术创新的投入分析,企业技术创新的成

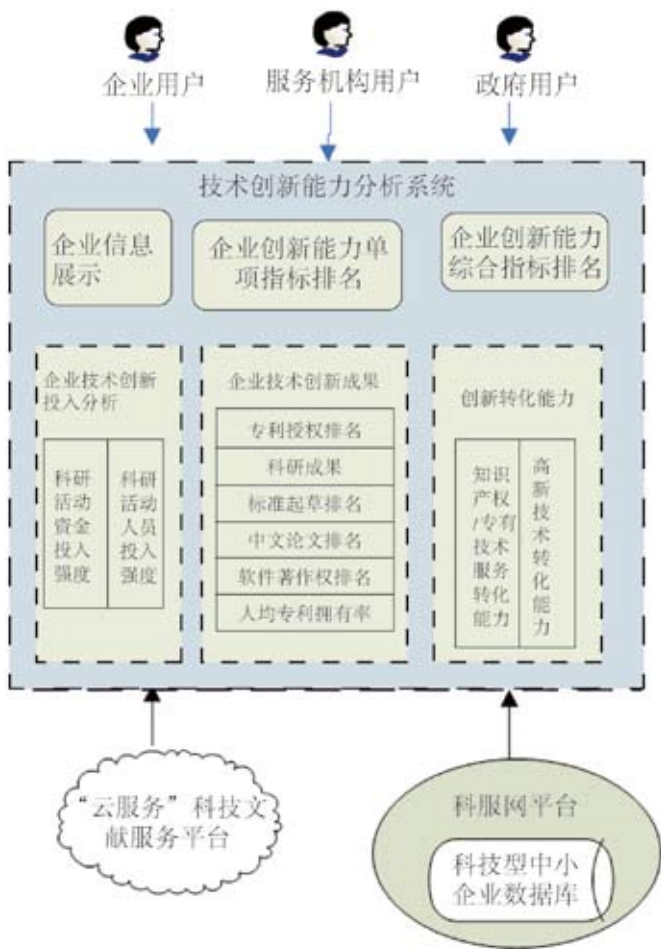


图3 企业技术创新能力分析系统框架

果分析,企业创新成果的转化分析。

(1) 企业技术创新投入分析

企业技术创新投入从企业成本的角度指投入的各类资源成本,包括科研人员、资金、研发材料与设备、研发所需要的信息等成本等。科研人员投入指人力资源成本中科研人员的工资、福利等,在表征企业人力资本投入要素时,由于企业员工的工资、福利等信息不仅包含研发人员从事研发工作的劳动报酬,还包含从事机构其他工作的劳动报酬,因此,本研究用参加技术创新人员数表示企业人力资本的投入;资金指直接为科研活动所支付的资金;研发材料和设备指企业用于某个研发项目的物资投入;信息成本指预研时的科技查新及研发过程中获取研发相关信息资源(如专利等信息)的成本,在表征企业的资金、物资和信息成本时,本研究采用科研活动经费投入强度指标来表示。因此,科技活动资金投入强度和科研活动人员投入强度两个指标可以用来

表示企业技术创新投入。计算公式如下所示:

科技活动经费投入强度=(科技活动经费内部支出+科技活动经费外部支出)/主营业务收入*100%。

科研活动人员投入强度用R&D人员投入强度表示。

R&D人员投入强度=科研活动人员/上年末从业人员数。

科技活动经费内部支出、科技活动经费外部支出、科研活动人员、上年末从业人员数的数据来源为科技型中小企业数据库。

(2) 企业技术创新成果排名

企业技术创新的成果主要指企业在一定时间内,实施的技术创新活动产生的相关成果的集合。这些成果最终全部或者部分应用到产品设计与生产,并走向市场。由于产品是生产活动、创新成果应用、市场推广等多种企业运营要素投入的综合体,因此,在对企业创新能力成果评价时,为了保障企业的技术创新成果可计量和可比较,采用企业专利信息(分发明、实用新型、外观设计三种类型)、科研成果、标准起草、中文论文、软件著作权、人均专利拥有率等多个指标,分别进行数量排序。人均专利拥有率=专利数量/企业科研活动人员数。

之所以采取单项排名是因为不同的行业领域、不同规模、不同产品定位的科技型中小企业的技术创新能力不具有可比性。新兴产业的企业,如新材料领域的企业,由于行业领域中空白点较多,技术创新较容易,因此创新成果也会较多;传统的科技行业则相对较难有创新。因此,在企业创新能力比较时,首先对企业进行行业领域分类,对同行业领域的企业的专利信息、科研成果、标准起草、中文论文、软件著作权、人均专利拥有率进行数量排名。

(3) 企业技术创新转化能力排名

企业技术转化能力指企业研发的技术转化为产品的能力,可以从两个角度来分析,即企业达成技术交易的次数和企业技术应用带来的收入。企业技术交易是指企业作为买方或者卖方,实现生产技术推广扩散的活动。在本研究中分析企业技术转化能力时,主要指科技型中小企业作为技术成果的卖方,出让技术创新成果的过程,由于企业参与技术交易的活动可能在不同的技术交易市场进行,要获得完整的企业参与并达成的技术转让项目数量及金额具有不可靠性,仅依赖外部统计数据很难满足完备性。所以,企业技术创新能力分

析系统的技术创新转化能力用企业知识产权或专有技术服务转化能力和高新技术创新转化能力两个指标来表示。其中:

知识产权和专有技术服务转化能力=经由知识产权或专有技术转化的产品服务销售收入金额/主营业务收入*100%

高新技术创新转化能力=高新技术转化的产品服务销售收入/主营业务收入*100%

经由知识产权或专有技术转化的产品服务销售收入金额、高新技术转化的产品服务销售收入、主营业务收入的数据来自科技型中小企业数据库。

4 企业综合技术创新能力分析

在对企业创新投入、产出和转化能力进行排序的基础上,需要综合判断一个企业的综合创新能力。企业综合技术创新能力是指包括企业的投入、产出及转化能力在内的企业综合创新能力,对企业综合技术创新能力排名是在计算企业综合技术创新能力指数的基础上,对企业的技术创新能力进行排名的过程。企业综合技术创新能力指数借鉴欧盟创新指数和评价科研人员成果的h指数,充分考虑科技型中小企业技术创新的特点,制定企业综合技术创新能力指数TII(Technical Innovation Index)。

4.1 欧盟创新指数

2001年10月,应欧盟里斯本会议的要求,欧盟委员会推出了欧盟创新指数报告2001。由于2001年的欧盟创新指数缺乏创新模式和数据缺失及数据及时性问题,欧盟对创新指数进行了修正,形成了三个一级指标,七个二级指标,三十个三级指标的指标体系。三个一级指标分别为创新推动、企业创新行为、创新产出^[19]。

4.2 h指数

h指数是美国物理学家Hirsch提出的一项用于科学家个人科研绩效评价的文献计量学指标。自提出以来,h指数得到了国内外情报学界和科技期刊界的广泛关注,并由用于科学家个人评价迅速扩展到期刊、机构、国家和地区、基金资助项目、学科研究热点等方面的科学评价。h指数是衡量一个研究人员学术水平的文献计

量学指标。一个人的h指数是指他至多有h篇论文分别被引用了至少h次。

4.3 企业综合技术创新能力指数TII

企业综合技术创新能力指数TII基于企业投入、成果及转化能力,采用多级模糊测评方法构造分析模型,通过层次分析法确定各指标的权重值。也即运用专家咨询构造两两比较矩阵,求矩阵特征向量和特征根,并进行一致性检验,得出各指标的权重。由于一级指标的权重直接关系到最后的评分值,运用信息论中的熵技术对一级指标的权重进行修正。确定不同行业领域在不同指标的权重集V,最终计算TII的相对值。

其中:技术创新要素X=(科技活动经费投入强度,科研活动人员投入强度,发明专利数,实用新型专利数,外观设计专利数,科研成果数,标准起草数,中文论文数,软件著作权数,知识产权/专有技术服务转化能力,高新技术创新转化能力)

分析结果集合 $E=(e_1, e_2, e_3, \dots, e_{11})$

权重集 $V=(V_1, V_2, \dots, V_{11})$

运用模糊矩阵的合成运算,得到综合分析模型 $B=V \cdot E=(b_1, b_x, \dots, b_n)$

设 $F=(F_1, F_2, \dots, F_j)^T$ 是分数集。它是一个列向量。

其中 $f_j(j=1, 2, 3, \dots, 11)$ 表示j指标的分数。

利用向量乘积 $TII=B \cdot F$,计算出最终评价结果。

5 结语

上面设计的企业创新能力系统的用户对象包括科技型中小企业、中介服务机构和政府。科技型中小企业可以通过技术创新能力分析系统,查询本企业技术创新成果、企业技术创新投入、成果及创新转化能力的具体数值与行业领域排名,了解本企业的技术创新指数,从而了解本企业在行业领域中的位置,确定同行业领域中技术创新能力强的企业,查找本企业与其他企业的差距。中介服务机构包括投融资机构、咨询机构等各类服务机构,利用企业技术创新分析系统,可以了解企业的技术创新能力与企业之间比较的数据,作为投融资对象的筛选依据之一,对于提供技术交易的中介服务机构,通过企业技术创新能力分析系统提供的分析结果,可以更好地为科技型中小企业服务。政府在制定行业领域扶植政策、资助企业研发项目时,可以参考系统提供的企业技术创新能力数据,选择技术创新能力强的企业,确定重点扶持对象。同时,对企业集群的技术创新能力进行对比分析,为政府的科技决策提供支撑服务。

参考文献

- [1] 科技部.关于进一步促进科技型中小企业创新发展的若干意见[OL]. [2013-04-02]. http://www.most.gov.cn/tztg/201105/t20110517_86811.htm.
- [2] 天津市科委.天津市科技型中小企业认定管理办法(试行)[OL]. [2013-04-02]. <http://www.tjzxxk.gov.cn/qypt/zcfw/detail.jsp?colid=222&oid=763&typeid=1>.
- [3] 万钢.积极支持科技型中小企业创新发展[J].创新科技,2012(5):4.
- [4] 刘云,杨湘浩,樊威,等.科技型中小企业技术创新的障碍与对策——基于上海市科技型中小企业问卷调查的实证分析[J].中国软科学,2012年增刊(上):215-220.
- [5] 顾继红.中小企业产学研合作的障碍及建议[J].今日科技,2010(1):39-40.
- [6] 胡凤玲,上官学进,龙三平.企业技术创新能力体系:构成要素与运作机理——基于创新目标定位理论[J].审计与经济研究,2008(6):102-105.
- [7] 孙细明,刘霞.企业技术创新能力的评价指标[J].统计与决策,2003(10):101-102.
- [8] 田依林.企业技术创新能力评价指标体系模型研究[J].科技管理研究,2009,29(8):173-175.
- [9] 王慧,康璞.企业技术创新能力评价指标体系设计研究[J].统计与信息论坛,2008,23(5):24-27,31.
- [10] 梁琳娜,王茂林.基于产业群提升企业技术创新能力战略研究——以甘肃企业技术创新为例[J].生产力研究,2009(22):188-190,193.
- [11] 颜帮全.提高重庆企业技术创新能力的思考[J].统计与决策,2008(12):120-122.
- [12] 杨勇,朱乾.企业技术创新能力的构成因素实证研究——来自江苏的证据[J].科技与经济,2011,24(5):27-31.
- [13] 张梅,吴得生.江西省企业技术创新能力的实证分析[J].企业经济,2007(7):139-141.
- [14] 于渤,宫晶瑩,朱彬,等.技术转移视角下发电设备企业技术创新能力提升路径研究[J].华北电力大学学报,2010,37(1):106-112.
- [15] 王勇,程源,雷家骕,等.IT企业技术创新能力与企业成长的相关性实证研究[J].科学学研究,2010,28(2):316-320.
- [16] 刘海涛,孙明贵.基于因子分析的纺织机械企业技术创新能力内涵研究[J].黑龙江大学自然科学学报,2010,27(2):157-161.
- [17] 孙福田,杨广林.乳品企业技术创新能力评价指标体系与评价方法研究[J].农机化研究,2009,31(1):38-41.
- [18] 吴广印.基于“云服务”架构的国家科技文献服务系统的设计与实践[J].数字图书馆论坛,2012(3):1-6.
- [19] Rethinking the European Innovation Scoreboard: A revised methodology for 2008-2010 [OL]. [2013-04-02]. <http://hollanders.unu-merit.nl/workshop/InnoMetrics%20EIS%202008%20Workshop%20Output%20Report.pdf>.

作者简介

李大玲 (1975-), 天津市科学技术信息研究所副研究员。研究方向: 科技人才学, 企业创新, 知识管理, 开放获取。E-mail: lidl@tjst.net

田军 (1968-), 天津市科学技术信息研究所高级工程师, 信息中心主任。研究方向: 科技资源管理。E-mail: tj@tjst.net

Research of Analytic System on Technological Innovational Capabilities of Science and Technology-Oriented SME

Li Daling, Tian Jun / Tianjin Institute of Scientific and Technological Information, Tianjin, 300074

Abstract: The www.tten.cn and National Scientific and Technical Literature service System Based on the "Cloud service" Architecture are data and platform supporting Analytic system on Technological Innovational Capabilities of Science and Technology-Oriented Small and Middle Enterprises (SME). The Analytic System provides Analysis services for government, science and technology service agents, Science and Technology-oriented SME. After literature review of the relating research, the service Framework of the Analytic System on Technological Innovational Capabilities of Science and Technology-oriented SME is discussed, which includes capabilities of input, Technological achievement and Transformation. The Algorithm to estimate the systematic innovation capabilities of a company is then provided.

Keywords: Cloud services, Literature sharing services, Scientific and technological small-medium enterprises, Technological innovational capabilities analysis

(收稿日期: 2013-04-22)