基于 BP 神经网络模型的上市公司增发再融资效率分析

唐学书　李小燕

(北京化工大学经济管理学院　北京　100029)

【摘要】本文运用 BP 神经网络模型,以沪深两市 2007~2008 年实行增发的 245 家上市公司为研究对象,对我国上市公司增发再融资效率进行了实证研究。研究结果显示:73.4%的上市公司增发再融资效率不高,仅有 26.6%的上市公司增发再融资效率较好,我国上市公司增发再融资效率总体呈低效状态。本文最后分析了增发再融资效率不高的主要原因,并提出了上市公司提高再融资效率的具体途径。

【关键词】上市公司　增发再融资效率　BP 神经网络模型

一、引言

企业的再融资,是充分发挥资本市场配置资源功能、保护投资者的合法权益、促进我国资本市场健康稳定发展的关键。据证监会网站统计数据显示,从 1991 年证券市场建立之初到 2008 年 12 月,我国上市公司通过配股、增发和发行可转债债券方式共募集资金 6 995.53 亿元,占总筹资额的 33%。可见,再融资对上市公司的发展起到了举足轻重的作用。与此同时,一些上市公司在募集资金后却轻率使用、盲目投资,导致投资效率下降,严重损害了投资者的利益,并影响我国资本市场的健康发展。为此,有效测评上市公司再融资效率,对于保护投资者和债权人的利益,对于经营者防范财务危机,对于政府管理部门有效地监控上市公司,有着极为重要的意义。

上市公司增发再融资是指上市公司在进行首次公开融资(IPO)之后,为满足企业的发展需要,再次通过向指定投资者(如大股东或机构投资者)或全部投资者额外发行股份募集资金的融资方式。传统的增发再融资效率一般定义为产出与投入的比值,即股东回报与资金投入总额的比例,但是资金投入总额不仅包括增发所得的股权资本,还包括原有的股权资本和债权资本,由于这一测评指标的分子、分母口径不一致,因而不能准确反映企业增发再融资效率的高低。

如何科学评价上市公司再融资效率,一直是证券市场参与者普遍关心的问题,它也一直受到理论界和实务界的重视。从国内外再融资效率实证研究的历程来看,其经历了从建立单变量模型到多变量模型、通用模型到行业模型的发展过程,研究方法采用最多的是比率分析法和回归分析法。我国学者对上市公司再融资效率的研究始于 20 世纪 90 年代末,其中评价技术方法采用最多的是传统的比率分析法和实证回归分析法,它们一般通过对再融资前后上市公司业绩的比较得出结论。

近些年来,很多学者将数据包络分析、博弈论、模糊数学等理论和方法引入上市公司再融资效率评价中,取得了非常好的效果。在众多的研究方法中,数据包络分析法、BP 神经网络分析方法因不需要假设具体的函数形式,模型中的权重是由数学规划产生,无人为主观成分,因而得到了越来越多的认可。

基于此,本文从股东的视角出发,将增发再融资效率界定为股东所获得现金分红与增发再融资所获资金的比值,即重点探究上市公司进行增发以后,股东是否获得了相应的现金分红回报。

本文以沪深两市 2007~2008 年实施增发再融资的 245 家上市公司为研究对象,构建了上市公司增发再融资效率评价的人工神经网络模型,以评价与分析我国上市公司增发再融资效率,希望为市场投资者提供有效信息,为政府管理部门提供决策依据。

二、样本选取和指标选取

1. 样本选取。上市公司股权再融资形式包括增发、配股、可转债债券三种形式。据中国证监会网站统计,我国上市公司进行股权再融资时有 36%的公司会选择增发作为再融资的方式,本文仅从股东视角出发,建立 BP 神经网络模型对我国上市公司增发再融资的效率进行研究。

本文研究中的原始数据主要来自色诺芬信息技术股份有限公司开发的《中国股票市场研究数据库》中 2007~2008 年进行增发再融资的上市公司,其中 2007 年进行增发再融资的上市公司共计 178 家,2008 年进行增发再融资的上市公司共计 71 家,剔除数据不全和数据异常的上市公司。本文选取 2007 年的 174 家上市公司数据作为训练样本,建立 BP 神经网络模型,以 2008 年的 71 家上市公司数据作为实证研究样本,用来检验和分析增发再融资的效率。

2. 指标选取。综观中外学者的研究,用来衡量上市公司再融资效率的指标多种多样,大致可以归纳为以下三类:

(1)经营业绩类财务指标。早期的研究多是以上市公司再融资后的利润、每股收益等传统的经营业绩类财务指标来衡

量上市公司再融资效率。这些会计收益指标具有计算简便、易于获得的优点，但同时也存在许多缺陷，如容易受到人为操纵、没有考虑权益资本的成本等。

(2)托宾 Q 比率。有一部分学者采用托宾 Q 比率作为测评标准。然而在我国资本市场机制不完善的条件下，沿用托宾 Q 比率衡量再融资效率存在着不少缺陷：首先，相关数据较难取得，如公司资产的重置价值，我们一般是用总资产账面价值来衡量，但账面价值与市场重置成本的差异很大；其次，权益市场总值是用计算期内股票的市场价格乘以发行在外的普通股股数来获得，但在我国当前股票市场中，仍有一部分非流通股，对这部分不能交易的国有股和法人股的估计是非常困难的。

(3)EVA(经济增加值)指标。近年来又相继出现了一些新的业绩衡量指标，1991 年 Stewart 提出 EVA 指标，1997 年 Jeffrey 提出 REVA 指标，这一指标的缺陷主要是仅仅关注企业当期的经营情况，没有反映市场对公司整个未来经营收益预测的修正。

由于股权再融资研究指标的选取缺乏具体的经济理论做指导，很难用简单的几个财务指标或市场指标进行充分描述，因此本文尝试从不同的侧面选取指标以反映上市公司股权再融资效率的各个方面。具体而言，指标选取遵循以下基本原则：①以往研究中普遍使用，并被证明是有效的指标；②数据方便获得；③计算误差相对较小；④相对指标，以消除企业规模的影响。

(1)输入指标(X)的选取。按照以上选取原则，本文选取了非流通比例、增发融资净总额、资产负债率、股权集中度、主营业务成本五个指标作为输入指标，这样能够较好地反映上市公司增发再融资的效率。

虽然有的指标之间可能具有相关性，但人工神经网络是一种非线性的平行处理结构模式，变量之间的相关性对数据处理的影响不大，因此在进行指标的选择时将尽量包含比较多的信息，力图从多方面反映企业的增发再融资效率情况。

输入指标具体如下：

X_1：增发融资净总额。企业所有收益可以说都来源于对总资产的运用，但是本文仅仅从股东视角研究增发所融入的资本带来的收益，因此将其作为输入指标之一。

X_2：非流通比例，反映股票不能流通的程度。该指标与股票集中度指标共同反映上市公司股权结构对其股权融资效率的作用程度。其计算公式为：非流通比例=非流通股股数/总股数。

X_3：主营业务成本。主营业务成本的高低决定了利润的高低，因此具有决定性的意义。

X_4：资产负债率。用于反映企业的资产结构以及企业运用债权人资金进行经营活动的能力，其计算公式为：资产负债率=负债总额/资产总额。

X_5：股权集中度。股权集中度是指全部股东因持股比例的不同所表现出来的股权集中还是股权分散的数量化指标。股权集中度既是衡量公司股权分布状态的主要指标，也是衡量公司稳定性的重要指标，本文以前五大股东持股比例总和来表示股权集中度。

(2)输出指标(Y)的选取。本文采取“年均股东回报”作为衡量上市公司增发再融资效率的输出指标。

相对以往研究中采用的财务指标，如市场回报指标来说，投资者往往更关心自己能获得的现金分红的多少。据中国证监会网站统计，绝大多数投资者倾向于选择现金分红这一“实在”的分红方式。而证监会也在2008 年出台《关于修改上市公司现金分红若干规定的决定》，要求上市公司在章程中写明分红原则，取消中期分红的限制；同时，提高再融资门槛，要求必须满足三年分红不少于年均可分配利润 30%的原则。

基于此，本文采用年均股东回报作为输出指标，它是指股东能够确切获得的现金分红总数，其计算公式为：年均股东回报=当年现金股利×(增发股数÷总股数)。

三、BP 神经网络模型的构建及实证分析

反向传播神经网络模型是通过输入和输出样本集对网络进行训练，即对网络的阈值和权值进行学习和修正，以使网络实现给定的输入、输出映射关系的一种神经网络模型。根据输入变量数的大小，本文将神经网络的层数确定为三层，神经网络结构如图 1 所示：

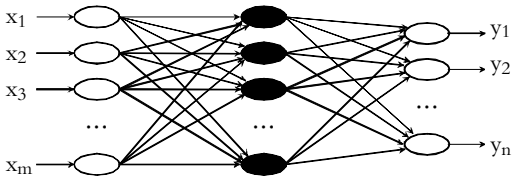

图1　三层BP人工网络结构

1. 输入指标数据归一化处理。由于本文采用的不同数据指标的量纲不尽相同，为了减少神经网络模型的系统误差，便于对最后的输出结果进行评价，因此有必要对学习样本和检验样本在训练之前进行归一化处理。

本文利用 Matlab7.1 中的 premnmx 函数，采用正向和反向传播公式，将原始数据归一化到[-1,1]区间。其中，正向传播公式为：$X'_{ij}=(X_{ij}-X_{iMIN})/(X_{iMAX}-X_{iMIN})$；反向传播公式为：$X'_{ij}=(X_{iMIX}-X_{ij})/(X_{iMIX}-X_{iMIN})$。

2. 模型配置。

(1)输入层节点个数的确定。本文把用来描述上市公司增发再融资效率的五个指标作为 BP 神经网络输入变量[x_1,x_2,x_3,x_4,x_5]，所以输入层节点的个数应该与输入指标的个数相等，即 BP 神经网络的输入层节点个数为五个。

(2)隐含层节点个数的确定。隐含层节点数的选择与输入输出单元的多少有直接的关系，可参考如下经验公式确定：

$m_2=(m+n)/2+a$

其中，m 为输入神经元数，n 为输出神经元数，a 为 1 至 10 之间的常数，本文通过网络训练得出 n 为 13 效果最佳。

(3)输出层节点数 k 的确定。由于该网络输出的结果只有一个指标，即综合评价等级系数，因此取节点数 k 为 1。因此，本文的神经网络模型结构是 5-13-1。

(4)学习样本输出量的确定以及再融资效率区间判定标

准的确定本文的输出结果为年均股东回报，由于此数据为绝对数，不具有可比性，因此本文采用年均股东回报与增发融资净总额的比值同所在年度股票平均收益率相比较。根据比较结果对输出数据处理进行分类，将再融资效率分为三类，即好、一般、差，并分别赋值为 1、2、3。通过神经网络进行建模，得到建模后的正确率，训练建模后的测试正确率是 92.5%，泛化测试正确率是 90%。

3. BP 神经网络的模拟训练及结果检验。本文采用的 BP 神经网络模型是在 Matlab7.1 环境下，采用 Matlab 神经网络工具箱中的函数编程求解。在训练网络之前建立网络命令 newff，会在建立网络时直接对网络的权值和阈值进行初始化。为缩短神经网络系统的学习时间，采用梯度下降法对 BP 神经网络进行训练，最大训练次数定为 500，误差指标定为 0.001。

将学习样本 2007 年实施增发的 174 家公司的数据输入，基于 BP 计算法训练 5-13-1 网络结构，程序在电脑上经过运算后达到要求，学习样本的误差曲线如图 2 所示：

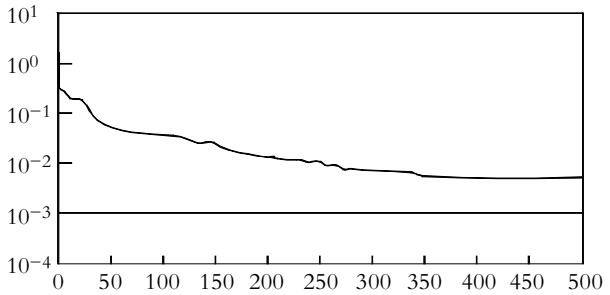

图2　BP神经网络训练误差曲线

其中，输入层到隐含层的权值矩阵为 5×13 维矩阵，采用矩阵转置形式且仅列出部分权值。

$$X_{ji}=\begin{bmatrix} 6.848\,0 & -12.855\,1 & -6.226\,1 & 3.121\,9 & -19.155\,6 \\ 1.000\,8 & -12.933\,5 & -16.628\,4 & 9.461\,9 & -9.251\,7 \\ 8.919\,0 & -1.645\,6 & 0.626\,9 & 0.626\,9 & 4.748\,3 \\ -8.887\,3 & 48.829\,7 & 83.558\,9 & 75.156\,1 & 51.858\,7 \\ 3.461\,5 & 15.083\,5 & -6.760\,5 & 10.019\,3 & -6.815\,3 \\ 4.746\,4 & 3.796\,2 & -16.919\,2 & -5.454\,4 & 3.644\,7 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{bmatrix}$$

隐含层到输出层的权值矩阵为 13×1 维矩阵：

X_{ic}=[7.816 6，-7.108 9，-105.791 7，-1.715 5，-3.596 4，-1.241 6，-1.290 2，2.448 2，-4.168 2，103.406 3，40.235 9，-1.101 1，33.673 8]

通过系统自学，将上一次学习训练的结果作为下一次训练的基础逐步降低总误差值，当达到所设定的误差参数时，系统停止学习。此时神经网络的误差为 0.004 902 38，稍大于设定的误差指标 0.001。根据 BP 神经网络的相关知识，同时考虑到数据样本略少，此误差已无限趋近于设定的误差，因此可视为精确，并不会影响研究结果。

按照模型的检验程序，笔者将学习样本（2007 年实施增发的 174 家上市公司数据）和检验样本（2008 年实施增发的 71 家上市公司数据）代入已经训练好的 BP 神经网络模型进行判定，模型对学习样本和检验样本的判定与预测结果、训练结果如表 1 所示。

表1　　学习样本和检验样本的训练结果

类　型	学习样本		检验样本	
数　目	实际个数	正确判断个数	实际个数	正确判断个数
	174	161	71	64
正确判断率	92.5%		90%	

从表 1 中可以发现，训练样本中的 174 个数据单元仅有 13 个被误判，正确判断的个数为 162 个，正确率为 92.5%，而同样用来检验的 71 个数据，仅有 7 个被误判，正确率为 90%。综合学习样本和检验样本，可以发现所建立的 BP 神经网络模型的总体正确率为 91.3%。这说明本文所建议的 BP 神经网络模型是精确有效的。

在完成神经网络模型的训练后，笔者将 2008 年实施增发再融资的、判断正确的 64 家公司的数据输入到神经网络模型进行检验和分析，检验样本输入变量进行归一化和再融资效率判定的结果如表 2 所示（见下页）。

四、结论与建议

从表 2 的判定结果可以看出，2008 年我国上市公司进行增发再融资的效率总体来讲是低效的。在实施增发再融资的 64 家上市公司中，融资效率高的仅仅为 17 家，占全部实施增发再融资公司总数的 26.6%；增发再融资效率一般和效率较差的上市公司分别为 26 家和 21 家，分别占全部实施增发再融资上市公司的 40.6%和 32.8%，这明显与实施增发再融资的初衷有较大的背离。

上市公司要提高增发再融资效率，应着力提高现金分红比例，使股东获得更多的现金分红回报。笔者认为建议上市公司可以从以下方面提高增发再融资效率：

1. 优化股权结构，适当控制最大股东的持股比例。股权结构包括两方面的内容，一方面是股东性质，即国有股、法人股、外资股及社会公众股，另一方面是股东的持股比例。股权结构影响公司治理结构，两者又影响股利政策。魏刚等（2001）发现股东回报与流通股比例负相关。从股权集中度来看，我国上市公司“一股独大”特征非常明显，前五大股东的持股比例都在 50%以上，其中持股 70%的公司占 80%左右，股权的高度集中弱化了公司治理机制，尤其是大股东的超强控制使得大股东以损害其他股东的利益来追求其控制权收益的动机得到加强，这样就损害了中小股东的利益。同时由于接近 50.8%的股票不能流通，从而难以有效监督控股股东和内部人的自利行为。

通过优化股权结构来解决我国上市公司存在的问题，笔者认为应从以几方面着手：首先，让国有股流通，让等量资本追逐等量利润，实现股票市场的均衡；其次，通过机构投资者的进入使股权适当分散，有利于经营者在更大范围内接受多元化产权主体对经营活动的监督，减弱内部人控制，优化公司治理结构，提高产权效率。

表2　　检验样本输入变量归一化和再融资效率判定结果

公司名称	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	效率	公司名称	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	效率
宝钛股份	-0.881	0.061	-0.953	-0.755	0.337	3	高	双鹤药业	-0.950	0.071	-0.910	-0.630	0.287	2	中
双良股份	-0.934	-0.225	-0.908	-0.171	0.002	2	中	赛马实业	-0.945	-0.375	-0.979	-0.483	0.141	2	中
金融街	-0.366	-0.502	-0.927	-0.163	0.422	2	差	苏宁电器	-0.814	-0.494	0.109	0.112	0.329	3	高
燕京啤酒	-0.915	0.219	-0.862	-0.532	0.359	1	差	南天信息	-0.964	0.232	-0.960	-0.179	0.956	2	中
鲁泰A	-0.927	-0.586	-0.923	-0.149	0.748	1	差	维维股份	-0.948	0.335	-0.939	-0.423	0.463	1	差
宁波海运	-0.954	0.048	-0.978	0.208	0.450	2	中	中环股份	-0.970	-0.042	-0.986	-0.701	0.368	1	差
辽通化工	-0.714	-0.106	-0.934	0.259	0.786	2	中	弘业股份	-0.962	-0.140	-0.945	-0.018	0.151	2	中
超声电子	-0.973	-0.070	-0.948	-0.287	1.000	2	中	苏宁环球	-0.607	0.486	-0.973	0.372	0.533	3	高
名流置业	-0.771	-0.433	-0.989	-0.667	0.504	3	高	科达机电	-0.975	-0.539	-0.978	-0.629	0.148	2	中
三友化工	-0.938	-0.226	-0.889	0.010	0.378	3	高	营口港	-0.776	0.165	-0.967	0.283	0.120	1	差
天茂集团	-0.950	-0.483	-0.979	-0.691	0.797	3	高	浦东建设	-0.906	-0.222	-0.973	0.222	0.177	1	差
华菱钢铁	-0.933	0.195	0.356	0.338	0.567	1	差	合加资源	-0.969	-0.129	-0.993	0.074	0.249	3	高
美都控股	-0.980	0.011	-0.963	0.476	0.585	2	中	冀东水泥	-0.774	0.079	-0.914	-0.061	0.613	2	中
西飞国际	-0.704	0.279	-0.774	-0.489	0.588	1	差	东北制药	-0.974	-0.015	-0.920	0.201	0.633	3	高
山东黄金	-0.849	0.140	-0.515	-0.257	0.321	3	高	凌钢股份	-0.907	0.082	-0.785	0.045	0.086	1	差
常山股份	-0.956	0.313	-0.926	-0.109	0.450	3	高	云南白药	-0.895	0.092	-0.895	-0.413	0.934	2	中
新疆众和	-0.922	0.069	-0.984	-0.583	1.000	3	高	国投中鲁	-0.970	-0.216	-0.976	-0.377	0.109	2	中
泛海建设	-0.439	0.645	-0.981	0.076	0.705	2	中	福田汽车	-0.921	-0.202	-0.259	0.383	0.662	1	差
华新水泥	-0.846	0.185	-0.867	0.026	0.786	2	中	太钢不锈	-0.735	0.212	1.000	0.334	0.572	2	中
中金黄金	-0.847	0.206	-0.657	-0.238	0.241	2	中	福星股份	-0.907	-0.509	-0.941	-0.064	0.687	1	差
香溢融通	-0.953	-0.293	-0.976	-0.424	-0.151	2	中	冠城大通	-0.962	-0.315	-0.903	0.558	-0.493	3	高
深圳机场	-0.906	0.244	-0.981	-0.918	0.385	1	差	特变电工	-0.883	-0.622	-0.734	0.184	-0.065	3	高
西飞国际	-0.830	0.279	-0.774	-0.489	0.368	1	差	城投控股	-0.502	0.036	-0.943	-0.308	-1.000	1	差
东华合创	-0.978	0.487	-0.979	-0.261	0.283	3	高	粤水电	-0.973	-0.248	-0.946	0.205	0.932	1	差
三花股份	-0.846	-0.363	-0.951	-0.207	0.197	3	高	沃华医药	-0.980	0.495	-1.000	-1.000	0.381	2	中
栋梁新材	-0.982	0.157	-0.850	-0.534	-0.082	3	高	济南钢铁	-0.847	0.110	0.063	0.484	0.499	1	差
鑫科材料	-0.968	-0.078	-0.905	-0.192	0.315	3	高	海印股份	-0.424	0.421	-0.989	-0.215	-0.133	2	中
香江控股	-0.886	0.065	-0.978	0.431	0.114	3	高	东方电气	-0.900	-0.104	-0.373	1.000	0.781	2	中
科力远	-0.985	-0.126	-0.959	-0.068	0.199	2	中	开滦股份	-0.952	0.027	-0.810	0.099	0.329	1	差
上实发展	-0.748	-0.637	-0.971	0.533	0.476	3	高	天康生物	-0.987	-0.011	-0.979	-0.347	0.369	3	高
安阳钢铁	-0.758	0.171	-0.059	0.199	0.250	2	中	招商地产	-0.554	0.091	-0.945	0.081	0.333	2	中
国电南自	-0.986	-0.021	-0.968	0.232	0.340	2	中	海油工程	-0.770	-0.029	-0.794	-0.101	0.296	3	高

2. 发挥债券市场的互补作用，优化上市公司的融资结构。与Myers提出的优序融资不同，我国上市公司更多采用的是股权融资，很少采用债权融资等方式，所以与西方国家上市公司相比，我国上市公司资产负债率普遍较低，上市公司大都没有利用财务杠杆的正面效应来获得自身发展。因此，上市公司可以通过扩大企业债券的发行规模，利用债权融资的硬约束促使上市公司全面提高资金利用率。

3. 增强企业的核心竞争力，提高企业经营业绩。我国学者通过大量研究发现，无论是首次融资（IPO）还是进行再融资（SEO），股东回报和所获得的现金分红都与公司的经营业绩有着显著的正相关关系。陈姣姣（2008）、庄琳琳（2009）等通过研究证实了这个观点。

所以，笔者认为，上市公司要想提高现金分红的比例，使投资者得到更多的回报，就要培育企业的核心竞争力。核心竞争力的形成是上市公司成长的关键因素，它难以复制和模仿，上市公司只有持续健康发展，才能够给予投资者更多的回报。

【注】本文是国家自然科学基金资助项目“线性信息动态视野下剩余收益估值模型的实证研究”（项目批准号：70802006）和教育部人文社会科学研究项目“新企业会计准则下盈余结构的价值相关性研究”（项目批准号：08JA630009）的阶段性研究成果。

主要参考文献

1. Jean Triple. The Theory of Corporate Finance. New York：Princeton University Press，2005

2. Jensen M C，Macklin W H. Theory of Firm：Managerial Behavior，Agency Cost and Ownership Structure . Journal of Financial Economics，1996 ；3

3. Tam K.Y.Managerial application of neural networks：the case of bank failure prediction .Management Sciences，1992；1

4. 刘洪，何光军.基于人工神经网络方法的上市公司经营失败预警研究.会计研究，2004；2

5. 刘宇. 资本市场上市公司股权再融资效率内涵及分析体系. 管理科学，2007；10

6. Wang Feng，Huang Li Yu，Zhang Yu Xiang.BP Prediction Model Used in Earthquake Prediction Based on MATLAB .North China Earthquake Sciences，2009；1

7. 郝晓弘，段晓燕.基于BP神经网络的迭代学习初始控制策略研究.计算机应用，2009；4

8. 杨皓.BP神经网络模型在商业银行经营业绩评价中的应用.中国农业银行武汉培训学院学报，2009；5

9. 杨守静. 我国上市公司股权结构与公司绩效的实证研究.经济与法，2009；1