

# 基于 Logistic 和主成分分析的 制造业上市公司财务危机预警

宋晓娜<sup>1</sup>, 黄业德<sup>1</sup>(副教授), 张峰<sup>2</sup>

**【摘要】** 本文选择2010~2013年国内首次被实施ST的57家A股制造业上市公司作为研究样本,57家非ST公司作为配对样本,构建了包括22个指标在内的制造业上市公司财务危机预警指标体系,并对上市公司被实施ST前3年的财务数据分别利用主成分分析和 Logistic 回归分析方法建立财务危机预警模型。实证结果表明:Logistic 回归分析法在制造业上市公司财务危机预警方面具有可操作性,且准确率最高可达到92.11%,其预测精度高于主成分分析法。

**【关键词】** Logistic 回归法; 主成分分析法; 财务危机; 预警

**【中图分类号】** F830.91

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1004-0994(2016)03-0067-5

## 一、引言

全球经济一体化的发展趋势使得企业发展面临的风险愈加复杂。企业由于受到财务危机的影响而无法实现可持续经营的案件屡见不鲜,财务风险管理的重要性愈发显著。财务危机预警作为风险管理的关键环节之一,不仅符合市场竞争机制的动态要求,也是企业在日趋激烈的竞争中维持生存的基本条件。如何做到防患于未然,预测财务风险,当存在财务风险的时候能够及时发现并采取有效措施应对以减少隐患,是上市公司需要考虑的重要问题。

财务危机预警就是利用企业财务信息,选取一些敏感性较高、有针对性的财务指标进行观察,以及时监控和预测可能出现或已经出现的财务危机。鉴于此,本文以制造业上市公司为例,试图通过选取能够全面反映制造业上市公司财务状况和经营状况的偿债能力、营运能力、盈利能力、发展能力和获取现金能力的指标构建其财务危机预警指标体系,针对制造业上市公司被实施ST前3年的财务数据,分别采用主成分分析和 Logistic 回归分析方法建立财务危机预警模型,并对两种方法的判别效果进行比较分析,以期上市公司的财务危机预警提供参考。

## 二、文献综述

### (一)国外财务危机预警研究

财务危机预警研究源于20世纪30年代,Fitzpatrick(1932)首次采用财务比率作为预测财务危机的单变量分析方法;20世纪60年代,学者Beaver et al.(1968)采用统计方法首次建立了单变量财务危机预警模型。

后期国外学者对上市公司财务危机预警进行了大量研究,大致上可以分为单变量预警研究和多变量预警研究。Sevim et al.(2014)重点对比分析了一元判断分析模型、多元判断分析模型及 Logistic 模型的优缺点,并选取 Logistic 模型对土耳其境内制造业上市公司的经济状况进行了动态预测;Tennant(2011)对牙买加上市公司的发展现状及出现财务危机的成因进行了归纳,选用资产负债分解模型进行分析,结果表明,上市公司受到国家宏观政策影响较大。但单变量评价模型在反映企业财务特征的全面性上还存在一定缺陷。

Koyuncugil et al.(2012)随机选取了33家土耳其中小型制造业公司,利用多元线性判别模型,依据误判率最小原则,成功地提取了“息税前利润/总资产”、“销售/总资产”和“股权市场价值/债务的账面价值”3项对财务危机预测能力较强的指标。

### (二)国内财务危机预警研究

国内研究相对起步较晚。学者于文华等(2011)收集了ST、非ST两类制造业上市公司财务数据,通过构建 Logistic 回归模型处理了29个财务危机预警指标,探析了财务危机爆发前3~5年的主要影响指标。

何妮(2013)选取非参数检验、显著性检验及因子分析等方法,构建了 Logistic 回归模型,对比分析了金融危机前后制造企业的财务危机状况,发现基于 Logistic 回归方法的财务危机预警模型具有可实施性。

刘静(2012)以沪、深两市A股市场24家出现财务危机的制造业公司及34家正常公司为例,利用F分数模型对其中17

**【基金项目】** 国家自然科学基金“追赶战略下产品集成企业的产业技术链治理研究”(项目编号:71202011)

## □ 业务与技术

家公司2008~2010年及41家公司2007~2009年财务数据进行了分析,认为F分数模型在制造业上市公司财务危机预判上精度较高。

王世兰(2011)通过对现阶段的财务危机预警模型进行归纳总结,认为目前所应用的制造业上市公司财务危机预警模型可归纳为传统统计方法和人工智能两类,并将神经网络作为人工智能算法的代表,对公司财务危机预警进行了实证检验。

张健(2014)基于Logistic回归法建立了EVA财务危机预警模型,对52家上市公司的财务状况进行实证检验,但研究发现该方法只适用于短期预测。

基于上述分析,我们可认为财务危机预警准确度的高低受到对不同模型选择的影响,不同模型适用的财务指标也有所不同;同时,行业类别差异、样本规模和研究区间都会影响财务危机预警的效果。此外,上述国内外研究文献在预警方法与模型方面,多集中于Logistic或因子分析等单一预测模型的构建与使用,而对不同方法间财务危机预警精度差异的研究较少,缺乏针对制造业财务危机预警方法的探讨。

鉴于此,本文以国内制造业上市公司为研究对象,选择全面反映企业财务状况的偿债能力、营运能力、发展能力、盈利能力和获取现金能力5个方面的22个财务指标作为财务危机预警指标体系构成要素,分别采用主成分分析和Logistic回归分析方法建立预警模型,并对其判别效果进行分析。

### 三、研究设计

#### (一)研究样本选择

本文选取我国2010~2013年首次被实施ST的57家A股制造业上市公司作为研究样本,并按照1:1的比例选取同行业、上市时间相同且被实施ST前一年末资产规模相等或者相近(10%之内)的57家非ST公司作为配对样本。

将这114家公司分为建模组和检验组:选取2010~2012年被实施ST的44家制造业上市公司和相对应的44家非ST公司作为建模组;选取2013年被实施ST的13家制造业上市公司和与之对应的13家非ST公司作为检验组。

对建模组样本前3年的财务数据分别利用主成分分析和Logistic回归分析方法建立财务危机预警模型,然后利用检验组样本验证模型的准确度。样本数据取自wind资讯和国泰安数据库。

#### (二)财务危机预警指标的选取

样本选取之后,指标的选取成为科学预测的关键。企业在选择财务危机预警指标时,首先,应该考虑企业的实际状况和以前选取财务危机预警指标的经验。其次,选取的指标必须涵盖企业偿债能力、营运能力、盈利能力和发展能力等几个方面。因此,选择的财务指标通常要包含能够全面反映企业财务状况和经营状况的信息,这是财务指标能否准确反映财务危机的基础。

鉴于此,本文选取了包括偿债能力、营运能力、发展能力、盈利能力和获取现金能力5个方面的22个财务指标,具体如表1所示。

表1 财务危机预警的初始财务指标

指标类型	指标代码	指标名称	计算公式
偿债能力	X1	流动比率	流动资产/流动负债×100%
	X2	速动比率	(流动资产-存货)/流动负债×100%
	X3	现金比率	(现金期末余额+现金等价物期末余额)/流动负债×100%
	X4	资产负债率	负债总额/资产总额×100%
	X5	产权比率	负债总额/所有者权益总额×100%
营运能力	X6	应收账款周转率	主营业务收入/平均应收账款
	X7	存货周转率	主营业务成本/平均存货
	X8	流动资产周转率	主营业务收入/平均流动资产
	X9	总资产周转率	主营业务收入/平均资产总额
盈利能力	X10	每股收益(调整后)	净利润/期末普通股股数
	X11	主营业务利润率	主营业务利润/主营业务收入×100%
	X12	销售净利率	净利润/主营业务收入×100%
	X13	资产报酬率	(利润总额+利息支出)/平均资产总额×100%
发展能力	X14	资产净利率	净利润/平均资产总额×100%
	X15	主营业务收入增长率	(本期主营业务收入/去年同期主营业务收入-1)×100%
	X16	净利润增长率	(本期净利润/去年同期净利润-1)×100%
	X17	净资产增长率	(本期净资产/去年同期净资产-1)×100%
获取现金能力	X18	总资产增长率	(本期总资产/去年同期总资产-1)×100%
	X19	现金流动负债比率	经营现金流量净额/流动负债
	X20	销售现金比率	经营现金流量净额/主营业务收入×100%
	X21	每股经营现金净流量	经营现金流量净额/期末普通股股数
	X22	资产现金回收率	经营现金流量净额/平均资产总额×100%

出现财务危机的公司被实施ST的一般原因是企业前两年连续亏损,由此说明,出现财务危机的公司一般在t-2年已经开始亏损。鉴于此,本文主要针对t-2年的样本数据进行详细的分析验证,然后用同样的方法得到t-1年和t-3年的判别结果。

在初始财务指标选取之后,需要对t-2年的22个财务指标分别进行配对样本T检验,找出存在显著性差异的指标;根据配对样本T检验结果(表2)可知,X6、X7、X8、X19、X20、X21、X22不显著,最终得到15个参与模型构建的财务指标。

表 2 配对样本 T 检验

指标代码	均值		T 值	Sig.
	ST	非 ST		
X1	1.0966	1.7945	-2.703	0.010
X2	0.7364	1.2966	-2.428	0.019
X3	0.3241	0.713	-2.408	0.020
X4	63.4126	43.5464	5.56	0.000
X5	2.875	1.1523	4.694	0.000
X6	15.476	66.3704	-0.986	0.330
X7	4.5076	4.1524	0.463	0.646
X8	1.4073	1.5938	-0.83	0.411
X9	0.5744	0.7133	-2.129	0.039
X10	-0.3975	0.1277	-8.264	0.000
X11	-22.0147	7.4685	-5.728	0.000
X12	-22.9202	7.4263	-5.978	0.000
X13	-5.6621	4.823	-7.963	0.000
X14	-8.1447	3.0078	-9.613	0.000
X15	-8.2976	12.9091	-3.46	0.001
X16	-1400.42	-19.924	-3.564	0.001
X17	-19.7057	12.3281	-4.532	0.000
X18	0.5818	7.2021	-2.437	0.019
X19	0.0843	0.1627	-1.545	0.130
X20	0.0843	0.0768	0.182	0.856
X21	0.1827	0.3974	-1.739	0.089
X22	2.9813	5.4301	-1.736	0.090

#### 四、模型的构建和检验

##### (一)主成分预警模型的构建和检验

为消除不同量纲的影响,我们首先需要对建模组样本的 88 家上市公司的 15 个原始指标数据进行标准化处理。然后,需要对处理后的数据进行 KMO 统计量与 Bartlett 球形检验,以确定其是否适合进行主成分分析,具体检验结果如表 3 所示。从表 3 可以看出:KMO>0.5, Bartlett 检验统计量对应的显著性概率小于 5%,表明标准化处理后的数据适合做主成分分析。

表 3 KMO 统计量与 Bartlett 球形检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.738	
Bartlett 球形检验	近似卡方	2075.944
	df	105
	Sig.	0.000

我们运用 SPSS17.0 对选取的 2010~2012 年 44 家 ST 和 44 家非 ST 制造业上市公司 t-2 年数据进行主成分分析,计算各主成分的特征值和贡献率,结果如表 4 所示。前 4 个主成分的累计贡献率达到 78.704%,能起到很好的解释作用,经过方差最大化得到旋转成分矩阵(详见表 5)。

表 4 主成分特征值和贡献率

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
	1	6.098	40.653	40.653	6.098	40.653	40.653	4.502	30.014
2	2.833	18.888	59.541	2.833	18.888	59.541	3.577	23.848	53.862
3	1.573	10.488	70.029	1.573	10.488	70.029	1.968	13.123	66.985
4	1.301	8.675	78.704	1.301	8.675	78.704	1.758	11.719	78.704
5	0.874	5.825	84.529						
6	0.705	4.701	89.230						
7	0.529	3.530	92.759						
8	0.472	3.149	95.908						
9	0.192	1.283	97.191						
10	0.150	1.002	98.193						
11	0.129	0.860	99.052						
12	0.099	0.663	99.715						
13	0.023	0.154	99.869						
14	0.014	0.090	99.959						
15	0.006	0.041	100.000						

表 5 旋转成分矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
X1	0.090	0.910	-0.005	-0.291
X2	0.078	0.941	0.046	-0.201
X3	0.077	0.932	0.109	-0.125
X4	-0.177	-0.526	-0.042	0.768
X5	-0.124	-0.218	-0.093	0.881
X9	0.575	-0.211	-0.225	-0.148
X10	0.769	0.127	0.183	-0.290
X11	0.758	0.448	0.130	0.219
X12	0.761	0.430	0.158	0.189
X13	0.842	0.270	0.234	-0.031
X14	0.830	0.310	0.242	-0.112
X15	0.690	-0.222	0.131	-0.116
X16	0.654	-0.017	0.015	-0.104
X17	0.122	0.077	0.921	-0.151
X18	0.213	0.028	0.916	0.024

据此可以总结出四个主成分的意义分别是:

F1: 营运能力(X10, X11, X12)和盈利能力(X13, X14, X15, X16);

F2: 偿债能力(X1, X2, X3);

F3: 盈利能力(X17)和发展能力(X18);

F4: 偿债能力(X4, X5)。

根据下页表 6 的因子得分矩阵可得到 4 个主成分表达式,如下:

□ 业务与技术

$$F1 = -0.05X1 - 0.06X2 - 0.065X3 + 0.017X4 + 0.019X5 + 0.198X9 + 0.172X10 + 0.167X11 + 0.165X12 + 0.183X13 + 0.174X14 + 0.188X15 + 0.177X16 - 0.091X17 - 0.056X18 \quad (1)$$

$$F2 = 0.274X1 + 0.3X2 + 0.308X3 - 0.038X4 + 0.093X5 - 0.137X9 - 0.071X10 + 0.142X11 + 0.128X12 + 0.02X13 + 0.021X14 - 0.159X15 - 0.074X16 - 0.049X17 - 0.042X18 \quad (2)$$

$$F3 = -0.061X1 - 0.029X2 + 0.011X3 + 0.038X4 - 0.009X5 - 0.198X9 + 0.001X10 - 0.032X11 - 0.016X12 + 0.021X13 + 0.024X14 - 0.001X15 - 0.074X16 + 0.523X17 + 0.515X18 \quad (3)$$

$$F4 = -0.033X1 + 0.036X2 + 0.088X3 + 0.426X4 + 0.56X5 - 0.129X9 - 0.15X10 + 0.257X11 + 0.233X12 + 0.057X13 + 0.009X14 - 0.097X15 - 0.055X16 - 0.065X17 + 0.049X18 \quad (4)$$

表 6 主成分得分矩阵

指标	成分			
	1	2	3	4
X1	-0.050	0.274	-0.061	-0.033
X2	-0.060	0.300	-0.029	0.036
X3	-0.065	0.308	0.011	0.088
X4	0.017	-0.038	0.038	0.426
X5	0.019	0.093	-0.009	0.560
X9	0.198	-0.137	-0.198	-0.129
X10	0.172	-0.071	0.001	-0.150
X11	0.167	0.142	-0.032	0.257
X12	0.165	0.128	-0.016	0.233
X13	0.183	0.020	0.021	0.057
X14	0.174	0.021	0.024	0.009
X15	0.188	-0.159	-0.001	-0.097
X16	0.177	-0.074	-0.074	-0.055
X17	-0.091	-0.049	0.523	-0.065
X18	-0.056	-0.042	0.515	0.049

根据各主成分贡献率(表4),可以得到制造业上市公司财务危机主成分预警模型:

$$Z_{t-2} = 0.30014F1 + 0.23848F2 + 0.13123F3 + 0.11719F4 \quad (5)$$

根据财务危机预警模型和主成分表达式,我们就可以把进行标准化处理后的建模组和检验组的指标值代入公式(5),计算得到Z值。在保证判别分类错误最小的前提下,我们将0.013566和0.023654的平均值0.01861作为ST和非ST之间的判别分割点,即:Z>0.01861为非ST公司,Z<0.01861为ST公司。

导致判别结果发生错误的原因有两个:一类错误是误拒错误,即把ST公司看成非ST公司;一类错误是误受错误,即把非ST公司看成ST公司。根据这两类错误得到的判别结果如表7所示。

表 7 主成分判别结果

分组	类别	误拒错误	误受错误	准确率
建模组(88)	ST(44)	11	0	67.05%
	非ST(44)	0	18	
检验组(26)	ST(13)	9	0	61.54%
	非ST(13)	0	1	

从表7可以看出,主成分预警模型的准确率不高,误拒和误受错误率都接近50%,不能准确预测企业财务危机。

(二) Logistic 回归法预警模型的构建和检验

运用SPSS17.0对估计样本t-2年原始数据进行Logistic二元回归分析,选取所有变量进入回归方程,在分析时,我们赋予ST公司的值为1,非ST公司的值为0。得到的分析结果如表8和表9所示。通过Hosmer和Lemeshow检验得到Sig.为0.689,大于0.05,表明Logistic预警模型拟合优度较好。

表 8 Hosmer 和 Lemeshow 检验

Hosmer 和 Lemeshow 检验	卡方	df	Sig.
	5.625	8	0.689

表 9 Logistic 回归分析结果

指标	B	S.E.	Wals	df	Sig.	Exp(B)
流动比率X1	-1.961	2.125	0.852	1	0.356	0.141
速动比率X2	-0.165	2.705	0.004	1	0.951	0.848
现金比率X3	3.465	2.874	1.453	1	0.228	31.966
资产负债率X4	0.059	0.069	0.739	1	0.390	1.061
产权比率X5	-0.031	0.466	0.004	1	0.948	0.970
总资产周转率X9	-2.215	1.954	1.286	1	0.257	0.109
每股收益X10	-0.705	2.991	0.056	1	0.814	0.494
主营业务利润率X11	0.161	0.225	0.514	1	0.473	1.175
销售净利率X12	-0.452	0.304	2.204	1	0.138	0.637
总资产报酬率X13	0.258	0.456	0.319	1	0.572	1.294
总资产净利率X14	-0.093	0.615	0.023	1	0.880	0.911
营业收入增长率X15	0.002	0.019	0.017	1	0.898	1.002
净利润增长率X16	0.000	0.001	0.000	1	0.983	1.000
净资产增长率X17	-0.030	0.029	1.103	1	0.294	0.970
总资产增长率X18	0.040	0.033	1.512	1	0.219	1.041
常量	-2.182	3.440	0.402	1	0.526	0.113

根据Logistic回归分析结果得到Logistic回归分析财务危机预警模型:

$$P_{t-2} = \frac{e^{-2.182 - 1.961X1 - 0.165X2 + 3.465X3 + 0.059X4 - 0.031X5 - 2.215X9 - 0.705X10 + 0.161X11 - 0.452X12 + 0.258X13 - 0.093X14 + 0.002X15 - 0.03X17 + 0.04X18}}{1 + e^{-2.182 - 1.961X1 - 0.165X2 + 3.465X3 + 0.059X4 - 0.031X5 - 2.215X9 - 0.705X10 + 0.161X11 - 0.452X12 + 0.258X13 - 0.093X14 + 0.002X15 - 0.03X17 + 0.04X18}} \quad (6)$$

将建模组和检验组的原始指标数据代入模型得到P值,因为ST与非ST的选取是按照1:1的比例,所以这里我们选取0.5作为判别分割点,即:P>0.5代表ST公司,P<0.5代表非ST公司。判别结果如表10所示。

表 10 Logistic 回归分析判别结果

分 组	类 别	误拒错误	误受错误	准确率
建模组 88 个	ST(44)	6	0	88.64%
	非 ST(44)	0	4	
检验组 26 个	ST(13)	4	0	80.77%
	非 ST(13)	0	1	

比较表 7 和表 10 可以看出:针对 114 家制造业上市公司 t-2 年数据分别进行主成分分析和 Logistic 回归分析,就财务危机判断的准确率而言,Logistic 回归分析的准确率很高,而且明显高于主成分分析的准确率,说明构建的 Logistic 回归分析预警模型预测效果比较理想。

鉴于 ST 公司一般是由于前 2 年连续亏损,第 3 年被实施 ST 予以警示,前文只针对 t-2 年数据进行分析验证。为了进一步验证模型预测的效果,我们对 t-1 年和 t-3 年财务数据也分别采用主成分分析和 Logistic 回归分析建立模型并验证,具体做法和 t-2 年相同,分析验证结果如表 11。

表 11 主成分分析和 Logistic 回归分析预警模型效果

类别	t-1		t-2		t-3	
	主成分分析	Logistic 回归分析	主成分分析	Logistic 回归分析	主成分分析	Logistic 回归分析
建模组	80.77%	94.32%	67.05%	88.64%	71.59%	68.18%
检验组	81.82%	84.62%	61.54%	80.77%	80.77%	65.38%
综合	81.01%	92.11%	65.79%	86.84%	73.68%	67.54%

根据表 11 的结果可知,在主成分分析预警模型和 Logistic 回归分析预警模型对财务危机判断基本正确的前提下,虽然在 t-3 年 Logistic 回归分析预警模型的判别准确率低于主成分分析模型,但在 t-1 年、t-2 年内,Logistic 回归分析预警模型的预警精度都可保持在 85% 以上,且最高精度能够达到 92.11%,而主成分分析模型的准确度都在 82% 以下。因此,总体而言,Logistic 回归分析预警模型的预警准确率高于主成分分析模型。

此外,在研究样本范畴内,t-1 年和 t-2 年判别准确度明显高于 t-3 年,这说明本文所构建的制造业上市公司财务危机预警模型及预警指标体系具有时效性,即越接近财务危机时期的 t-1 年和 t-2 年的财务指标数据越能反映上市公司自身财务状况的恶化程度,但是也要重视对 t-3 年或以前年度模型正确率的验证。

## 五、结论和局限性分析

### (一) 研究结论

本文利用 Logistic 回归对制造业上市公司财务危机建立预警模型,针对企业出现财务危机前 3 年的财务数据进行分析,并与利用主成分建立的财务危机预警模型分析结果进行分析比较,发现 Logistic 回归分析法更加适用于制造业上市公司的财务危机预警,其准确率远高于主成分分析法。

企业可以利用此模型作为预防财务危机的一种方式,适

时观察、预测可能发生的财务危机,并及时调整财务战略和经营战略,做到防患于未然;投资者可以利用此模型预测企业未来财务状况趋势,为防范投资风险提供有益的参考;债权人则可以运用此模型判断借款和债权投资的安全性,决定是否是否为上市公司提供融资。

### (二) 研究的局限性

在样本选择上,本文局限于制造业上市企业,模型的实际应用范围还未能拓展到其他行业和未上市企业;在指标选取上,本文只选择了财务指标,未将非财务指标纳入财务危机预警模型之中,不能反映非财务指标对财务危机预警的影响;在选择主成分预警模型的判别分割点时,本文选择的是使判别错误最小化的值,没有详细分析并找到最优判别分割点,在一定程度上也会影响判断结果。这些局限在以后的研究之中会进一步改善。

### 主要参考文献:

Fitzpatrick P. J.. A comparison of ratios of successful industrial enterprise with those of failed firms[J]. Certified Public Accountant, 1932(10).

Beaver W. H.. Market price, financial ratios and the prediction of failure[J]. Journal of Accounting Research, 1968(2).

Sevim C., Oztekin A., Bali O. et al.. Developing an early warning system to predict currency crises[J]. European Journal of Operational Research, 2014(3).

Tennant D.. Factors impacting on whether and how businesses respond to early warning signs of financial and economic turmoil: Jamaican firms in the global crisis[J]. Journal of Economics and Business, 2011(5).

Koyuncugil S., Ozgulbas N.. Financial early warning system model and data mining application for risk detection[J]. Expert Systems with Applications, 2012(6).

于文华, 岳焱. 制造业上市公司财务危机预警指标预处理研究[J]. 浙江金融, 2011(4).

何妮. 制造业上市公司财务危机预警比较与分析——基于金融危机前后的数据[D]. 成都: 西南财经大学, 2013.

刘静. 我国制造业企业财务危机预警相关问题研究[D]. 太原: 山西财经大学, 2012.

王世兰. 基于神经网络的中国上市公司财务危机预警研究[D]. 成都: 西南财经大学, 2011.

张健. 基于 EVA 的农业上市公司财务危机预警实证研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.

王君萍, 白琼琼. 我国能源上市企业财务危机预警研究[J]. 经济问题, 2015(1).

作者单位: 1. 山东理工大学商学院, 山东淄博 255012; 2. 中国航天系统科学与工程研究院, 北京 100048