

基于 Logistic 回归法的企业财务风险预警模型构建

李长山

(吉林工商学院 会计学院, 长春 130507)

摘要:在企业运营过程中,其财务风险预警模型的构建十分重要,同时对管理者的管理方针以及财务工作人员具有重要影响力。因此,文章选取的样本为制造业上市公司,在总结以往预警模型构建的基础上,运用 Logistic 回归法构建企业财务风险预警模型,并分析其判别效果。结果表明,上市公司通过建立预警模型能够有效防范财务风险。

关键词:Logistic 回归;财务风险;预警模型

中图分类号:F270

文献标识码:A

文章编号:1002-6487(2018)06-0185-04

0 引言

财务风险预警系统有三种重要的功能,分别是:(1)提前预知风险。在企业的财务情况出现危机之前必须要收集企业的经营情况和经营报告,对两者进行比较得出最好的方法,才能在财务出现预警之前减轻或者避免风险对财务带来的损失。(2)提前控制风险。当财务出现危机的时候也不用担心,及时分析财务的资料,要找到根源才能阻止财务风险进一步扩大,才能找到合适的方法进行预防,从而避免发生严重的财务风险。(3)提前防范风险。财务风险发生的原因、解决财务风险的措施以及处理财务风险的结果是通过定量和定性分析得出的,企业财务管理和经营中的不足可以通过制定新的财务活动来改善,从而消除隐患。

国外的学者对企业财务风险预警的研究比较深入。如等 Altman 等(2016)^[1]早就对美国的企业破产进行了预测,不过只能通过多元判别分析的方法进行预测。Ohlson 等(2015)^[2]学者采用 Logistic 回归法对企业的财务风险构建了预警模型,并对样本公司的破产概率进行了分析。Logistic 回归模型并没有对变量分布提出具体的要求,而且在回归时预测了概率值,实用性较好。Aguilera 等(2016)^[3]研究了 Logistic 回归和主成分的分析。不过因为主成分的分析比较难解释,所以模型的建立才会涉及技术学习。Hernandez 等(2009)^[4]提出了能够保留最优子集优点的方法,那就是 LASSO 方法,使用这种方法可以同时运行变量选择和参数估计。

而在国内,相关的研究也很多。如赵健梅等(2014)^[5]就对公司的财务风险预警进行了实证研究。鲜文铎等(2015)^[6]通过 Logistic 模型对上市的公司进行了预测。邓

晶等(2015)^[7]则对上市公司的信用风险进行了预测,通过因子的分析和 Logistic 模型的结合得出结果。王小燕等(2015)^[8]对信用评分模型进行了研究实证。

财务指标以及样本选取都会对财务风险预警模型产生限制作用。财务指标的选择会因模型的不同而有所侧重,从而忽略财务指标受其他方面的影响,另外,财务风险预警模型的适用性也受不同行业的影响。因此,本文选取的财务指标主要来源于“中国上市公司财务指标分析数据库”,采用 Logistic 回归法构建企业财务预警模型具有较强的指导作用。

1 Logistic 回归法的逻辑回归与指标选择

1.1 Logistic 回归法

本文中的模型是通过概率高的逻辑回归进行创建的。因变量是线性回归中的基本设立,所以该模型中包含了定性变量。假设 Y 值有两个可能性,分别是 0 和 1,其中 0 代表的是企业的财务风险,1 代表的是企业的财务状况。线性模型 $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$ 在这种情况下是不符合其假设的,不过 Y_i 是 0 和 1 的分布,所以其均值在模型中具有特殊的含义,比如:

$$P = (Y_i = 1) = \pi_i, P = (Y_i = 0) = 1 - \pi_i$$

由此可以得出 Y 值:

$$E(Y_i) = 1 \times \pi_i + 0 \times (1 - \pi_i) = \pi_i$$

上式中的 π_i 值代表概率值,符合基本设立的线性回归,所以这里可以用线性模型进行拟合,不过最好使用多维逻辑回归模型,如果使用线性模型会产生一系列的影响因素。根据原理得出以下公式:

$$P_i = f(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_n X_{in})$$

基金项目:国家社会科学基金资助项目(15BJL030);教育部人文社会科学基金资助项目(16YJC790053);吉林省教育厅课题(jjk201462);吉林省哲学社会科学规划领导小组办公室课题(2011B364)

作者简介:李长山(1970—),男,吉林榆树人,教授,研究方向:会计理论。

其中, $f = \frac{ex}{1+ex}$ 。

可以将 Y_i 用另一种方式来表达:

$$P(Y_i) = \pi_i y_i (1 - \pi_i)^{1 - y_i}$$

对似然函数选用最大似函数法得出的对数有:

$$LnL = \sum_{i=1}^n y_i \ln \pi_i + (1 - y_i) \ln (1 - \pi_i)$$

$$\pi_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_n X_{in}) \Lambda +$$

$$\exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_n X_{in})$$

代入上式,得出下列方程式:

$$LnL = \sum_{i=1}^n y_i (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \cdots + \beta_n X_{in}) - \ln [1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_n X_{in})]$$

在此方程式中要想使其导数为0,就要运用最大似然估计值求回归系数中的变量,若其导数不是0,似然数就取最大数值。

1.2 指标选择

企业的财务风险危机通常是长期形成的,因而在选取采取预警指标时应当选取2015—2016年近两年的指标,这样能更明确地分析财务风险产生的原因。本文的样本数据来源于“中国上市公司财务指标分析数据库”,本主要为23家2016年制造业上市企业的数据指标,与之对应地抽取了30家2016年非上市公司的年报指标、分组检验指标,并对相关指标进行筛选。

初步筛选上市公司的数据指标发现,可持续增长率这一指标在不同上市公司中并不存在。本文经过检验相关财务指标发现,资产净利率、销售费用率、净资产收益率和财务费用率反映盈利的能力;流动和速动比率反映短期偿债的能力;股东权益相对年初增长率、营业收入增长率反映其成长性;应收账款周转率、存货周转率反映运营的能力;流动负债比重与流动负债占总资产的比重反映长期偿债的能力,考虑到其常见性和实用性,不能将其加入到模型的构建中。可以将有财务风险的公司和没有财务风险的公司分为两组进行检验,看其均值是否相同,如果Sig比较小则该指标可以保留下来。

在检验中如何判定其方差是否一样,如果第一列的Sig值比0.15大就说明方差是一样的,相反就说明不一样。因此先对第一列中的Sig值进行判断,而判断其差异是否明显则是判断第二列中的Sig值,如Sig值比较小且变量的系数不是0,那么差异就会很明显,所以要先对其进行多重共线性判断才能构建逻辑回归模型,方差扩大因子法和特征根条件法法是构建逻辑回归模型的主要方法。将 $X_i = 1/(1-R_i)(1+R_i)$ 定义为方差扩大因子,用 R_i 和 X_i 分别代表自变量和自变量的决定系数。矩阵之间的各个特征根之积就等于矩阵的行列式,而特征根条件法就是来自于矩阵。特征根是根据行列式的变化而变化的,只要有一个特征根等于0,必定会存在多重共线性。将 $K_i = \frac{\lambda_m}{\lambda_i}$ 定义为条件数,其中用 λ_m 代表特征根的最大值,用 K_i 代表特征

根,用 λ_i 代表条件数。判断矩阵的特征根消散程度和多重共线性可以用条件数来判断。通常情况下,K值在[0,10]范围内时,矩阵不存在共线性;当K值在(10,100]范围时,矩阵的共线性较强;若K值大于100时,矩阵的共线性则比较严重。

1.3 逻辑回归

通过相关软件对三变量进行逻辑回归,得出结果如表1所示。

表1 变量的逻辑回归结果

	B	S.E.	Wald	df	Sig	Exp
净资产收益率(平均)	-0.457	0.211	4.740	2	0.031	0.635
股东权益增长率	-0.34	0.117	0.095	2	0.773	0.968
流动负债比率	0.061	0.036	2.878	2	0.091	1.063
常数	-2.747	1.737	2.504	2	0.115	0.065

从表1中可以看,出sig值比wald统计量检验更加明显,因为不能使用假设,故取Sig值最小化。在Sig值下的股东权益增长率很明显但是变量不明显,因此可以将其删除。对删除后剩下的变量再进行逻辑回归如表2所示。

表2 变量第二次逻辑回归结果

	B	S.E.	Wald	df	Sig	Exp(B)
净资产收益率(平均)	-0.495	0.186	7.171	2	0.008	0.611
流动负债比率	0.062	0.036	3.001	2	0.004	1.064
常数	-2.760	1.713	2.588	2	0.109	0.065

从表2中,可以得出方程式 $p = \exp(-2.753 - 0.494X_1 + 0.061X_2) / 1 + \exp(-2.753 - 0.494X_1 + 0.061X_2)$,净资产收益率(平均)用方程式中的 X_1 代表,流动负债比率用 X_2 代表。将0.5作为财务风险临界值,若该值大于0.5则说明具有财务风险。以此数值对比几家正常经营的企业发现正确率为100%,但该模型仍存在许多不足。若以0.5作为比较值,两家企业的p值分别为0.52、0.48,此情况下并不能对企业的财务状况进行判断。例如,企业所在行业的地位和公司发展的产业中的变量并未涉及到构建的模型,就不能说明企业的财务情况和发展情况,因为数据不全面。

2 实证分析

2.1 Wilcoxon 秩检验

本文选取了23家上市企业以及30家非上市企业的财务数据为研究对象进行Wilcoxon秩检验,通过Wilcoxon秩检验可以得出Wilcoxon秩检验结果如下页表3所示。

2.2 因子分析

通过少数的潜在因子将预测的多个指标与潜在因子的线性结合起来被称为因子分析。将财务比率的指标进行因子提取主要是为了克服变量之间的共线性又要保留财务比率变量的信息。先对KMO进行检验,检验的结果得出文中所选取的财务比率变量是适合做因子分析的,通过下页表4可以知道6个主因子的方差贡献率等于82.278%。

通过对因子相关矩阵的总结和归纳得出下列主因子

分析法,如表5所示。

表3 Wilcoxon秩检验结果

检验统计量	U统计量	W统计量	Z值	Sig值
X ₁₀ (流动资产比率)	271	1756	-0.473	0.638
X ₁₁ (有息负债率)	271	337	-0.473	0.638
X ₁₂ (固定资产比率)	290	356	-0.15	0.890
X ₁₃ (流动负债比率)	259.6	1744.6	-0.657	0.513
X ₁₄ (应收账款与收入比)	247	1732	-0.893	0.373
X ₁₅ (应收账款周转率)	247	313	-0.893	0.373
X ₁₇ (存货周转率)	242	308	-0.99	0.373
X ₁₈ (应付账款周转率)	202	268	-1.69	0.094
X ₁₉ (营运资金周转率)	233	299	-1.138	0.256
X ₂₀ (流动资产与收入比)	205	1690	-1.628	0.105
X ₂₁ (流动资产周转率)	205	271	-1.628	0.105
X ₂₂ (固定资产与收入比)	254	1739	-0.78	0.442
X ₂₃ (固定资产周转率)	254	320	-0.78	0.442
X ₂₄ (长期资产周转率)	278	344	-0.36	0.727
X ₂₅ (总资产周转率)	239	305	-1.033	0.303
X ₃₄ (管理费用率)	204	1689	-1.646	0.2
X ₄₅ (销售收到现金比率)	197	1682	-1.768	0.078
X ₄₈ (每股经营活动现金净流量)	204	270	-1.646	0.2
X ₄₉ (每股营业收入)	257	323	-0.718	0.474
X ₅₂ (每股盈余公积)	212	278	-1.506	0.133

表4 主因子的特征值和方差贡献率

主因子	相关矩阵			旋转后的相关矩阵		
	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	13.670	41.423	41.423	8.010	24.271	24.271
2	5.657	17.139	58.562	7.570	22.939	47.209
3	2.968	8.992	67.552	4.664	14.131	61.340
4	2.244	6.797	74.349	2.849	8.631	69.970
5	1.390	4.210	78.558	2.532	7.670	77.639
6	1.228	3.721	82.278	1.532	4.639	82.278
7	1.130	3.421	85.698			

表5 主因子分析表

因子	较大载荷变量	意义
F ₁	X ₁ (流动比率)、X ₂ (速动比率)、X ₃ (现金流量比率)、X ₄ (营运资产比率)、X ₅ (营运资产占资产总额比)、X ₆ (资产负债率)、X ₇ (权益对负债比率)、X ₈ (所有者权益比率)、X ₉ (长期资产适合率)、X ₁₀ (财务费用率)、X ₁₁ (现金流量比率)、X ₁₂ (债务保障率)	债务状况
F ₂	X ₁₃ (营业利润率)、X ₁₄ (营业毛利率)、X ₁₅ (销售净利率)、X ₁₆ (资产报酬率A)、X ₁₇ (流动资产净利润率A)、X ₁₈ (固定资产净利润率A)、X ₁₉ (投入资本回报率)、X ₂₀ (营业成本率)、X ₂₁ (每股股利)、X ₂₂ (每股息税前利润)	获利状况
F ₃	X ₂₃ (资本保值增值率A)、X ₂₄ (资本积累率A)、X ₂₅ (每股净资产)、X ₂₆ (每股留存收益)	权益增值能力
F ₄	X ₂₇ (营业收入现金比率)、X ₂₈ (全部资产现金回收率)、X ₂₉ (存货与收入比)	资金周转能力
F ₅	X ₃₀ (市净率)、X ₃₁ (市销率)	股东获利能力
F ₆	X ₃₂ (固定资产增长率A)、X ₃₃ (总资产增长率A)	资产增值能力

从表5中可以看出,因子F₁与以下12个不同指标之间有关联,分别是X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₆、X₇、X₈、X₉、X₁₀、X₁₁、X₁₂,以此可以将他们归为一类。从其意义上看,公司的债务情况可以用F₁来表示;企业的获利情况可以用F₂来表示,企业的权益增值能力可以用F₃来表示;企业的资金周转能力可以用F₄来表示;企业的股东获利能力可以用F₅来表示;

企业的资产增值能力可以用F₆来表示。

2.3 回归模型预测检验与结果

2.3.1 模型回归

本文选取的财务困境企业和非财务困境企业用数据0和1来表示,通过因子分析中得出的几个主因子和Logistic回归模型可以得到以下的模型拟合优度检验结果。其中Loglikelihood的似然值为7.612,Cox&Snell的统计量为0.548,Nagelkerke的统计量为0.917,这说明该模型的效果非常好。

因为本文模型中的因子F₄、F₅、F₆表现不明显,所以只选取了F₁、F₂、F₃三个因子对其做出了估计系数以及统计量(见表6)。当主因子变量的系数在企业财务困境预警系统中为正数时,说明主因子的P值增大其F值就会增大,而F值代表的财务情况也会增大;当主因子变量的系数中哪个系数最大,说明那个系数代表的企业获利状况是最好的,那么该企业的财务状况也就越好。所以只有增加企业的获利能力才能让企业摆脱财务危机。

举例进一步分析企业的财务比率和困境之间的关系,用F₁代表债务状况的主因子,其是受现金流量比率、权益负债比率、流动比率和债务保障率的影响而变化的,说明这些比率提高F₁就会增加,同时P值就会跟着增大,那么企业的财务陷入困境的几率就会越少。相反,其也受财务费用率和资产负债率的影响而变化,说明F₁是随着这两个比率的减少而增加的,其增加了P值才会增大。

表6 最终模型的估计系数及其统计量

变量	系数	标准误	Wald	df	Sig	Exp(B)
		S.E.	统计量			
F ₁	1.459	0.874	2.791	2	0.096	4.297
F ₂	11.599	5.662	4.198	2	0.041	108828.863
F ₃	1.163	0.629	3.431	2	0.065	3.198
常数	6.925	3.003	5.321	2	0.022	

从而得出了以下的回归模型:

$$P_i = F(Y_i) = 1 / (1 + e^{-Y_i}) = e^{Y_i} / (1 + e^{Y_i})$$

其中, $Y_i = 6.924 + 1.148F_1 + 11.598F_2 + 1.162F_3$ 。

$$F_1 = 0.183X_1 + 0.167X_2 + 0.164X_3 + 0.063X_4 + 0.095X_5 - 0.064X_6 + 0.175X_7 + 0.064X_8 + 0.061X_9 - 0.056X_{10} + 0.091X_{11} + 0.103X_{12}$$

$$F_2 = 0.183X_{13} + 0.017X_{14} + 0.172X_{15} + 0.092X_{16} + 0.101X_{17} + 0.064X_{18} + 0.093X_{19} - 0.169X_{20} + 0.055X_{21} + 0.078X_{22}$$

$$F_3 = 0.248X_{23} + 0.248X_{24} + 0.269X_{25} + 0.171X_{26}$$

此回归模型中主要有三个因子,依次是F₁、F₂、F₃,而这三个因子分别代表了不同的情况:F₁表示的是企业中的债务情况;F₂代表的是企业的获利情况;F₃代表的是企业的权益增长能力。

2.3.2 最终模型的预测结果

通过上面Logistic回归模型得出的结果,对不同企业进行判定,用0.5作为临界值,如果0.5比P值小,就判定为正常的企业,反之就判定为财务困境企业。该模型的预测效果如下页表7所示。

表 7 预测效果判定

	困境企业	正常企业	预测准确率(%)
困境企业	11	2	91
正常企业	1	52	100
总体预测准确率			98.6

从表 7 可知,其总体预测的准确率在 98.6%,说明预测的结果与本文所选取的企业债务状况、权益增值能力以及获利状况是有关的。

3 结论

本文通过明显的指标体系对财务风险进行主成分分析,并且搜集了正常企业 and 非正常企业的财务数据创建了 Logistic 回归法财务预警模型,该模型能使企业所有者第一时间意识到财务的风险和危机。

本文通过 Wilcoxon 秩检验对不同企业的财务进行了比较,选出了几个财务状况比较好的企业进行分析,建立了 Logistic 回归模型,从而获取了准确性比较高的企业财务困境预警系统。主要有以下几个结论:

(1)主因子变量的系数中哪个系数最大,说明那个系数代表的企业获利状况是最好的,那么该企业的财务状况也就越好。所以只有增加企业的获利能力才能让企业摆脱财务危机。

(2)用 X_1 代表流动比率, X_2 代表速动比率, X_3 代表现金流量比率, X_4 代表权益负债比率,将这些系数作比较可以发现其对 F_1 的影响是非常大的,所以要对判定财务的指标特别重视。

(3)通过上面的统计分析得出的主因子和财务指标以

及 Logistic 回归模型,创建了企业财务预警系统,该系统的准确率非常高。由此可知,可以通过财务困境预警系统知道该企业是否会陷入财务困境,从而解决问题。

参考文献:

- [1]Mousavi Shiri S M, Tabarestani M R. The Ability of a Model Based on Logistic Regression in Prediction of Financial Distress and Effectiveness of Efficiency Score in Improving the Model[J]. Circulation, 2016, 122(14).
- [2]Li H, Wang Y, Zhao P, et al. Cutting Tool Operational Reliability Prediction Based on Acoustic Emission and Logistic Regression Model [J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2015, 26(5).
- [3]Balasch S, Romero R, Ferrer A. A Logistic Regression Model Applied to Evaluate the Influence of Operating Time of AgI Ground Acetonic Generators on the Size and Hardness of Hail[J]. Natural Hazards, 2016, 32(3).
- [4]Hernandez D J, Han M , Humphreys E B, et al. Predicting the Outcome of Prostate Biopsy: Comparison of a Novel Logistic Regression-based Model, the Prostate Cancer Risk Calculator, and Prostate-specific Antigen Level Alone[J]. Bju International, 2009, 103(5).
- [5]赵健梅,徐晶,张国平,张芳华等. 基于 Logistic 回归的区域地质灾害综合气象预警模型[J]. 气象, 2014, 33(12).
- [6]鲜文铎,杨蓬勃,张成虎,张湘. 基于 Logistic 回归分析的上市公司信贷违约概率预测模型研究[J]. 经济经纬, 2015,(2).
- [7]邓晶,刘先伟,陶萍. 基于 Logistic 回归模型的建材业上市公司财务预警研究[J]. 工程管理学报, 2015, 25(4).
- [8]王小燕,张立军,刘菊红,刘丹. 上市公司财务危机预警的 Logistic 回归分析[J]. 南昌大学学报:理科版, 2015, 31(3).

(责任编辑/易永生)