

基于马尔可夫分析法的企业应收账款管理

沈 煜

上海对外经贸大学, 中国·上海 201620

【摘 要】企业一般都存在日常活动所产生的应收账款, 应收账款的预计可收回情况是企业非常重要的对外指标之一。企业自身往往也会十分关注应收账款的金额, 账龄, 预期信用损失率, 坏账准备等各方面的信息。而马尔可夫分析法则是基于随机变量的现时变化情况来预测这些变量未来变化情况的一种方法。本文基于这一数学方法, 将企业的应收账款的平均变化情况作为该随机变量的现时变化情况, 结合真实的企业数据, 来对企业坏账情况进行分析预测, 以提供给企业加强应收账款管理的新视角。

【关键词】马尔可夫分析法; 应收账款; 转移概率

Enterprise Accounts Receivable Management Based on Markov Analysis

Shen Yu

Shanghai University of International Business and Economics china 201620

[Abstract]Enterprises generally have accounts receivable generated by daily activities, and the expected recoverability of accounts receivable is one of the most important external indicators of enterprises. Enterprises themselves are often very concerned about the amount of accounts receivable, the age of it, the expected credit loss rate, bad debt provision and other aspects of information. Markov's analysis is a method of predicting future changes in random variables based on their current changes. Based on this mathematical method, this paper takes the average change of the enterprise's accounts receivable as the current change of the random variable, and combines the real enterprise data to analyze and predict the bad debts of the enterprise, so as to provide a new perspective for enterprises to strengthen the management of accounts receivable.

[Keywords]Markov analysis Accounts receivable Transfer probability

1 马尔可夫分析法

1.1 马尔可夫分析法是由俄国数学家Markov发现并完善, 他提出第N次试验的结果往往与第N-1次显著相关。

马尔可夫最初通过假定各次转移过程中的转移概率无后效性, 用以对物理学中的布朗运动作出数学描述。在之后, 随着一代代的数学家针对这一分析方法的不断改进, 马尔可夫分析方法也变得不断完善, 可使用的领域也变得广泛。该方法主要用以对随机事件的未来发展趋势进行预测, 并且其预测的基础为该随机变量目前的状态与动向。马尔可夫分析法目前被广泛地运用于许多领域, 比如生命科学, 工程技术, 成本分配, 费用估价等。在商业领域, 企业往往将马尔可夫分析法运用在企业战略方面以进行风险管理, 对比企业的应收账款收回风险, 这是一种十分具有参考价值的定性兼具定量的分析手段。

马尔可夫分析法的主要内涵在于无后效性, 即如果在某个阶段上过程的状态已知, 则该阶段以后过程的趋势将只和其当下的状态有关, 而与过去的决策, 变化到此阶段之前所经历的任何阶段都不再相关。如果系统符合这样的条件, 则称其具有无后效性, 也就是马尔可夫性。在使用马尔可夫分析法进行建模之前都需要符合这一假设, 而相对的, 对于具有完善的预算体制与严格的应收账款管理机制的企业, 其应收账款数据会更具有应用价值与研究意义。

1.2 马尔可夫过程及系统

在马尔可夫分析中, 需要解释几个基本的概念。首先是状态, 就是指某种事件在某个或某段时间出现的某种结果。一般而言, 随着事件及分析内容的不同, 状态可以有不同的划分方式。

例如, 在人口分析中, 有幼年、青年、中年、老年等状态; 在天气状况的分析中, 有晴、阴、雨、雪等状态; 等等。在本文进行的应收账款的分析中, 可以根据账龄的状态来进行划分, 当然也可以通过其他的定性指标作为分析的基础。在事件的发展过程中, 从一种状态转变为另一种状态, 就称为状态转移。从一个事件状态转移为另一种事件状态的概率, 则被称为转移概率。例如本文的分析中, 账龄为一年以内的贷款转移至账龄为一年到两年的概率就是这一事件的转移概率。事件的发展, 随着时间的变化而变化所作的状态转移, 或者说状态转移与时间的关系, 就称为状态转移过程。

运用马尔可夫分析法除了系统需要具有马尔可夫性, 还需要同时符合另外两个条件, 就是系统具有时间上的可离散性, 即该系统可以在时间上被分为有限个状态。以及, 当在系统内, 由一个状态转移为另一个状态的概率是随机的, 也就是随机性。基于以上的这些性质, 所有的转移概率都可以被收集为一个矩阵从而成为一种时间上离散的随机转移系统过程, 并且其状态变化只与现在的状态相关而与过去的状态无关, 这就是马尔可夫过程, 而多个马尔可夫过程的整体又被称为马尔可夫链。

马尔可夫系统也可以被理解为一种不断完善的大数据机制, 这个系统会随着样本量的不断增大而变得精度更高。在这一系统之中, 加入它还可以转换为其他状态, 则称其为一种瞬态。按照一般企业的账龄划分, 账龄小于一年, 账龄一年到两年等等都属于一种瞬态, 其最终都会转入两类状态已被收回或者无法收回。这两种状态被称为吸收态, 即如果只有当这笔应收账款已经被收回或者确认无法收回的时候, 才会成为吸收态, 它

无法再转化为其他的状态。根据这些状态划分,从而可以得到马尔可夫过程的转移概率矩阵,类似到应收账款判断中可以理解为各个账龄阶段之间的迁徙率,再根据以往的迁徙率去进行推算。

1.3 马尔可夫分析法与应收账款

近几年,国际上及我国的金融工具企业会计准则经历了多次调整。最近一次的大调整,由已发生损失法改为了预期信用损失法,原因在于已发生损失法无法体现预期性,使得数据不够可信。可见,报表使用者对于企业的未来现金流越来越重视与关注,而其实金融企业则更加需要关注这一点。

应收账款的系统具备马尔可夫分析法所需要的三点性质。首先其时间上一般由账龄划分,企业一般按照一年以内,一年至两年,两年至三年以及三年以上的账龄进行划分。其次,由于客户行为的不可预测性,有些企业会根据预期损失概率进行分级管理,但是某种程度上这只是对于每笔单体应收账款的个别认定,尽管会有审计数,但是其主观因素还是相对较大,客观而言系统内状态的转移依旧是由客户决定而随机的。最后是无后效性假设,前文已经提及。

由于应收账款坏账所具有的特殊性质,既往已经有一些学者针对这个话题进行了研究。不过,已有的研究主要着眼于马尔可夫模型的运用而非实际应用价值,因此都简化了应收账款的账龄模型与数据。而本文基于某企业的真实数据进行分析运算,旨在给更多企业提出一种可以运用并且具有参考价值的应收账款内部分析方法。

2 马尔可夫分析法运用

2.1 应收账款状况

本文以某上市公司A企业的应收账款数据为例对本文的主要论点加以佐证。所用到的A企业应收账款数据共计五年,包含2016至2020五个会计年度,为协助马尔可夫分析的时间上的序列性,以第一至五年表示。A企业应收账款的金额及账龄数据来源于企业的年报披露以及企业应收账款明细,由于涉及到少量内部数据,已对数据进行脱敏处理。其中第五年数据为计算的基准推算第六年的可收回坏账,前四年中的数据的转移概率的平均值作为简化的转移概率矩阵。此处使用前四年的数据作为转化概率的表现形式并不违背马尔可夫转移分析法无后效性的要求,而是需要经验数据去推演接下来的趋势,使用多年数据则可以将其尽可能接近准确的经验数据。如果使用的以往年数更多,则会更接近经验数据,也就会使测算结果更加精确。

表一: A企业近五年应收账款账龄及金额(人民币:万元)

账龄	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	计提坏账比例
小于一年	210.20	234.80	545.94	521.04	486.00	5%
一年到两年	55.85	51.14	76.07	116.96	280.58	10%
两年到三年	38.91	30.96	18.25	34.87	33.50	30%
三年以上	69.45	90.90	100.04	104.93	107.71	100%
合计	374.41	407.80	740.30	777.80	907.79	/

注:数据来源:A企业年度报告

表一为A企业五年的账龄及金额情况,同时可以看到,该企业对于账龄时间不同的应收账款计提的坏账的比例,基于此可以进行马尔可夫模型的初步构建,也是马尔可夫分析的第一步,根据时间离散性划分系统中的不同状态。以每年为单位建立应收账款的五种不同状态。

状态1(s1):已收回所有款项。

状态2(s2):账龄时间超过三年,全额转为坏账。

状态3(s3):账龄时间不足一年。

状态4(s4):账龄时间超过一年,不足两年。

状态5(s5):账龄时间超过两年,不足三年。

其中,状态1、2为吸收态,3、4、5为瞬态。由此,应收账款的状态空间为

$S(s1, s2, s3, s4, s5)$ 。

以 $S(i)$ 表示第 i 年的状态向量。例如第一种吸收状态,基准期收回款项概率为

$S(1)=(0.26, 0.10, 0.38, 0.22, 0.03)$ 。

2.2 根据历年数据计算转移概率矩阵

转移概率矩阵是通过过去几年中的应收账款在五大状态中的互相转移的情况与概率数值,得到的马尔可夫分析中的核心矩阵,显示的是由经验数据所得的平均转移状态数值。其中s1、s2状态可以认为不再会转移成为其他状态,即认定为吸收态。因此s1行的状态向量为(1, 0, 0, 0, 0);s2行的状态向量为(0, 1, 0, 0, 0)。其余的,由于企业应收账款计算间隔都为一年以上,也就是说第一年属于s3状态的账款只可能转移为次年的s4或是s1,s4状态的账款只有可能转为次年的s5或是s1,s5状态的账款只有可能转为次年的s2或是s1。所有账款依次进入两种吸收态。由此,可以根据上述的账龄数据计算得出转移概率表,由于五年的数据只存在四个转移周期,因此本文的平均转移概率为四个转移周期的平均概率。

表二: A企业五年中各阶段应收账款转移概率

	第一年到第二年	第二年到第三年	第三年到第四年	第四年到第五年	平均转移概率
s3转s1	0.76	0.68	0.79	0.46	0.67
s3转s4	0.24	0.32	0.21	0.54	0.33
s4转s1	0.55	0.36	0.46	0.29	0.41
s4转s5	0.45	0.64	0.54	0.71	0.59
s5转s1	0.45	0.70	0.73	0.92	0.70
s5转s2	0.55	0.30	0.27	0.08	0.30

3 马尔可夫分析计算过程

根据表二中的平均转移概率数据,可以列出各种状态之间的转换表,下表每个单元格表示由纵列状态转移为横列状态的概率,由于每个状态间的间隔都为一年,而数据为每年度计量,因此每个表示状态不转换的单元格都用“/”表示不存在这种情况。

表三: 应收账款各阶段间转移概率

由纵项转换横项	s1	s2	s3	s4	s5
s1	/	0	0	0	0
s2	0	/	0	0	0
s3	0.67	0	/	0.33	0
s4	0.41	0	0	/	0.59
s5	0.70	0.30	0	0	/

$$\text{由表三, 转移概率矩阵为 } P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.67 & 0 & 0 & 0.33 & 0 \\ 0.41 & 0 & 0 & 0 & 0.59 \\ 0.70 & 0.30 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

获得转移概率矩阵之后需要根据瞬态和吸收态的数量将概率矩阵标准化。在本例中, P 矩阵可以被拆分为四个矩阵。根据吸收态的数量 2, 得到一个 2×2 阶 E 单位矩阵 $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$; 根据瞬态

数量 3, 可以拆分 Q 矩阵 $\begin{pmatrix} 0 & 0.33 & 0 \\ 0 & 0 & 0.59 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$; 0 矩阵为 32 阶零矩

阵, 表示瞬态与吸收态不相关部分; R 矩阵为 23 阶矩阵, 表示瞬态与吸收态间关系 $\begin{pmatrix} 0.67 & 0 \\ 0.41 & 0 \\ 0.70 & 0.30 \end{pmatrix}$ 。

$$\text{基于上述, 可以计算基本矩阵 } F = (E - Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0.33 & 0.19 \\ 0 & 1 & 0.59 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

基本矩阵表示了各个瞬态进入吸收态的平均概率。

将基本矩阵与代表瞬态与吸收态关系的矩阵相乘可以计算代表坏账概率的矩阵,

$$\text{即 } M = FR = \begin{pmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0.82 & 0.18 \\ 0.7 & 0.3 \end{pmatrix}, \quad M \text{ 矩阵表示目前应收账款中账}$$

龄小于一年的有 0.06 概率坏账, 一年到两年的有 0.18 概率坏账, 两年到三年的有 0.3 概率坏账。

再根据第五年基准期的应收账款金额可以计算各瞬态的总回收金额:

$$(486 \quad 280.5 \quad 33.5) \times \begin{pmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0.82 & 0.18 \\ 0.7 & 0.3 \end{pmatrix} = (710.32 \quad 89.71)$$

结果显示第六年中可以收回的应收账款为 710.32 万元, 而预计坏账为 89.71 万元。根据前文的企业应收账款状况表, 如果按照企业自己的计提比例预估的坏账为 62.41 万元, 结果相对而言更乐观。可是根据该企业在第六年的实际情况对比, 事实上企业坏账在第三季度的时候就已经超过了 62.41 万元, 可见在本例中马尔可夫分析的结果相对更加谨慎和准确。

经过上述基于企业实际应收账款数据的测算, 可以看到基于马尔可夫分析法的测算结果相对于目前符合准则要求的测算值更接近真实的坏账情况。对于与 A 企业类似的应收账款金额较大并且处于稳定经营中的企业。建立马尔可夫链, 利用马尔可夫分析法相较于准则要求更能分析出符合企业风险预期的数值, 对于企业进行后续年度的应收账款管理具有很高的指导意义。此外, 使用马尔可夫分析法的手动计算看似复杂, 事实上对于内控良好的企业而言, 调取企业的应收账款数据并且利用某种统一的算法进行类似流程的数据处理并不困难, 具有一定的可操作性。对于金融企业尤其例如银行而言, 马尔可夫分析法进行测算也适用帮助银行进行坏账的预估, 并且由于银行的应收款项往往时间延展性更长, 其测算也会更加准确。总而言之, 虽然主流下马尔可夫分析法不会取代准则要求, 但是对于具有一定特质的企业而

言, 这种测算方法可以成为企业财务管理的一环。

4 马尔可夫分析法实务中的优势

根据上述案例的计算结果, 可以分析马尔可夫分析方法相比之下具有一些优势。这种方法符合目前预期信用损失的要求, 并且相比较与企业自身进行预期与判断的偏主观的决策方式, 根据企业的既往数据进行定量分析, 其实更加具有客观性。对于关注这部分数据的利益相关者而言, 这个数据某种程度上的可信性十分地高。因为根据马尔可夫分析方法计算地数据可以纵向对比, 体现企业对于应收账款的管理能力与重视程度, 假如坏账率出现明显的波动的话, 可以进而调查企业的应收账款的形成方式, 甚至可以作为一种审计视角的指标。总而言之, 经由马尔可夫分析法计算的数据具有很大程度上的参考价值。

但是, 马尔可夫分析法计算应收账款的手段也具有一定的局限性。首先是成本问题, 经过本文的计算过程可以发现, 这一方法的计算流程相对而言比较复杂, 数字的含义也不是十分简单易懂。如果实际运用的话会需要企业创建一个数据库, 其中需要收录尽可能多的应收账款转移数据, 才可以使该方法的计算数据合理度提高。第二个问题在于适用性, 对于初创企业而言, 这种方法不具有可行性。第三个问题在于内外部环境的变化会导致企业需要重新进行数据的管理。例如, 假如企业在本年度出现较大的订单, 该笔大订单占到了本年应收账款的 30%, 那么就会导致马尔可夫分析法不可用或者精度大幅下降。外部来看, 收入准则的变化会导致企业的应收账款的认定出现变化, 以及类似新冠疫情可能导致的回款问题都会导致马尔可夫分析法出现问题。

5 结论建议

如何进行应收账款的管理, 一直是实务界与学界所关注的重要问题。如今的企业之间的交易活动以赊销为主。应收账款很大程度上关系到企业的资金周转能力。企业自身对于其长期的, 短期的应收账款的管理都十分重要。而马尔可夫分析法作为一个管理的思路, 对企业进行更精确的应收账款估计有着重要的价值。虽然本文着重分析账龄较长的应收账款的计算, 但是对于一年内周转的应收账款马尔可夫分析法也可以适用。

针对企业自身而言, 只是能够进行精确的估计当然不是应收账款管理的全部。企业的应收账款管理与企业的内部控制挂钩。对于金融企业而言, 如何建立完善的信用机制, 在贷款前期进行有效的尽职调查, 担保抵押活动是否手续齐全, 贷款中期随时回访, 确保贷款人没有将专用贷款挪用, 贷款后期如果出现无法还款或者延期还款, 是否有采取进一步的措施, 及时起诉。对于非金融企业而言, 是否能够有完整的凭证保障等等都是可以加强企业对于应收账款控制的手段。

参考文献:

- [1] 辛玲. 马尔可夫分析法在应收账款管理中的运用[J]. 中国管理信息化, 2010, 13(09): 33-34.
- [2] 朱广瑜. 预期信用损失法在应收账款减值中的应用[J]. 商业文化, 2021(30): 92-93.
- [3] 中山大学数学力学系《概率论与数理统计》高等教育出版社, 1984.
- [4] 王洪海, 卞艺杰. 基于 Markov 链的应收账款动态预测[J]. 会计之友(下旬刊), 2009(06): 98-101.

作者简介: 沈煜 (1998-), 男, 上海人, 硕士研究生在读, 研究方向: 企业财务管理。