



企业集团内部信用风险传染 机理与信用风险控制研究

李 丽 著



科学出版社

企业集团内部信用风险传染机理 与信用风险控制研究

李 丽 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

企业集团信用风险管理问题一直备受业界和学术界的关注,其研究难点归咎于信用风险在集团内部成员企业之间具有较强的传染性。本书沿着两个企业间信用风险传染到多个企业间信用风险传染的思路展开研究,先后分析了不同关联关系下企业集团内部信用风险传染的机理,探明了两个成员企业之间、多个成员企业之间信用风险传染的过程,回答了“哪些因素影响信用风险传染的强度”“具体是如何影响的”以及“信用风险传染的未来趋势是什么”等问题。最后本书从企业集团信用风险评估、风险治理时机选择、风险控制策略选择以及风险控制节点选择等方面给出了动态监控企业集团内部信用风险传染的具体实施方案。

本书可供从事信用风险评价和管理、企业集团管控的政府部门、金融机构、科研院所、高等学校以及相关企事业单位的教学、科研、技术和管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

企业集团内部信用风险传染机理与信用风险控制研究 / 李丽著. — 北京: 科学出版社, 2017.12

ISBN 978-7-03-055805-3

I. ①企… II. ①李… III. ①企业集团-贷款风险-研究 IV. ①F830.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 298910 号

责任编辑: 张 展 朱小刚 / 责任校对: 葛茂香

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年12月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2017年12月第一次印刷 印张: 7 3/4

字数: 160千字

定价: 60.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

在我国，企业集团常常是地方经济发展的支柱。地方某企业集团陷入财务危机或信用危机很可能会引发地方经济的“地震”，阻碍区域经济的健康发展。因此企业集团全面信用风险管理就显得十分重要。近年来，在国内外大型企业集团陷入信用危机的案例中，不乏信用风险传染的身影。企业集团内部关联关系错综复杂，使得信用风险在集团内部成员企业之间具有较强的传染性。厘清两个成员企业之间、多个成员企业之间信用风险传染的过程，回答哪些因素影响信用风险传染强度，具体是如何影响的，信用风险传染的未来趋势是什么，以及如何对企业集团内部信用风险传染进行动态监控等问题，对于企业集团全面的信用风险管理具有重要的理论与现实意义。本书围绕企业集团内部信用风险传染的机理与信用风险控制等方面展开系统性研究。

企业集团内部信用风险传染一般涉及两个企业或多个企业。对于两个企业间的信用风险传染，现实观察发现，关联担保是一种重要的传染渠道。本书从量化角度分析了关联担保下母子公司间的信用风险传染机理，对信用风险传染路径进行了描述，给出了信用风险传染强度的计算公式，并从风险控制角度对某关联担保是否会影响企业集团整体信用质量进行了探讨。研究结果表明：当母公司为子公司的银行贷款提供关联担保时，信用风险传染强度与母公司的债务优先偿还次序无关，但与子公司的债务优先偿还次序有关；信用风险传染强度具有路径依赖性，它与母子公司间股权比重、担保金额占总资产的比例都有关系；信用风险无论沿何种路径传染，由子公司传染到母公司的可能性都会随着股权比例的增大而增大。另外，关联担保并非完全保险，关联担保的违约概率高于一般担保的违约概率，它还是股权比例的单调递增函数。最后，本书利用脆弱期权定价理论得到两种不同担保方式下关联担保的担保价值度量结果，以此判断企业集团内部风险储备金是否足够覆盖关联担保风险，从而为风险控制决策提供依据。

两个成员企业之间的信用风险传染还会体现在它们的违约相关结构

中。其中，一种典型的表现就是两个成员企业之间违约相关的影响会随着时间的推移而增大。为此，本书将一类“指数增强”的函数引入违约相关性结构中，利用测度变换技巧，得到两个成员企业的联合违约概率和违约时间的边际分布，并给出了这种违约相关结构下信用违约互换的无套利价格。

对于企业集团内部多个成员企业间的信用风险传染机理，本书以集团内信用等级低、信用质量差的信用异常企业所占比例为切入点来进行分析。将企业集团看作一个图，成员企业看作是图的节点，企业间的直接联系是图的边。本书运用流行病学理论，建立了企业集团内部信用风险传染的随机动态传染机理模型。初步分析发现，企业集团内部信用风险传染的未来趋势由有效接触率和治理率共同决定。在有效接触率不高于治理率时，信用异常企业可以通过企业兼并、资产重组、优化配置等治理措施，最终都变成信用正常企业。在有效接触率高于治理率时，信用异常类企业所占比例未来将趋于一个稳定值。

依据风险控制理论中估算风险、防止风险、自担风险的步骤，本书对企业集团内部信用风险控制的研究主要从企业集团信用风险评估、风险治理时机与控制策略选择及控制节点选择等方面展开。

由于企业集团信用风险评估最终要落实到内部单个集团成员企业的信用风险评估上，而集团成员企业有上市与非上市之分。鉴于此，本书提出了针对上市集团成员企业信用风险评估的 M-KMV 模型和非上市集团成员企业信用风险评估的 SVM 集成分类器方法。实证研究显示，这两种信用风险评估方法能够满足不同类型集团成员企业信用风险评估的需求，预示着其良好的应用前景。

在回答了企业集团内单个成员企业信用风险评估的问题之后，商业银行在对企业集团进行动态信用风险监管的过程中，就可以在每个时间节点得到所有企业的信用状况。而此时商业银行最为担心的情况是大面积成员企业的违约集中爆发。如果不能在大规模违约发生之前采取有效措施进行救治，那么商业银行的动态监管就是失败的。因此，在接下来的企业集团内部信用风险控制过程中需要回答的问题是，什么时候进行信用风险治理，以及可以采取哪些措施进行风险控制？

本书通过对企业集团内部信用风险动态传染机理模型的分析，预报了违约高峰的到达时刻，合理的风险治理时机应当在此之前。同时模型参数的敏感性分析结果显示，降低信用风险传染系数、降低信用风险关联度和

提高风险治理率都是控制风险的有效措施，而且降低信用风险关联度比提高风险治理率更为有效。另外，可通过加强对企业集团内部资本市场的管理，降低外部环境的随机干扰，延缓集团内信用风险的快速传染。

对地区经济有重大影响的企业集团在面临破产重组时，需要救助的资金比较庞大，但是实际能够用于救助的资金往往是不够充分的，因此如何选择优先救治的企业，提高救助资金的使用效率，就是政府或金融机构亟须思考的问题。从本质上讲，这是一个风险控制节点的选择问题。本书通过一个例子展示了如何利用图论中的同构技巧和求最小生成树的 Kruskal 算法选择风险控制节点的过程。

综上所述，本书运用不同模型与方法，从理论和实证层面对企业集团内部信用风险传染的机理与信用风险控制进行了深入的剖析，提出了企业集团全面信用风险管理的“一篮子”解决方案。本书的研究成果不仅有益于企业集团控制自身的信用风险，也为商业银行等金融机构管理和控制集团客户信用风险提供了新的研究视角和决策工具。

本书获得国家自然科学基金（70971015、71271043）、中国博士后科学基金资助项目（2017M623079）、云南省科技计划面上项目（2017FB103）、云南省哲学社会科学规划项目（YB2016016）、云南师范大学“登峰扎根”优秀科研创新团队建设项目、云南师范大学博士科研启动项目以及云南省泛亚金融合作发展促进会博士后科研基金项目的资助。本书的内容是作者在电子科技大学攻读博士学位期间研究成果的结晶，感谢周宗放教授的悉心指导，感谢云南师范大学泛亚商学院杨永生院长的大力支持！并将此书献给所有关心和支持中国企业集团发展的各位专家学者和领导。

由于水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 问题的提出	2
1.1.3 研究意义	3
1.2 国内外研究现状	3
1.2.1 信用风险评估与信用风险控制研究现状	4
1.2.2 信用风险传染研究现状	12
1.2.3 企业集团信用风险研究现状	16
1.3 研究思路与主要内容	19
1.4 创新之处	21
第 2 章 关联担保下企业集团内部母子公司间信用风险传染机理	23
2.1 关联担保下母子公司间信用风险传染机理分析	24
2.1.1 基本假设	24
2.1.2 传染机理	26
2.1.3 数值分析	29
2.2 母子公司关联担保信用风险度量	31
2.2.1 关联担保的违约概率计算	31
2.2.2 应用示例	33
2.3 基于脆弱期权的母子公司关联担保的担保价值度量	35
2.3.1 基本假设	37
2.3.2 母公司为子公司提供关联担保时的担保价值	38
2.3.3 子公司为母公司提供关联担保时的担保价值	39
2.3.4 比较静态分析	39
2.3.5 算例	42
2.4 本章小结	44

第 3 章 企业集团内部两个成员企业之间指数增强的违约相关性	46
3.1 基本假设	47
3.2 指数增强的违约相关函数	48
3.3 联合违约概率与违约时间的边际分布	48
3.4 应用示例	53
3.5 本章小结	57
第 4 章 企业集团内部多个成员企业间信用风险动态传染机理	58
4.1 基本假设	59
4.2 信用风险动态传染机理分析	59
4.3 随机动态传染机理模型	63
4.4 算例	64
4.5 本章小结	65
第 5 章 企业集团内部信用风险控制	66
5.1 企业集团信用风险评估	67
5.1.1 基于 M-KMV 模型的上市集团成员企业信用风险评估	67
5.1.2 基于 SVM 集成分类器的集团成员企业信用风险评估	73
5.1.3 小结	79
5.2 基于动态传染机理模型的企业集团内部信用风险控制	80
5.2.1 信用风险治理时机的选择	80
5.2.2 基于敏感性分析的风险控制策略选择	82
5.2.3 小结	86
5.3 基于最小生成树的企业集团内部信用风险控制	87
5.3.1 同构与最小生成树	87
5.3.2 信用风险控制节点选择	90
5.4 本章小结	92
第 6 章 总结与展望	95
6.1 研究总结	95
6.1.1 企业集团内部信用风险传染机理研究	95
6.1.2 企业集团内部信用风险控制研究	97
6.2 不足与研究展望	98
参考文献	100
后记	115

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

随着市场边界的不断扩大,单一法人的企业已经无法有效管理日益复杂的业务组合。与此同时,面对日益激烈的市场竞争环境,单个企业也很难具备竞争优势。因此,为了迎接多元化、跨地区经营的挑战,增加企业竞争优势,众多企业通过重组、并购等行为组建企业集团。企业集团成为企业发展到高级阶段的产物。研究表明,企业集团已成为新兴市场国家中普遍存在的一种企业组织形式^[1]。在我国,随着中国市场经济体制的不断完善,企业集团的发展势头迅猛。在 2014 年 9 月公布的 2014 年中国企业 500 强名单中,其中超过 90% 以上的上榜企业从属于企业集团。更有甚者,在一些地区,地方企业集团的发展状况已逐渐成为当地经济发展情况的代名词。

根据《企业集团登记管理暂行规定》第三条的规定,我国的企业集团是指以资本为主要联结纽带的母子公司为主体,以集团章程为共同行为规范的母公司、子公司、参股公司及其他成员企业或机构共同组成的具有一定规模的企业法人联合体。本书中企业集团的含义亦是如此。

正是因为企业集团这种经济联合体的组织形式能给商业银行带来巨大的规模经济,以及受“羊群效应”和“名人出租效应”的影响,商业银行争相贷款给企业集团,使得企业集团成为商业银行发放贷款的重要大客户。然而,企业集团这类重要大客户对于商业银行而言,就一定是优质客户、无违约客户吗?

近年来,诸如德隆集团、三九企业集团、北亚实业(集团)、中国华源集团这样的一些大型企业集团相继出现财务危机,因而无法归还巨额欠款,涉及债权银行众多,其危害之严重,在金融界引起了巨大震动。一项

对全球银行业危机的调查显示,信用风险管理不善是导致商业银行破产的常见原因^[2]。因此,商业银行为避免自身陷入危机,不能简单地将企业集团视为优质客户,亟须加强对企业集团信用风险的防范与管理。

在企业集团生存和发展的过程中最重要的准则是守信。这不仅包括为消费者提供物有所值的产品或服务,也包括对债权人按约定履行还款义务,从而在金融市场上获得良好的信誉。因此,为了企业集团的可持续性健康发展,其自身也有进行信用风险管理的内在动力。特别是随着当前经济全球化趋势愈演愈烈及 2008 年次贷危机引发的全球经济危机之后,企业集团的管理者意识到信用风险管理的重要性,纷纷加强了企业集团内部的信用风险管理,有些甚至单独成立了信用风险管理部,所以加强企业集团内部信用风险管理势在必行。

1.1.2 问题的提出

无论是从商业银行角度看待企业集团信用风险管理问题,还是从企业集团角度研究其信用风险管理问题,都不可避免地会面临企业集团内部的信用风险传染现象。这是因为,企业集团是具有一定规模的企业法人联合体,其规模庞大,内部成员企业之间关系错综复杂,特别是频繁的具有“隧道效应”的关联交易、资金拆借及人事调动等活动,会使得信用风险在企业集团内部具有较强的传染性。例如,集团内 A 公司因投资项目失败,难以支付应还本金和利息,母公司为维护集团整体信誉,从信用良好的 B 公司抽调大量资金用于帮助 A 公司渡过难关。但由此, B 公司出现现金流危机,从而影响 B 公司自身的还款能力和再融资能力,使得 B 公司的违约概率大大提高,导致信用风险由 A 公司传染到 B 公司。这是一种典型的由于内部成员企业间的资金拆借导致的信用风险传染。又如,近年来涌现的涉及企业集团内部多个成员企业的“担保圈”问题,从本质上来讲也是一种信用风险传染问题。

上述集团内由于某一成员企业的违约而引起另一企业或一系列成员企业违约的现象,称为企业集团内部信用风险传染。

那么在企业集团内部,信用风险是如何传染的呢?从最为简单的两个成员企业之间的信用风险传染来看,企业集团内部两个成员企业之间哪些行为和关系会引起企业间的信用风险传染?信用风险传染的强度是如何度量的?哪些因素影响信用风险传染强度,具体是如何影响的?从企业集团

多成员经济联合体性来看，企业集团内部多个成员企业之间信用风险是如何传染的？多个成员企业间信用风险传染的未来趋势是什么？有哪些因素影响企业集团内部信用风险的传染趋势，具体是如何影响的？对这些问题的回答，促使本书展开对企业集团内部信用风险传染机理的研究。

进一步地，当注意到企业集团内部信用风险传染现象，厘清企业集团内部信用风险的传染机理之后，该如何进行企业集团内部信用风险控制呢？例如，结合现有的信用风险评估理论与方法，该如何对集团成员企业的信用风险进行合理评估，从而为企业集团内部信用风险动态监管做好准备呢，内部信用风险控制的最优控制时间是什么时候，可以采取哪些控制措施，具体的实施步骤是怎样的，等等。这一系列问题，引发了本书对企业集团内部信用风险控制的研究。因此，本书主要针对上述问题展开研究。

1.1.3 研究意义

从现有的研究文献和业界的实践来看，与企业集团内部信用风险传染有关问题的国内外研究尚处于起步阶段，亟须针对信用风险在企业集团内部是如何传染的及如何进行有效的风险控制等问题展开研究，这正是本书的研究初衷。本书的研究意义在于以下两个方面。

第一，目前信用风险传染的研究对象主要集中于：①国家之间，即发达国家和新兴经济体之间；②经济部门之间；③股权市场和信用市场之间。而对于企业集团内部信用风险传染机理的研究涉及较少，因此，本书的研究将丰富现有信用风险传染的理论研究成果。

第二，由于缺乏技术上的支持，商业银行在对集团客户的信用风险管理实践中，常常是被动地接受企业集团内部信用风险传染造成的损失，而未能采取积极的风险控制手段降低信用风险传染带来的危害。本书的研究将在一定程度上为商业银行实施积极主动的风险控制策略提供决策依据，具有一定的现实意义。

1.2 国内外研究现状

企业集团内部信用风险传染机理的分析与信用风险控制的研究离不开信用风险评估的研究。又由于信用风险评估是信用风险控制的首要环节，

因此,本书就所要讨论问题,从以下三个方面回顾国内外研究现状:信用风险评估与信用风险控制研究现状、信用风险传染研究现状及企业集团信用风险研究现状。

1.2.1 信用风险评估与信用风险控制研究现状

信用风险评估是指商业银行或金融机构依据科学的评估理论与方法,对被评估者履行契约中约定义务的能力及其可信任程度进行客观公正的评价的行为。信用风险评估的对象可以是企业,也可以是个人,还可以是主权国家。

信用风险评估理论的发展是随着人们对被评估者信用风险认识的不断加深和现代科学技术的不断发展而不断演进的。目前,信用风险的评估理论与方法大致可分为“传统”信用风险评估理论与方法和“现代”信用风险评估理论与方法。

“传统”信用风险评估主要指商业银行基于专家经验和定性分析为主的信用风险评估方法,主要包括“5C”要素分析法^①、财务比率分析法^②、LAPP原则^③和贴现法等。这类方法的评估效果大多依赖于专家的经验,具有较强的主观性。

“现代”信用风险评估理论与方法主要指应用数理科学、金融工程、信息和计算技术等相关理论和模型评估信贷客户信用质量的现代风险管理技术^[3]。信用风险评估理论与方法从“传统”到“现代”是由定性分析到定量分析的转变,是一次质的改变。

“现代”信用风险评估理论与方法是最近三四十年里信用风险管理领域内国内外研究学者持续关注的热点问题^[4]。总的来看,这一时期的信用风险评估模型主要包括:基于特征识别观点的信用风险评估模型、结构化模型和简约化模型。

1. 基于特征识别观点的信用风险评估模型

基于特征识别观点的信用风险评估模型蕴涵着这样一个非常朴实的想法:信用风险“高”的企业与信用风险“低”的企业在内在本质上是有所区

① “5C”是指道德品质(character)、还款能力(capacity)、资本实力(capital)、担保(collateral)、经营环境条件(condition)。有些银行也称为“5P”:个人因素(personal)、借款目的(purpose)、偿还(payment)、保障(protection)和前景(perspective)。

② 主要代表有“杜邦财务分析体系”和“沃尔比重法”。

③ “LAPP”是指流动性(liquidity)、活动(activity)、盈利(profitability)和潜力(potentialities)。

别的。因此,在它们的显性表现,如财务状况、经营状况、治理状况等方面,就存在着某些特征指标可以将这两类本质不同的企业区分开来。据此可将任一企业划归为“高”信用风险类或“低”信用风险类。这便是通过特征表现来识别企业的信用质量。

从1968年Altman最早运用多元判别分析(multiple discriminant analysis, MDA)方法进行企业破产预测以来,许多研究学者就一直致力于基于这种观点的信用风险评估方法的改进。后来伴随着计算机运算速度的提高和机器学习技术的兴起,一些模式识别的方法也被应用到信用风险评估领域,并取得了丰硕的研究成果。下面对基于特征识别观点建立的各类信用风险评估模型进行简要的文献回顾。

1968年Altman将1946—1965年来自于制造业的33家破产企业归为破产组(bankrupt group),然后依照资产规模相近原则挑选了33家1966年仍然存活的企业归为非破产组(non-bankrupt group)作配对样本,并从22个潜在有用变量(或比率)中选择了反映企业流动性、盈利性、偿付能力、杠杆能力和经营能力的5个变量,建立了如下的Z-Score模型^[5]:

$$Z = 0.012X_1 + 0.014X_2 + 0.033X_3 + 0.006X_4 + 0.999X_5$$

其中,

$$X_1 = \frac{\text{营运资本}}{\text{总资产}}$$

$$X_2 = \frac{\text{留存收益}}{\text{总资产}}$$

$$X_3 = \frac{\text{息税前利润}}{\text{总资产}}$$

$$X_4 = \frac{\text{净资产市值}}{\text{总负债账面价值}}$$

$$X_5 = \frac{\text{销售额}}{\text{总资产}}$$

$$Z = \text{综合指标}$$

作者依次对破产组的企业在破产前1年、2年、3年、4年、5年的状况进行了破产预测,分别得到95%、72%、48%、29%及36%的预测精度,这说明Z-Score模型对企业破产前1年的预测效果最好。而该模型对非破产组的预测精度也高达78%。依据样本信息,Altman得到的利用Z-Score划分企业的标准如下:若 $Z > 2.99$,则企业属于非破产组;若 $Z < 1.81$,则企业属于破产组;当 $1.81 < Z < 2.99$ 时,企业的破产状况无法判断。

随后一些研究学者运用 MDA 方法开发自己的模型,如 Deakin^[6], Taffler^[7]。而 Altman 又利用 1969—1975 年的数据将原模型扩展成为含有 7 个变量的 ZETA 模型^[8]。在此后的三十多年里,Z-Score 模型成为业界评估企业财务健康状况的常用工具。究其效果如何,Grice 和 Ingram 对 Altman 破产预测模型的推广性做了检验。研究发现,由于 Z-Score 模型的数据期间过于久远,因此该模型已经不适应于近阶段的企业破产预测,而且原模型的样本企业都来自于制造业,用这样的模型对非制造业企业进行破产预测是不合适的^[9]。另外,一些早期比较有名的运用多元判别分析进行信用风险评估的学者还有 Sands 和 Gordon^[10]。

但是 MDA 方法对数据有较为严格的统计意义上的要求:①破产组和非破产组的样本容量要匹配;②破产组和非破产组的预测变量要具有相同的协方差矩阵;③为减少对独立哑变量的使用,预测变量要服从正态分布。针对 MDA 方法的上述不足,Ohlson^[11]以 105 家破产企业和 2058 家非破产企业为研究样本,运用 Logit 分析进行企业的破产预测。Ohlson 模型得到的结果是企业的破产概率,比 Z-Score 和 ZETA 模型得到的企业 Z 分值具有更好的可解释性。

同样,针对 MDA 方法中采用可能导致参数有偏估计的非随机性样本这一缺陷,Zmijewski^[12]对此采用了 840 家公司的样本(其中包括 40 家破产企业),运用 Probit 模型和极大似然估计方法进行企业破产预测,得到 72% 的预测精度。后人也常用 Logit 回归和 Probit 回归模型进行企业的破产预测。

尽管 Ohlson 的模型比 Altman 的 Z-Score 模型^[13]的表现要好,但是它仍然受到一些学者的批评。Grice 和 Dugan^[14]指出 Ohlson 模型的预测精度会受到时间区间和行业类型的影响。他们还发现 Zmijewski 模型预测效果受时间区间的影响但不受行业类型的影响。

另外一个采用 Altman 模型中相同预测变量进行破产预测的模型是 Shumway^[15]的危险率分析(hazard analysis),这是一个动态信用风险评估模型。

其他一些运用统计判别思想进行信用风险评估的方法还有近邻分析法^[16]、递归分类树^[17]、决策树方法^[18-21]、Fisher 判别法^[22]、投影寻踪^[23-24]等。

20 世纪 80 年代末期,机器学习方法的理论逐渐成熟。人们意识到机器学习方法在解决不同问题时所发挥的巨大潜力不久,该方法在金融领域

的应用逐渐引起了人们的兴趣。人工神经网络技术(artificial neural network, ANN)是第一个被成功应用到这一领域的技术^[25-27]。

Vellido 等^[28]的早期调查显示,反向传播神经网络(back-propagation neural networks, BPNN)是1992—1998年信用风险评估领域最流行的机器学习方法。

在信用风险评估领域,最近还出现了许多基于人工神经网络的混合模型,如Elman神经网络^[29]、Bayesian神经网络^[30]、带遗传算法的神经网络^[31]、带有粒子群优化算法的模糊神经网络^[32]、小波神经网络^[33]、基于知识的人工神经网络^[34]、模糊神经网络^[35]、神经网络的集成^[36, 37]等。

尽管神经网络方法具有较高的预测精度,但是需要较强的建模技巧,该方法的最大缺陷在于其“黑箱”问题。而支持向量机(support vector machine, SVM)方法是一种可以和神经网络方法相媲美的机器学习方法,并且它克服了神经网络方法中结构复杂性的问题,规避了局部最小值的问题,可以有效地解决有限样本条件下的高维数据模型构建问题。相对于ANN方法而言,SVM方法具有局部最优和相对简单的结构。因此,近年来SVM方法在信用评估领域得到广泛的应用^[38, 39]。大量的实证研究工作表明,在信用风险评估领域SVM方法的表现要优于ANN方法和一些其他方法^[40, 41]。我国学者刘云焘等^[42]首次将SVM引入国内商业银行信用风险评估中。

目前在SVM的国内外研究中,最为活跃的是核函数中的参数选择问题和参数成本(或复杂性)问题。研究学者运用启发式技术做了大量针对此问题的研究,如遗传算法^[43-45]、粒子群优化算法^[46-49]、网格 k -折交叉方法^[50]、梯度算法^[51, 52]等。一项针对信用风险领域基于SVM方法应用的调查^[53]显示,SVM参数选择时,粒子群优化算法或模糊逻辑及粗糙集方法通常可以提升其分类效果。

近年来,最小二乘SVM(least squares SVM, LS-SVM)常常被单独地^[54, 55]或作为混合模型的一部分应用于信用风险评估领域^[56, 57]。

另外,随着大数据时代的到来,非线性SVM在信用评估方面是否比线性SVM具有绝对优势?这一问题也引起了学者的研究兴趣。学者采用超过6000个案例的USA信用数据集作为研究样本,发现非线性核函数的遗传SVM、模糊SVM和混合模糊SVM并没有在分类精度上显著优于线性SVM(其精度为75%)^[58]。

类似的研究还有,Harris^[59]从Barbados信用合作社获得超过20000个

条目的数据,采用线性 SVM 和非线性 SVM 构建聚类 SVM。研究结果表明,线性 SVM 与基于 RBF 核函数的 SVM 并没有显著不同。Niklis 等^[60]也得到类似的结论。目前,在大数据背景下,基于 RBF 核函数的 SVM 是当前信用风险评估领域最为普遍的选择^[61]。

在信用风险评估领域,为了提高 SVM 方法评估的预测精度,除可以通过前述方法优化模型参数之外,还可以对 SVM 的输入样本数据进行预先处理,如张目、周宗放^[62]、赵亦军等^[63]的工作。

在最近几年里,机器学习方法的混合成为一种新的发展趋势,并且在信用风险评估时实现了较好的分类效果^[64-68],本书第 5 章中构建的企业集团信用风险评估 SVM 集成分类器也属于这一类。

此外,还有一些其他的信用风险评估理论与方法,如多目标决策^[69, 70]、Bayes 分层模型^[71]、多维动态信用状态空间理论^[72, 73]、WOE 方法^[74]、信息融合评价模型^[75]、随机森林技术^[76, 77]等。

总之,无论是基于统计思想的判别方法,还是机器学习的模式识别方法,都属于建立在基于特征识别观点上的信用风险评估方法。这为本书研究集团企业信用风险评估提供了良好的研究基础。本书第 5 章中针对非上市类集团企业建立的信用风险评估方法就是一种基于特征识别观点的混合机器学习算法。

2. 结构化模型

以期权定价理论为基础的结构化模型(structural model)最早由 Black 和 Scholes^[78]及 Merton^[79, 80]提出。这是一个直接描述企业资产价值动态过程的模型,在该模型中违约是由于企业的资产价值触及一个事先约定的价值。他们依据 MM 定理,假定企业资产价值由股东权益和负债两部分组成。其中,股东权益类似于股东拥有一个以企业资产为标的、企业负债为执行价格的看涨期权。当债务到期时,如果企业资产价值大于其负债,股东就偿还债务;如果企业资产价值小于其负债,企业便发生违约。由于违约现象与企业的资本结构有关,所以称之为结构化模型。

最初的结构化模型拥有较多的技术性约束,后经 Black 和 Cox^[81]、Jonson^[82]、Madan 和 Unal^[83]、Longstaff 和 Schwartz^[84]、Zhou^[85]及 Acharya 和 Carpenter^[86]等根据不同的现实观察对其技术假设进行了改进与拓展,得到更为一般的结论。

随着结构化模型的不断发展,到 20 世纪 90 年代以后,结构化模型在商

业银行的信用风险管理实践中被广泛接受。其中,以 KMV^①公司开发的预期违约率(expected default frequency, EDF)模型最为著名,因此也常常被称为 KMV 模型。在该模型中以违约距离 DD(distance to default)度量企业的信用风险,它表示企业未来资产市场价值距离违约点的远近。距离越远,企业发生违约的可能性越小;距离越近,企业发生违约的可能性就越大。本书第 5 章将给出其具体应用过程。

自 KMV 模型公示以来,国外学者对该模型的预测能力进行了大量的实证研究。Jeffrey^[87]发现,企业信用质量中等和较低时,信用风险更多地与平均的 EDF 相符。

Blochwitz 等^[88]将模型用于非上市公司,并和财务比率方法进行比较,结果显示 KMV 模型准确性较高。Crosbie 等^[89]对 KMV 模型做了进一步完善。

近年来,一些国内学者对 KMV 模型及其应用也展开了相关研究,取得了一些成果。张玲和张佳林^[90]对 KMV 模型与其他模型进行了理论上的比较研究。程鹏和吴冲锋^[91]运用原始的 KMV 模型,对 15 家上市公司进行信用状况分析。虽然其研究结论为违约距离适于中国上市公司的信用评级,但是在这项实证研究中样本容量太小,对股权市场价值的计算又过于简单,因此在随后的近十年里激发了许多国内学者对该模型本土化应用的进一步大讨论。

例如,张玲等^[92]注意到中国股票市场中的股权分离现象,因此以每股净资产作为非流通股的市场价格替代,进行股权市值的计算,并考察了如下三种不同违约点设定方式下的模型预测能力。

(1) 违约点值 $DP = \text{流动负债}$ 。

(2) 违约点值 $DP = \text{流动负债} + 50\% \text{长期负债}$ 。

(3) 违约点值 $DP = \text{流动负债} + 75\% \text{长期负债}$ 。

作者依据交易场所相同、行业相同、总资产规模相近的原则,选择 30 家 ST 企业和 30 家非 ST 企业 1999—2002 年的股票市场数据与财务数据作为数据样本,分别对比了企业被 ST 前 1~4 年的违约距离变化趋势。研究发现,违约点值 $DP = \text{流动负债}$ 时,模型的预测效果最好,并且参数计算方式调整后的模型能够对企业被 ST 前 2 年的信用风险进行很好的识别。

进行类似有关违约点修正研究的学者还有张能福、张佳^[93],曾诗鸿、

^① 1989 年 Stephen Kealhofer、John McQuown 及 Oldrich Vasicek 三人创办了位于美国旧金山的信用风险评估公司,取名为三人名字第一字母的缩写,即 KMV 公司。2002 年 4 月 KMV 公司被穆迪公司并购。