

2018 年“花旗杯”金融创新应用大赛

风险控制模型说明报告



参赛题目：砺金--住房租赁资产证券化 REITs 平台

大赛队长：褚天硕

辅导老师：隋 聪、高 明

隶属学校：东北财经大学

摘 要

本文件为风险控制模型说明报告，本报告中所述模型是本项目的核心之一，为本项目风险评控体系的重要组成部分。这部分模型镶嵌在对企业的风险控制中。

本平台通过爬虫技术建立了环境风险指数，实现对企业经营状况的实时监控与预测，并通过修正后的 Z-score 模型及 KMV 模型实现了对企业财务风险的预测。

REITs 在欧美国家已经发展至成熟阶段并充分的展现了其资产流动性强、分散投资组合风险、抗通胀能力强等优势。然而由于我国金融法律法规不健全，金融市场不够完善，REITs 模式的中国化还有很大发展空间。在 REITs 模式中国化的道路上，监控基础资产运行风险不仅仅是保障基金正常运营的关键，也对维护国家金融安全、促进金融蓬勃发展具有重要意义。本平台采用了独创的财务风险分析与非财务风险分析相结合的方法，其中包含了修正后的 Z-score 模型、修正后的 KMV 模型及爬虫技术支持下的环境风险控制，最大化的实现了对企业风险的监控，保障了基金的运营。

本报告主要分为五个部分。第一部分，简要分析了本项目的风险来源。第二部分简述了运用财务报表中的指标得出在传统意义上企业的财务风险状况，企业在约定的时间点上提交财务报表交由我方分析，形成财务风险指数的截面数据与违约风险指数的时间序列数据。第三部分介绍了运用爬虫技术实时动态的监控企业周边环境的综合情况，从而对企业未来经营状况进行辅助预测，结合财务分析中的截面数据与非财务分析中的时间序列数据，我们可以得到一组反映企业风险的面板数据，实现对企业的细致监控。第四部分，我们以万科泊寓为例展示对企业风险监控的整个流程。第五部分，对整个风险控制进行总结。

目 录

摘 要	2
1. 第一部分：风险来源分析	5
1.1 与基础资产相关的风险	5
1.2 与主体有关的风险	5
1.3 与专项计划相关的风险	6
1.4 其他风险	7
2. 第二部分：财务分析指标	7
2.1 Z-score 模型理论介绍	8
2.2 Z-score 模型修正设计	8
2.2.1 Z-score 模型修正必要性	8
2.2.2 选取样本	9
2.2.3 财务指标选取	9
2.2.4 Z-score 修正模型的建立	10
2.2.5 Z-score 修正模型区间的确定	11
2.2.6 Z-score 修正模型的检验	12
2.3 KMV 模型简介	12
2.4 KMV 模型基本原理	12
2.5 KMV 模型的修正设计	14
2.5.1 KMV 模型修正的必要性	14
2.5.2 选取样本	14

2.5.3 修正 DP 表达式	14
2.5.4 GARCH(1, 1) 模型	15
2.5.5 KMV 模型测算 EDF	16
3. 第三部分：非财务分析指标（环境分析指标）	16
3.1 非财务风险分析理论介绍	16
3.2 环境风险指数构建	17
3.2.1 指标选择	17
3.2.2 数据处理	17
4. 第四部分：模型运行流程	21
5. 第五部分：案例分析	22
5.1 财务指标计算	22
5.2 环境风险指数计算	24
6. 第六部分：总结	25

1. 第一部分：风险来源分析

1.1 与基础资产相关的风险

(1) 基础资产运营收入波动风险

专项计划的基础资产现金流主要由项目公司所持物业资产出租形成的租金构成。在专项计划存续期内，若物业资产整租方拒绝履行租约或拖欠租金、租金市场价格出现大幅下降，或除不可抗力之外的其他因素导致物业资产无法正常运营等情况时，可能会对项目公司所持物业资产出租形成的现金流产生不利影响，从而使专项计划的现金流出现波动。

(2) 物业资产出售价格波动的风险

基金管理人（代表私募基金的利益）可能以出售方式处置物业资产本身或持有物业资产的项目公司权益，由于物业资产的公允价值可能受到当时不动产市场景气程度的影响，导致售价出现不确定性，或由于物业资产无法按照公允价值出售，从而影响专项计划获得的现金流规模，进而导致专项计划份额持有人投资收益，乃至投资本金损失。

1.2 与主体有关的风险

(1) 专项计划运作风险和账户管理风险

在专项计划运作过程中，管理人的知识、经验、判断、决策、技能等，会影响其对信息的获取和对经济形势、金融市场价格走势的判断，如管理人判断有误或获取信息不全，可能会影响专项计划的收益水平。专项计划存续期间，专项计划账户中的投资管理、资金划转、资产分配等事项均依赖于管理人和托管人的互相监督和配合，一旦出现协调失误或者管理人、托管人的违约事项，将导致专项计划账户管理出现风险，进而影响专项计划资产的安全性和稳定性。

(2) 管理人、托管人、基金管理人、基金托管人尽责履约风险

专项计划的正常运行依赖于管理人、托管人、基金管理人、基金托管人等参与主体的尽责服务，存在管理人违约违规风险、托管人违约违规风险、基金管理人违约违规风险、基金托管人违约违规风险。当上述机构未能尽责履约，或其内

部作业、系统操作不当或失误，可能会给专项计划份额持有人造成损失。

(3) 次级专项计划份额持有人的特别风险

根据专项计划文件关于专项计划份额收益分配顺序的约定，次级专项计划份额劣后于优先级专项计划份额获得专项计划利益分配，为优先级专项计划份额提供内部增信。如专项计划资产出现重大损失，次级专项计划份额持有人可能面临本金重大损失，甚至本金为零的风险。

1.3 与专项计划相关的风险

(1) 评级下降的风险成本

专项计划优先级专项计划份额初始评级为 AAA 级。信用评级机构对专项计划份额的评级不是购买、出售或持有专项计划份额的建议，而仅是对专项计划份额预期收益和本金偿付的可能性做出的判断，不能保证专项计划份额的评级一直保持在该等级。评级机构可能会根据未来具体情况在跟踪评级报告中撤销或降低专项计划份额的评级，从而对专项计划份额的价值带来负面影响，包括但不限于：

(1) 专项计划份额价格波动；(2) 降级后的专项计划份额超出投资人的投资范围等。

(2) 专项计划提前终止的风险

因发生《计划说明书》、《标准条款》约定的专项计划提前终止事项，导致本专项计划提前终止，使得专项计划份额持有人可能无法获得专项计划部分预期收益的风险。

(3) 利率风险

市场利率将随着宏观经济环境的变化而波动，利率波动可能影响专项计划份额持有人收益。此风险表现为：优先级专项计划份额的预期收益相对固定，在市场利率上升时，其市场价格可能会下降。

(4) 流动性风险

本专项计划的专项计划份额可以在上交所固定收益证券综合电子平台及监管机构认可的其平台进行转让流通。在交易对手有限的情况下，专项计划份额持有人可能面临无法在合理的时间内以合适的价格出售专项计划份额的风险。

1.4 其他风险

（1）法律、政策环境改变的风险

资产支持专项计划目前尚是证券市场的创新产品，专项计划运作相关的法律、政策和制度等尚存完善空间，如本专项计划存续期间，有关政策、法律法规等发生变化，可能会对专项计划产生不利影响。同时，国家或地方相关政策如货币政策、财政政策、税收政策、产业政策、投资政策及相关配套法规的调整与变化，可能会影响专项计划项下投资的收益水平。

（2）税务风险

专项计划分配时，专项计划份额持有人所适用的税收征管法律法规可能会由于国家，相关税收政策调整而发生变化，如税务部门向专项计划份额持有人征收任何额外的税负，专项计划的相关机构均不承担任何补偿责任，投资者收益可能因相关税收政策调整而受到影响。

（3）技术和操作风险

在专项计划的日常交易中，可能因为技术系统的故障或差错而影响交易的正常进行或者导致投资人利益受到影响，也可能因操作失误或违反操作规程而对专项计划造成不利影响。

（4）其他不可预知风险

专项计划存续期间，如发生其他不可预知且管理人无法防范的风险，可能会对专项计划资产和收益产生不利影响。

综合上述风险来源，我们进行对比后选择了最为重要的风险来源基础资产运营收入波动风险，作为主要的风险控制对象，并创造性的运用了财务指标与非财务指标形成的面板数据进行监控。接下来我们将详细介绍财务风险控制指标与非财务风险控制指标。

2. 第二部分：财务分析指标

在建立财务分析指标中，我们主要运用了两种方式，即 Z-score 财务预警模型、KMV 违约风险模型。两个模型分别为静态监控与动态监控，实现了对企业风

险的全面监控，然而两个模型都是源自美国并不直接适用于分析中国企业，接下来我们将详细介绍两个模型的修正过程。

2.1 Z-score 模型理论介绍

Z-score 财务预警模型最早由 Edward Altman 提出，其后不断有学者对其进行优化完善，对财务风险预警有着很高的灵敏度和准确度。Z-score 模型的核心功能就是财务风险预警，它通过组合财务报表中的不同指标，准确的计算出企业财务的风险指数，预测企业在一到两年内的财务风险程度。该模型最显著的优势就是能将多个衡量企业财务状况的财务指标整合为一个风险预警指数，并通过指数衡量企业财务状况，判断其抵御风险的能力，使企业管理者及时捕捉到企业财务危机的预兆、评估危机程度、从而及时调整企业经营计划和战略，也方便了金融机构对企业财务风险进行量化分析。

Z-score 模型因其诸多优点而被业界认同，在美国、澳大利亚、日本等国得到了广泛应用。同时，它符合我们通过截面数据量化企业财务风险的要求，并且模型简便、易于应用，因此我们采用 Z-score 模型来量化财务风险，进行财务预警。

2.2 Z-score 模型修正设计

2.2.1 Z-score 模型修正必要性

Z-score 模型于 20 世纪 60 年代由 altman 首次提出，其分析对象为美国破产和非破产企业。但是，在我国，由于经济体制的不同，破产不等同于停业，所以将 Z-score 模型用于判别企业是否存在财务危机更加适合我国国情。除此外，我国多位学者对 Z-score 模型在我国的适用性进行了大量分析研究，发现不同行业的 Z-score 模型具有显著差异，且随时间推移，用于量化风险的财务指标也应进行修正。本模块旨在量化我国房地产企业财务风险，故对 Z-score 模型的修正是十分有必要的。

2.2.2 选取样本

为了更准确的获取 Z-score 模型的修正模型参数,我们选取了 111 家房地产上市公司作为样本,将其中 2013-2017 年连续两年总资产周转率低于平均水平 0.2331 的 24 家房地产企业划分为财务危机组,并记录相关年份。我们采取财务危机发生前两年的数据作为样本数据,即财务困境发生在 N 年,就采取 (N-2) 年的财务数据作为分析数据。如表 2-1。

表 2-1

证券代码	证券名称	证券代码	证券名称
600754. SH	锦江股份	000797. SZ	中国武夷
900934. SH	锦江 B 股	002208. SZ	合肥城建
601155. SH	新城控股	000042. SZ	中洲控股
000002. SZ	万科 A	600565. SH	迪马股份
000615. SZ	京汉股份	000011. SZ	深物业 A
002244. SZ	滨江集团	200011. SZ	深物业 B
000718. SZ	苏宁环球	600048. SH	保利地产

同时选取连续五年总资本周转率均高于 0.2331 的 24 家房地产企业作为财务健康组样本,将每个财务指标五年内平均值作为该指标的分析数据。如表 2-2。

表 2-2

证券代码	证券名称	证券代码	证券名称
600733. SH	SST 前锋	600393. SH	粤泰股份
000809. SZ	铁岭新城	000965. SZ	天保基建
000534. SZ	万泽股份	000517. SZ	荣安地产
600622. SH	光大嘉宝	000861. SZ	海印股份
600246. SH	万通地产	600730. SH	中国高科
000428. SZ	华天酒店	600748. SH	上实发展
000897. SZ	津滨发展	600823. SH	世茂股份

2.2.3 财务指标选取

为了遵循可操作性、优先性原则,我们选取了能够反映企业偿债能力、现金流量能力、盈利能力、运营能力、发展能力、企业规模六方面状况的 20 个基础财务指标,再通过统计效率最高的曼-惠特尼 U (M-W-W) 非参数检验方法剔除两组趋同的财务指标,保留具有显著性差异的财务指标,从而在反映原始变量主要信息的前提下起到降维和简化的作用。其中两个独立样本组:财务危机样本组、

财务健康样本组依次赋值 0、1。检验结果如表 2-3、表 2-4、表 2-5。

表 2-3

检验统计^a

	流动比 率	速冻比 率	现金比 率	营运资本/ 总资产	资产负债 率	产权比 率	现金流量 比率
Mann-WhitneyU	216.000	287.000	235.000	226.000	273.000	251.000	176.000
Wilcoxon W	516.000	587.000	535.000	526.000	573.000	551.000	476.000
Z	-1.485	-0.021	-1.093	-1.279	-0.309	-0.763	-2.310
渐近显著性	0.138	0.984	0.274	0.201	0.757	0.445	0.021

a. 分组变量：赋值

表 2-4

检验统计^a

	债务保 障率	营业收入 现金比率	销售净 利率	总资产报 酬率ROA	总资产净 利率ROA	净资产收 益率ROE	应收账款 周转率
Mann-WhitneyU	159.000	189.000	265.000	245.000	238.000	166.000	202.000
Wilcoxon W	459.000	489.000	565.000	545.000	538.000	466.000	455.000
Z	-2.660	-2.042	-0.474	-0.887	-1.031	-2.516	-1.364
渐近显著性	0.008	0.041	0.635	0.375	0.303	0.012	0.173

a. 分组变量：赋值

表 2-5

检验统计^a

	存货周转 率	流动资产 周转率	总资产周 转率	总资产同 比增长率	营业收入 同比增长 率	留存收益/ 资产总计
Mann-WhitneyU	215.000	237.000	160.000	172.000	282.000	231.000
Wilcoxon W	515.000	537.000	460.000	472.000	582.000	531.000
Z	-1.505	-1.052	-2.640	-2.392	-0.124	-1.175
渐近显著性	0.132	0.293	0.008	0.017	0.902	0.240

a. 分组变量：赋值

经过 5%显著水平下的 M-W-W 检验，现金流量比率、债务保障率、营业收入现金比率、净资产收益率、总资产收益率、总资产同比增长率 6 个变量在两组样本变量中存在显著性差异，即 $P < 0.05$ ，故选取此 6 个变量进行接下来的检验。

2.2.4 Z-score 修正模型的建立

以公司组别（财务健康组和财务危机组）为自变量，通过 M-W-W 检验的 6 个财务指标为因变量，选择 Wilk's Lambda 的 λ 统计量最小化法进行判别。根

据协方差分布的 F 值和 λ 存在的数值关系，利用 λ 的值，将 F 值小于 2.71 的财务指标变量剔除。最后采用对总体分布无要求的 Fisher 准则进行模型构建。结果见表 2-6。

表 2-6

规范判别式函数系数	
	函数
	1
债务保障率	4.721
总资产周转率	9.078
总资产同比增长率	0.039
(常量)	-3.812
非标准系数	

表 2-6 表示各个变量经去标准化处理后的系数，变量在分析时可直接代入函数计算判别 Z 的得分情况，相比标准化函数，应用起来较为简单。

具有我国房地产行业特征的 Z 值模型的修正模型可以表示为：

$$Z = -3.812 + 4.721X_1 + 9.078X_2 + 0.039X_3$$

其中：X1=债务保障率

X2=总资产周转率

X3=总资产同比增长率

2.2.5 Z-score 修正模型区间的确定

通过上步得出的修正模型分别计算出两组判别样本的组重心，在使用修正模型进行判别时，将靠近财务危机组重心的企业划分到财务危机组，说明企业各个参数指标处于不良状态，未来两年有陷入财务危机的可能，同理靠近财务健康组重心的企业划分到财务健康组，说明企业财务状况运行良好，处于两组重心之间的企业处于灰色地带，说明企业有进入财务危机组的可能。经过计算得，财务危机组的重心为-0.74173，财务健康组的重心为 0.747048。

$$Z - \text{score 修正模型判别区间} \begin{cases} Z > 0.747048 & \text{财务健康} \\ -0.74173 < Z < 0.747048 & \text{灰色地带} \\ Z < -0.74173 & \text{财务危机} \end{cases}$$

2.2.6 Z-score 修正模型的检验

Z-score 修正模型的检验采用原始样本回验法，首先通过两组组重心的中间位置确定判定阈值，再计算出 48 个样本企业的修正后 Z 值，与阈值进行比较。经过计算得到阈值为 0.002661，通过比较得到预测成功的企业有 43 家，预测失败的企业有 5 家，修正后的 Z-score 模型预测准确率高达 89.6%。由此得出，此修正模型对我国房地产行业企业财务预警具有很强的解释和预测能力，在我国房地产行业具有很好的适用性。

2.3 KMV 模型简介

KMV 模型是美国旧金山市 KMV 公司于 1997 年建立的用来估计企业违约概率的方法。KMV 模型认为企业贷款的信用风险是在给定负债的情况下由债务人资产的市场价值决定的。企业资产的市场价值小于负债时，企业就可能违约。模型基于 Black-Scholes (1973) 和 Merton (1974) 期权定价公式，将股东拥有的股权价值视为一个看涨期权，通过可测得企业股价来推测企业资产价值及资产收益的波动等，从而估计企业违约概率。

KMV 模型因其诸多优点而成为目前国际金融界最流行的风险管理模型之一。首先，KMV 可以充分利用资本市场上的信息，对所有公开上市企业进行信用风险的量化和分析；其次，由于该模型所获取的数据来自股票市场的资料，因而更能反映企业当前的信用状况，具有前瞻性，其预测能力更强、更及时，也更准确；另外，KMV 模型建立在当代公司理财理论和期权理论的基础之上，具有很强的理论基础做依托。因此我们采用 KMV 模型来预测单个企业违约风险。

2.4 KMV 模型基本原理

KMV 模型假定企业资产价值在未来一段时间内服从某一分布（一般假定服从正态分布），这个分布可由企业资产期望价值和资产价值波动率确定。

其基本原理如下：

（1）估计企业资产价值和波动率。在期权定价模型的假设条件中，资产价值 V_t 服从几何布朗运动

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma_V V_t dz \quad (1)$$

其中, V_t , dV_t 为企业资产价值及其变化率, μ , σ_V 为企业资产预期增长率和资产价值波动率, dz 为 Wiener 过程, 根据 Black 和 Scholes 的期权定价公式, $t = 0$ 时股权价值可被表示为

$$E_0 = V_0 N(d_1) - De^{-rT} N(d_2) \quad (2)$$

其中,

$$d_1 = \frac{\ln(V_0/D) + (r + \frac{1}{2}\sigma_V^2)T}{\sigma_V \sqrt{T}} \quad (3)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T} \quad (4)$$

其中, D 为负债账面价值, r 为无风险利率, T 为负债到期日。由于股权价值 E_t 可表示为关于资产价值 V_t 和时间 t 的函数, 由伊藤引理 (Ito's Lemma), 股权价值也服从几何布朗运动, 故有 $t = 0$ 时:

$$\sigma_E E_0 = N(d_1) \sigma_V V_0 \quad (5)$$

联立方程②⑤可得 $t = 0$ 时企业资产价值 V_0 和资产价值波动率 σ_V 。进而可得 t 时企业资产价值 V_t :

$$V_t = V_0 \exp \left[\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma_V^2 \right) t + \sigma_V \sqrt{t} \varepsilon \right] \quad (6)$$

其中, ε 变量服从标准正态分布。

(2) 计算违约距离 DD。KMV 公司给出的美国企业违约点 (DP) 为

$$DP = \text{ShortDebt} + 0.5 \text{LongDebt} \quad (7)$$

违约距离 DD 为

$$DD = \frac{\ln(V_0/D) + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma_V^2 \right) T}{\sigma_V \sqrt{T}} \quad (8)$$

或

$$DD = \frac{E(V_T) - DP}{E(V_T) \sigma_V} \quad (9)$$

(3) 计算期望违约概率 (EDF)。根据 Merton 模型, 假定企业资产价值服从正态分布, 则 EDF 为

$$\begin{aligned} EDF &= \Pr(E(V_t) < DP) \\ &= N\left(-\frac{\ln(V_0/D) + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma_V^2\right)T}{\sigma_V\sqrt{T}}\right) = N(-DD) \quad \textcircled{10} \end{aligned}$$

2.5 KMV 模型的修正设计

2.5.1 KMV 模型修正的必要性

由于 KMV 公司设定的模型的违约点是根据美国的历史数据库得出的经验值，而这并不一定符合我国企业实际违约状况，因此有必要对违约点的设置进行修正。

2.5.2 选取样本

为了更准确的测出房地产行业特征的 DP 表达式修正参数，我们选取了 2007-2018 上半年被 ST 的 A 股上市房地产企业为样本，共 27 家，剔除没有相关财务信息的 3 家，样本容量为 24，分析数据选取企业被 ST 的前一年的财务数据。如表 2-7 所示。

表 2-7

代码	名称	实施日期	代码	名称	实施日期
600807.SH	*ST 天业	2018-05-03	000036.SZ	华联控股	2009-04-29
600696.SH	ST 岩石	2017-03-29	000011.SZ	深物业 A	2008-04-16
600733.SH	SST 前锋	2017-03-22	600817.SH	ST 宏盛	2008-03-20
600225.SH	天津松江	2017-03-21	600604.SH	市北高新	2008-03-18
000691.SZ	亚太实业	2016-05-04	600466.SH	蓝光发展	2007-05-08
600675.SH	中华企业	2016-03-22	600094.SH	大名城	2007-05-08
600732.SH	ST 新梅	2015-04-29	600716.SH	凤凰股份	2007-04-30
600555.SH	海航创新	2013-05-03	000981.SZ	银亿股份	2007-04-30
000056.SZ	皇庭国际	2012-04-23	600052.SH	浙江广厦	2007-04-24
000838.SZ	财信发展	2012-04-05	000007.SZ	全新好	2007-04-23
600733.SH	SST 前锋	2012-03-16	000965.SZ	天保基建	2007-04-14
600185.SH	格力地产	2009-05-04	600223.SH	鲁商置业	2007-04-13

2.5.3 修正 DP 表达式

KMV 模型中，违约点是流动负债和长期负债的线性组合，据此对 DP 进行修正。以企业被 ST 的前一年的流动负债和长期负债为自变量，总资产为因变量，

进行无截距项多元线性回归，结果见表 2-8、表 2-9。

表 2-8

系数^{a, b}

	模型	非标准化系数		标准系数	t	显著性
		B	标准错误	贝塔		
1	非流动负债合计	1.108	0.137	0.364	8.091	0.000
	流动负债合计	1.126	0.077	0.654	14.538	0.000

a. 因变量：总资产

b. 通过原点的线性回归

表 2-9

模型摘要

模型	R	R 平方 ^b	调整后的 R 平方	标准估算的错误
1	0.996 ^a	0.992	0.992	792147604.3251874

a. 预测变量：流动负债合计，非流动负债合计

b. 对于通过原点的回归（无截距模型），R 方衡量关于回归解释的原点的因变量中的可变比例。这不能与包含截距的模型的 R 方比较。

回归结果显示各系数均高度显著，模型拟合程度较好。故经修正后

$$DP = 1.108\text{ShortDebt} + 1.126\text{LongDebt}$$

2.5.4 GARCH(1, 1) 模型

对于估计股价波动率，有静态模型和动态模型两类。静态模型一般为历史波动率法，假设企业股价的方差是稳定的，对历史数据求算术平均值得出结果。但在实际上股价的波动率并不符合静态模型的假设，存在异方差和聚集现象等，因此我们采用动态模型估计股价波动率。常用的动态模型有三种：移动平均模型（MA）、指数移动平均数（EWMA）和广义自回归条件异方差模型（GARCH），我们使用特别适用于估计金融时间序列的 GARCH(1, 1) 模型。GARCH(1, 1) 模型为：

$$y_t = c + \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (2)$$

其中， α 是回报系数， β 为滞后项系数，①为条件均值方程，②为条件方差方程，说明条件方差的变化特征。

2.5.5 KMV 模型测算 EDF

1. 股权价值波动率的估计

企业股权价值主要由股价波动决定，我们采用被广泛使用的 GARCH (1, 1) 模型估计波动率。首先计算股权价值的日对数收益率，再应用 GARCH (1, 1) 模型估计股权价值日收益率的波动率，最后根据日波动率得到股权价值年波动率 σ_E 。

2. 无风险利率的选择

由于中国缺乏成熟的资本市场机制，所以对无风险利率的估计比较困难，随着中国利率市场化改革逐步推进，无风险利率的估计也会更加准确。鉴于金融市场正逐渐形成以 Shibor 为基准的定价体系，故采用上海银行间同业拆借利率作为无风险利率。截止 2018 年 8 月 3 日，最新的一年期 Shibor 利率为 3.551%。

3. EDF 测算结果

选取 10 家 A 股上市房地产企业通过 KMV 模型测算其 EDF。计算结果见表 2-10。

表 2-10

名称	DD	EDF
中航善达	2.3229	0.0101
长春经开	2.4814	0.0065
新光圆成	2.3997	0.0082
渝开发	2.6813	0.0037
万业企业	2.9335	0.0017
万泽股份	3.0535	0.0011
中粮地产	2.2333	0.0128
合肥城建	2.8039	0.0025
新城控股	1.98	0.0239
蓝光发展	2.5751	0.005

3. 第三部分：非财务分析指标（环境分析指标）

3.1 非财务风险分析理论介绍

传统风险分析仅集中于财务报表中含有的有限指标，是一种不具备完全连续

性的偏静态分析。在结合了传统财务指标分析的基础上，本小组创新地运用大数据环境分析方法进行分析。大数据环境分析具有很强的预测能力及连续性、动态性等特点，本小组运用爬虫技术实时抓取企业周边人流量、实时房租价格、停车场泊车率等指标，形成了一套连续准确的时间序列评价指标，对企业的未来经营状况、所处的经营周期、周边环境状况予以实时反馈并进行预测。

大数据环境分析因其诸多优点而被业界广泛认同，然而由于难以获取数据、难以实时监控等问题并未被广泛采用，本小组运用爬虫的方法克服了数据获取与实时监控困难的问题，并将传统财务分析与大数据环境分析有机结合创新出一套全新的风险控制模式。

3.2 环境风险指数构建

3.2.1 指标选择

首先，我们对目标融资企业进行了分类，将其分为了居住类与非居住类。我们针对居住类长租公寓企业选择了租金、交通、配套设施等指标进行分析。针对非居住类企业选择了人流量、停车场泊车率、评价等指标进行分析。这些指标很好的帮助我们对企业进行分析，并对企业的经营状况进行了很好的预测。

3.2.2 数据处理

为了使数据更客观且直观的反映企业的经营状况，我们选择了归一法与层次分析法，将数据进行量化，拟合出一个环境风险指数。在爬虫技术的支持下，实现了动态的、连续的、以时间序列数据为基础进行风险量化的目标。

1. 层次分析法（AHP 法）加权过程

AHP 法是指将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次，在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。我们将加权划分为以下三个步骤：

（1）构造判断矩阵

表 3-1

A	A1	A2	A3	
A1	1.000	7.000	5.000	
A2	0.143	1.000	0.500	
A3	0.200	2.000	1.000	
	1.343	10.000	6.500	17.843

其中 A1 为租金、A2 配套设施、A3 为交通，通过两两相互比较、采用相对尺度的方法，解决了性质不同的诸因素无法进行比较的问题，提高了精准度。

(2) 计算矩阵的特征向量和指标权重

首先，对每一列 A 值进行加总，然后对每一列进行归一化处理，公式如下：

$$B_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum A_{ij}}$$

1) 得到一个新的 B 矩阵

表 3-2

B	B1	B2	B3
B1	0.745	0.700	0.769
B2	0.106	0.100	0.077
B3	0.149	0.200	0.154

2) 接下来对每一行进行求和，得出特征向量

表 3-3

B	B1	B2	B3	Sum
B1	0.745	0.700	0.769	2.214
B2	0.106	0.100	0.077	0.283
B3	0.149	0.200	0.154	0.503
Sum	1.000	1.000	1.000	3.000

3) 最后计算指标的权重，对特征向量进行归一化处理，公式如下：

$$W_i = \frac{B_j}{\sum B_j}$$

表 3-4

B	B1	B2	B3	Sum	W	W%
B1	0.745	0.700	0.769	2.214	0.738	0.738
B2	0.106	0.100	0.077	0.283	0.094	0.094
B3	0.149	0.200	0.154	0.503	0.168	0.168
Sum	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000	1.000

这时候我们就可以得出三个指标的权重，分别为 73.80%、9.44%、16.76%，最后我们要对这个权重进行检验，即检验矩阵的一致性。

(3) 矩阵的一致性检验

1) 计算矩阵的最大特征根，公式如下：

$$\alpha_{\max} = \frac{\sum(AW)_i}{nW_i}$$

表 3-5

W%	AW	AW/W
0.738	2.234	3.027
0.094	0.300	3.177
0.168	0.462	2.754
1.000	2.996	8.958
特征根		2.986

2) 计算判断矩阵的一致性指标，公式如下：

$$C.I. = \frac{\alpha_{\max} - n}{n - 1}$$

其中 n: 表示矩阵的阶数

3) 计算随机一致性比率

检验一个矩阵的一致性指标为矩阵的随机一致性比率，计算公式为：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

表 3-6

R. I.	0.520	
特征根	2.985987	
C. I.	-0.00701	
一致性比率	-0.01347	小于 0.1 所以保持了一致性

经检验，一致性比率=-0.01347<0.1，表示对比矩阵保持了显著性水平。

2. 归一法

归一化是一种简化计算的方式，即将有量纲的表达式，经过变换，化为无量纲的表达式，成为纯量。我们运用线性函数归一化方法，将原本单位不同的三个指标转化到统一的[0, 1]范围内，该方法实现了对原始数据等比例的缩放，归一化公式如下：

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

3. 非居住类权重

同理，我们得到了非居住类企业三个指标的权重分别为人流量（66%）、停车场泊车率（28%）、评价（6%）。

表 3-7

	A1	A2	A3				
A1	1	3	9				
A2	0.333	1	6				
A3	0.111	0.167	1				
Sum	1.444	4.167	16	21.611			
	B1	B2	B3	Sum	权重	AW	AW/W
B1	0.692	0.720	0.563	1.975	0.659	2.077	3.155
B2	0.231	0.240	0.375	0.846	0.282	0.720	2.554
B3	0.077	0.040	0.063	0.179	0.060	0.189	3.135
Sum	1	1	1	3	1		8.843
特征值				2.948	C. I.	-0.026	
R. I.	0.520	一致性	-0.050				

综上，结合归一化方法与层次分析法本小组拟合出了一个环境风险指数，实现了实时监控、预测企业经营状况的目标。

4. 第四部分：模型运行流程

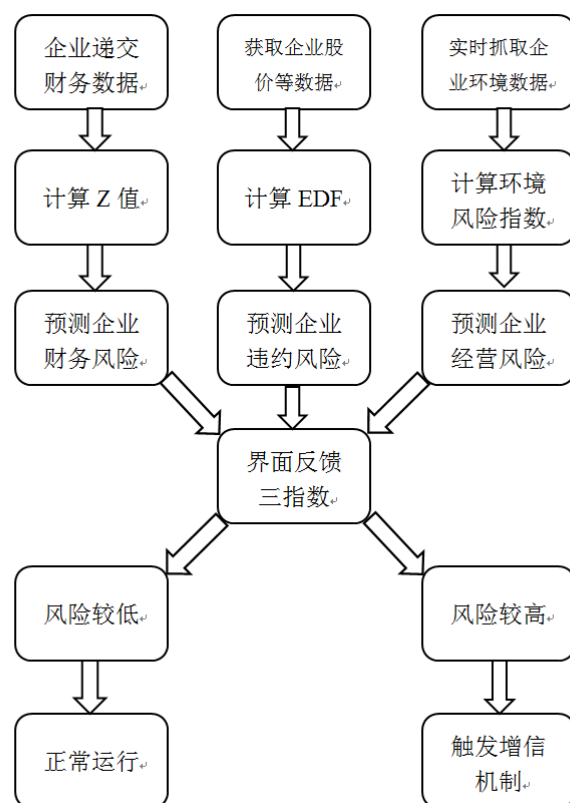


图 4-1

模型运行流程如图 4-1 所示，该模型运行流程主要由三部分构成：

（1）根据财务报表衡量企业财务风险指标

首先，对象企业需要按规定在一定时间点提交财务报表，交由我方审核。接着，我方在收到了财务报表后，运用修正后的 Z 值模型与 KMV 模型进行检测，对输出后的 Z 值与阈值进行比对，判断企业处于健康组、非健康组还是灰色地带；对输出后的违约风险进行评判，判断企业违约风险处于高风险状态还是低风险状态。

（2）根据非财务指标预测企业未来运营风险

在平台中嵌入动态监控模块，在各大网络平台上爬取所需数据，将获取的数据导入风险计算函数中，输出风险指数。输出的数据将以时间序列形式形成历史数据库，平台通过对产生的风险指数变化趋势的监控，以及和预警线的对比，监

督并预测企业现在和未来经营风险的波动。投资者也可以在历史数据库中了解企业的经营状况，从而做出理性的判断。

(3) 综合财务风险指标与非财务风险指标

通过综合界面反馈出来的两方面指数，以财务风险指标为主，以非财务风险指标为辅，风险较低的可以继续运行，风险较高的企业将触发增信机制，以保障投资者的权益。

5. 第五部分：案例分析

截至 2016 年底，万科泊寓共进入 18 个城市，已开业 44 个项目，以一二线城市为主，开业 3 个月以上的物业出租率达到 90%。万科泊寓凭借万科自持物业与标准化装修掌握了一大批的优质房源。无论是国内还是国外，万科泊寓在业内都具有较强的典型性，是同业其他公司参考效仿的标杆，所以本项目使用万科泊寓作为案例进行分析。

5.1 财务指标计算

1. Z 值模型

X1: 债务保障率 计算公式: 经营活动现金流量净额/流动负债

X2: 总资产周转率 计算公式: 营业收入/平均资产总额

X3: 总资产同比增长率 计算公式: 期末总资产-期初总资产/期初总资产

根据 Z 值模型 $Z = -3.812 + 4.721X_1 + 9.078X_2 + 0.039X_3$ 与财务报表(模拟)进行计算。

表 5-1

财务指标	2018-03-31	2017-12-31	2017-09-30	2017-06-30	2017-03-31
基本每股收益(元)	0.150	2.710	0.900	0.510	0.020
每股净资产(元)	9.380	9.130	7.150	6.780	6.600
每股现金流(元)	-1.330	-4.640	-1.730	-3.300	-2.320
ROE (%)	1.720	34.180	12.810	7.440	0.280
净利润同比 (%)	752.610	99.680	125.590	33.660	

营收同比率 (%)	154.210	44.890	42.330	24.870	77.950
毛利率 (%)	36.410	35.560	37.380	36.230	38.870
利润表 (元)					
总营收 (亿)	51.790	405.260	168.560	113.280	20.370
总利润 (亿)	4.840	83.710	28.170	16.450	7942.680
净利润 (亿)	3.600	60.290	19.920	11.390	4227.150
资产负债表 (元)					
总资产 (亿)	1947.870	1835.270	1488.190	1398.420	1157.720
总负债 (亿)	1680.220	1575.450	1316.800	1229.450	992.060
股东权益合计 (亿)	267.650	259.820	171.390	168.970	165.650
现金流量表 (元)					
营业性现金流	-29.990	-104.850	-39.090	-74.610	-52.450
投资性现金流	-78.140	2.440	-70.220	-15.390	-24.570
融资性现金流	61.380	189.700	145.350	137.040	64.720
净现金流	-46.750	87.290	36.050	47.030	-12.310

计算结果如下:

表 5-2

债务保障率	资产周转率	资产同比增长率	Z 值
-0.080	0.283	77.887	1.412

Z 值 (1.41236) > 临界值 (0.747048), 万科泊寓处于财务健康状态。

2. KMV 模型

获取其 2017 年每日收盘价, 计算其对数收益率。进行 ADF 检验:

表 5-3

Null Hypothesis: SHOUYI has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=14)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.76506	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.996431	
5% level	-3.428503	
10% level	-3.137665	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

ADF 值小于临界值，股价收益率时间序列不存在单位根，是平稳序列。用 GARCH(1, 1)模型估计股价波动率：

表 5-4

Dependent Variable: SHOUYI				
Method: ML – ARCH (Marquardt) – Normal distribution				
Included observations: 243 after adjustments				
Convergence achieved after 8 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(1) + C(2)*RESID(-1)^2 + C(3)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	7.70E-05	2.39E-05	3.217287	0.0013
RESID(-1)^2	0.111695	0.035607	3.136905	0.0017
GARCH(-1)	0.753354	0.066168	11.38552	0.0000

另：GARCH = 7.70143378705e-05 + 0.111694859777*RESID(-1)^2 + 0.753354191924*GARCH(-1)

估计得到日波动率为 0.026986，则年波动率为 0.426690555，计算结果如下，2017 年总市值均值为 40450299058.8125，流动负债 SD=130476342875，长期负债 LD=27068544190，取 T=1，r=0.03551。代入 matlab 程序得 DD=1.98，EDF=0.0239。

5.2 环境风险指数计算

首先，我们收集了关于万科泊寓广州地区的环境情况。部分情况如表 5-5（简表）所示。

表 5-5

房源号	房源名	地址 (总)	楼层	面积	房型	价格	优势
/gz/fang/ gongyu4 6-248680 .html	【整租】文冲 万科云城米 酷 1 室 0 厅	华观路 万科云 城米酷	5/17 层	18 m ²	1 室 0 厅 1 卫	1499	生活配 套设施 多样
/gz/fang/ gongyu4 6-248636 .html	【整租】龙洞 万科云城米 酷 1 室 0 厅	华观路 万科云 城米酷	5/17 层	25 m ²	1 室 0 厅 1 卫	1850	独立阳 台, 独立 卫生间, 厨房
/gz/fang/ gongyu4 6-245748 .html	【整租】滨江 西 万科峯汇 2 室 1 厅	距离 6 号线文 化公园 地铁站 689 米	25/53 层	124 m ²	2 室 1 厅 1 卫	11000	离地铁 近, 厨 房, 独立 阳台, 独 立卫生 间

运用归一化处理方法对数据进行了处理，并对租房价格、配套设施、交通情况进行了量化，然后结合权重【租房价格（73.80%）、配套设施（9.44%）、交通（16.76%）】对所得结果进行加权计算得出最终结果，2018 年 8 月 3 日万科泊寓广州地区的环境风险指数为 0.384651369。平台会以此为例继续对环境风险指数进行实时动态的监控。

6. 第六部分：总结

本报告中所述模型，是本项目的核心之一，为本项目风险评控体系的重要组成部分。这部分模型，镶嵌在对企业的风险控制中。从实证检验的结果可以看出，修正后的 Z 值模型可以很好地衡量企业未来的财务风险，KMV 违约风险指数可以准确的监控企业的违约风险，环境分析指数也可以有效的预测企业未来的经营风险。综合财务指标与非财务指标，一方面可以准确的了解企业内部的财务状况，另一方面可以掌握企业外部的经营环境的变化，对企业的风险控制实现了由传统

的截面型数据监测转变为立体的面板型数据监测。虽然整个模型在建模、检验等方面仍有不完善之处，但是模型在已有的理论上进行了大胆的创新，更有效的实现了对企业风险的监督和预测，具有一定的借鉴意义。