

# “偿二代”下非寿险最低资本相关矩阵情景分析 ——基于最接近相关矩阵的正交试验

张连增 庄源

南开大学

2022.11

# 大纲

- 1 Introduction
- 2 Methods
- 3 Results
- 4 Discussion

# Introduction

# Introduction

- C-ROSS 于 2016 年正式发布，二期工程也于今年 1 季度正式全面实施
- 《保险公司偿付能力监管规则第 4 号：保险风险最低资本（非寿险业务）》中，各业务线风险采用**相关系数矩阵**进行聚合
- 相关性矩阵实用性强，但是忽视了厚尾性和尾部风险相依复杂性
- 有没有相关性矩阵方法的替代？
  - ① 各种形式的 Copula
  - ② 共单调模型
  - ③ GARCH 模型
  - ④ 从公司整体赔付率层面进行尾部风险分析

# Introduction

- 二期工程中调整了相关系数矩阵
- 在监管部门系统性更新相关系数矩阵时，哪些公司的最低资本变化更大？
- 不同的公司对于相关系数矩阵中的哪些元素变化的敏感性更大？

# Methods

# 现有研究不足和方法应解决的难点

- 现有研究仅使用完全相关矩阵（即全 1 矩阵）、完全不相关矩阵（对角线全为 1，其它元素全为 0）和监管所规定的相关系数矩阵
- 情景分析需要解决的问题：
  - ① 若探究“中间”情况，则不同情景下都必须保证矩阵的半正定性
  - ② 生成情景可能过多，需要寻找有代表性的情景进行分析

# 矩阵半正定性的保持：最接近相关矩阵理论

- 问题来源：金融投资组合的相关矩阵分析
- 目的：找到一个与原来矩阵最“像”的相关系数矩阵
- 

$$\begin{aligned} \min \quad & \frac{1}{2} \| A - X \|^2 \\ \text{s.t.} \quad & X_{ii} = 1, \quad i = 1, \dots, n, \\ & X \in \mathcal{S}_+^n, \end{aligned}$$

- 有兴趣的读者可以参考以下文献：

- ① Qi H., and Sun D. Correlation stress testing for value-at-risk: an unconstrained convex optimization approach[J]. Computational optimization and applications, 2010, 45(2):427-462
- ② Rahman A. The Nearest Correlation Matrix[EB/OL].<https://cran.r-project.org/web/packages/sdpt3r/vignettes/nearcorr.pdf>, 2019.



# 代表性情景生成：正交试验法

- 来源：工学农学试验
- 本文在不同情景中需要同时变化 20 个非零相关系数，且为每个系数设置了 5 个变化水平：0, +20%, +40%, +60%, +80%。若考虑全部情景，本文需要对每家公司模拟  $5^{20}$  个情景 (约  $9.54 * 10^{13}$  次)
- 正交试验具有“均匀分散，整齐可比”的特点，本次试验采用  $L_{125}(5^{20})$  正交表，为每个公司模拟 125 次
- 有兴趣的读者可以参考以下文献：
  - ① 茆诗松, 周纪芴, 陈颖. 试验设计 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.

# 数据来源和描述统计

- 中国保险行业协会披露的 2022 年第二季度 58 家财险公司偿付能力摘要

表 1: 最低资本分量描述性统计

变量	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
保费风险最低资本-车险	1.335E+09	4.76E+09	96460784	0	2.907E+10
保费风险最低资本-财产险	298456556	8.37E+09	25030039	25058	5.444E+09
保费风险最低资本-船货特险	67889776	196131028	8720061	0	1.247E+09
保费风险最低资本-责任险	292951586	945298945	39272229	3119	5.713E+09
保费风险最低资本-农业险	409790362	1.573E+09	24107	-1800	1.147E+10
保费风险最低资本-短期意外伤害险	117630985	349848392	14513404	0	2.037E+09
保费风险最低资本-短期健康险	279865981	1.173E+09	12474416	0	8.749E+09
保费风险最低资本-短期寿险	114377	871069	0	0	6633862
保费风险最低资本-其他险	21236506	75044603	121520	0	487690800
准备金风险最低资本-车险	586587040	1.998E+09	48244615	0	1.171E+10
准备金风险最低资本-财产险	269142738	766983955	37504231	739245	5.017E+09
准备金风险最低资本-船货特险	126823288	440076631	10938408	0	2.983E+09
准备金风险最低资本-责任险	326178627	1.018E+09	52075113	255307	6.351E+09
准备金风险最低资本-农业险	96238717	332597332	412718	0	2.422E+09
准备金风险最低资本-短期意外伤害险	93511841	272588246	15564530	0	1.673E+09
准备金风险最低资本-短期健康险	255406221	1.182E+09	10646902	0	8.892E+09
准备金风险最低资本-短期寿险	138186	1052394	0	0	8014796
准备金风险最低资本-其他险	3880141	11552616	7184	-3875	59649800
保费及准备金最低资本-信用保证险	464821671	1.348E+09	7714187	0	8.451E+09

# 相关性情景分析

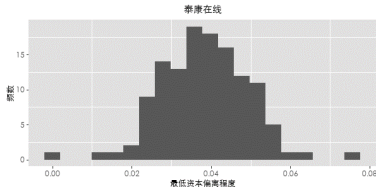
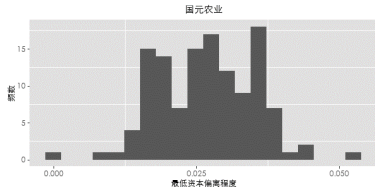
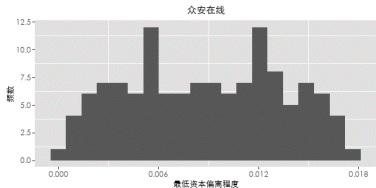
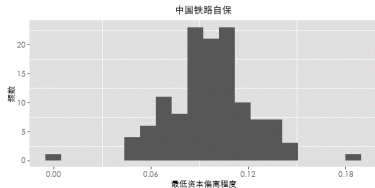
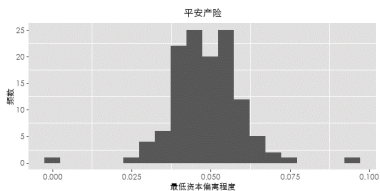
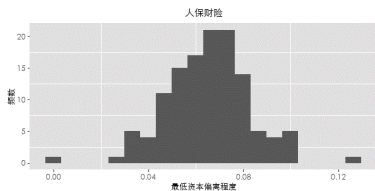
表 2: 整体情景分析框架

步骤	操作
步骤 1	读取原始数据中其中一家财险公司各业务线的保费风险最低资本和准备金风险最低资本。
步骤 2	<p>重复以下步骤直至按行遍历完整个正交表:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 使用偿付能力规则中的最低资本计算方法, 计算该财险公司在基本情景下的保险风险最低资本。</li> <li>(2) 利用正交表该行规定的各因子水平改变 20 个相关系数, 查看改变后的矩阵是否满足半正定条件。若否, 则寻找其最接近相关矩阵, 代替改变后矩阵进行后续分析。</li> <li>(3) 在新的相关矩阵下计算该财险公司的最低资本。</li> </ol>
步骤 3	重复步骤 1 和 2, 直至所有公司的情景模拟全部完成。储存各公司不同情景下的保险风险最低资本, 留待后续分析。

# Results



# 部分试验结果详细展示



# 情景敏感性公司共性

- 主营业务不过分集中且旗下特定业务线占比较高（主营业务相关性较高）
- 特定业务线：车险、财产险、船货特险、责任险和短期意外险
- 解释了上一面 Slide 提出的问题

表 3: 情景敏感性公司共性

最低资本平均变动前十名				最低资本平均变动后十名			
公司	最低资本平均变动	主营业务占比标准差	特定业务占比	公司	最低资本平均变动	主营业务占比标准差	特定业务占比
中国铁路自保	0.0966	0.1475	99.30%	国元农业	0.0282	0.2122	17.57%
珠峰财险	0.093	0.2554	93.41%	国泰财险	0.0267	0.2749	85.68%
前海联合财产	0.0865	0.1458	81.89%	安心财险	0.0249	0.3937	9.63%
现代财险	0.0846	0.2209	91.77%	紫金财险	0.0241	0.2654	79.77%
史带财险	0.0844	0.161	100.00%	华海财险	0.0214	0.4078	97.47%
海峡金桥	0.0841	0.2413	95.70%	广东能源自保	0.0167	0.4925	100.00%
太平科技	0.0838	0.1439	91.97%	中原农业	0.0158	0.269	24.17%
黄河财险	0.0817	0.1157	80.07%	众安在线	0.0137	0.1225	22.95%
中意财险	0.0776	0.1342	98.22%	阳光农业相互	0.0088	0.356	15.95%
长江财险	0.0771	0.3736	98.82%	汇友相互	0.0012	0.4471	8.03%

注：主营业务占比标准差及特定业务占比由 2021 年《中国保险年鉴》数据计算得出

# 正交试验的极差分析

表 4: 各类保险公司最敏感相关系数

公司	敏感相关系数 1	敏感相关系数 2	敏感相关系数 3
<b>大型财险公司 (选取 2021 年保费收入前 5 名)</b>			
人保财险	短健险-车险	责任险-车险	农业险-财产险
平安产险	责任险-车险	短意险-车险	短意险-责任险
国寿产险	责任险-车险	短意险-车险	农业险-财产险
中华保险	短健险-车险	责任险-车险	农业险-财产险
大地财险	责任险-车险	短健险-车险	短意险-车险
<b>农业保险公司</b>			
安华农业	农业险-财产险	责任险-车险	农业险-责任险
国元农业	短健险-农业险	短健险-车险	农业险-责任险
阳光农业相互	农业险-财产险	农业险-责任险	短意险-农业险
中原农业	短健险-农业险	农业险-责任险	农业险-财产险
太平洋安信	农业险-财产险	农业险-责任险	短意险-农业险
<b>网络保险公司</b>			
安心财险	短健险-车险	短健险-责任险	短健险-短意险
泰康在线	短健险-车险	短健险-短意险	短健险-责任险
众安在线	短健险-短意险	信用保证险-财产险	短意险-财产险
<b>自保公司</b>			
广东能源自保	责任险-财产险	船货特险-财产险	责任险-船货特险
铁路自保	责任险-财产险	船货特险-财产险	短意险-责任险
中石油专属	船货特险-财产险	责任险-财产险	责任险-船货特险



# Discussion

# 不做低效率的风险分散

- 风险分散得不完全
- 新观点：可能面临着资本压力

# 监管建议

- 识别并关注保险业务结构的同质化程度
- 最接近相关矩阵理论和正交试验法也可广泛应用于保险行业的假设情景测试与敏感性测试中

感谢各位老师聆听!