



中再产险
CHINA RE P&C

保险业环境风险量化分析方法

李晓翀，中再产险精算负责人

2017年7月

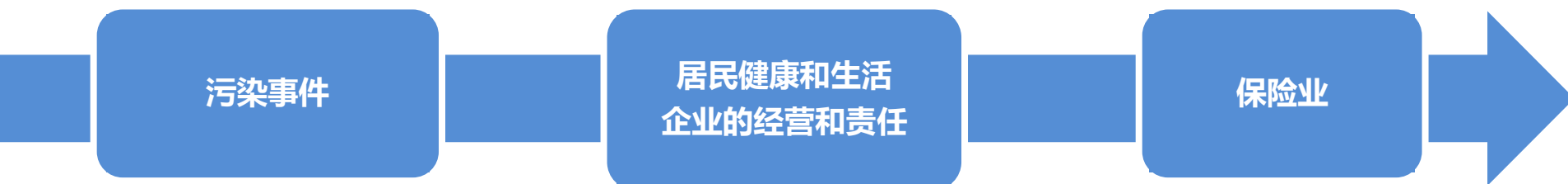
1

环境风险对保险业的影响

2

环境风险量化分析模型

环境风险的传播路径



自身损失

- 财产损失（企业财产与个人财产、防污费用、农业损失）
- 营业中断损失
- 人身医疗损失

第三方责任

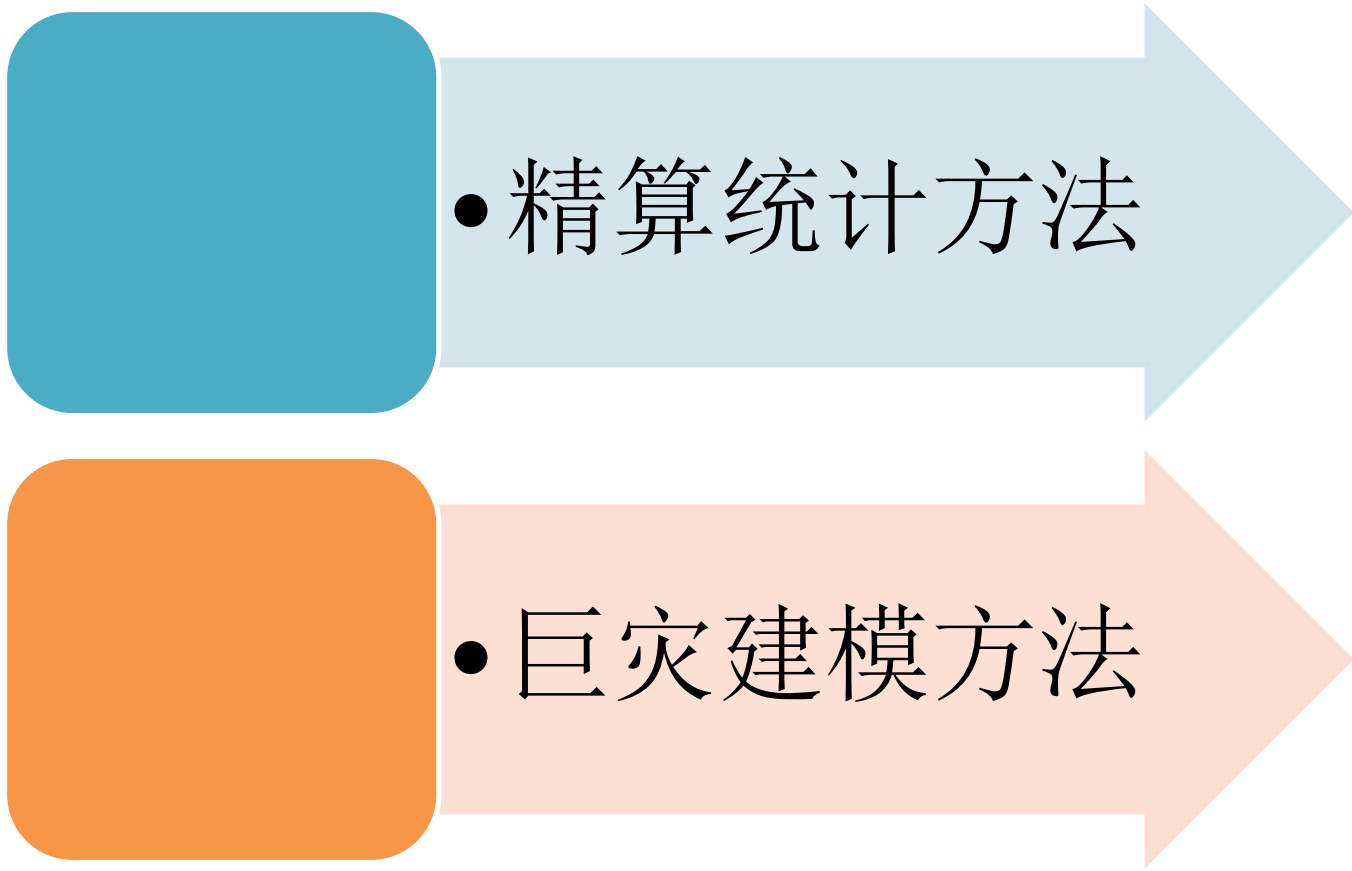
- 环境污染责任

1

环境风险对保险业的影响

2

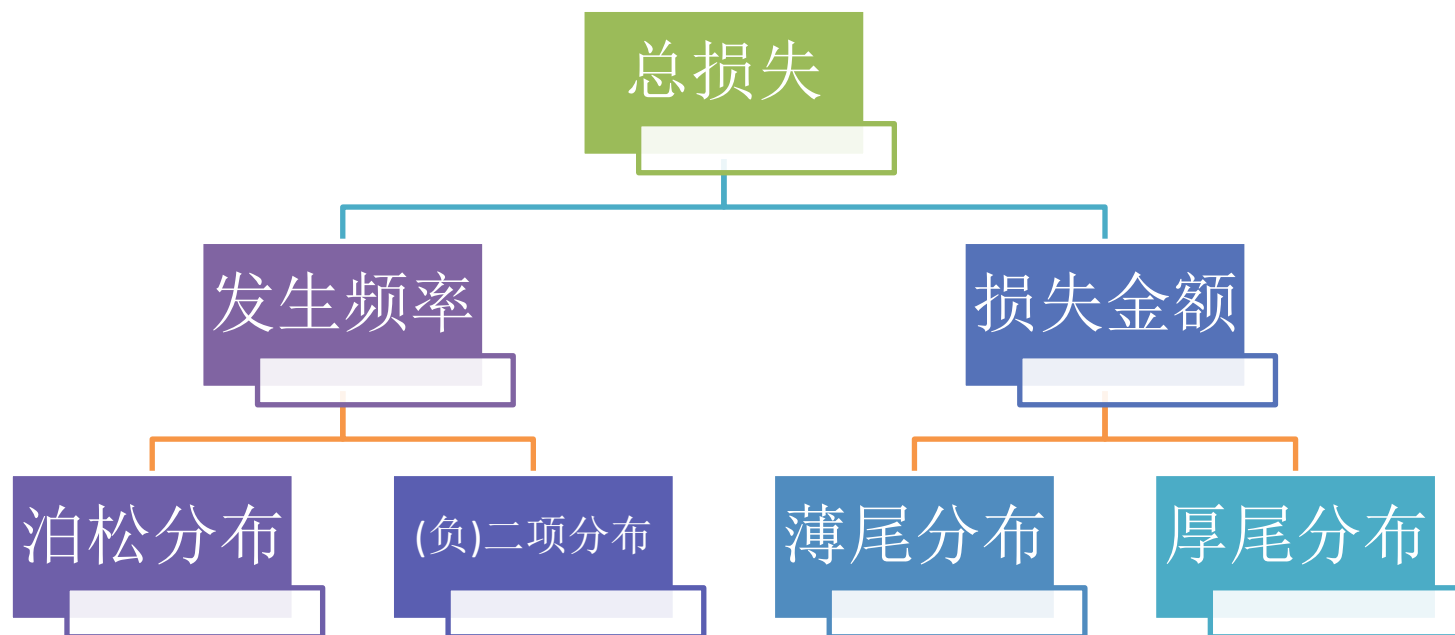
环境风险量化分析模型



- 精算统计方法

- 巨灾建模方法

- 依靠 Curve Fitting（分布拟合）和 Simulation（随机模拟）技术，建立损失模型。

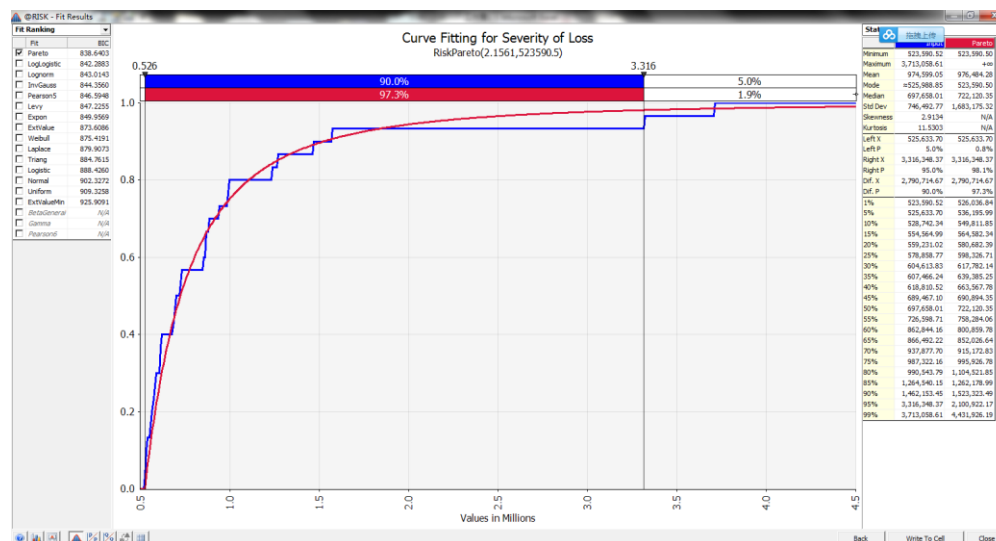


- 基于经验损失数据，做 Curve Fitting (分布拟合)，分别确定发生频率与损失金额的概率分布模型，然后再随机模拟出总损失金额。

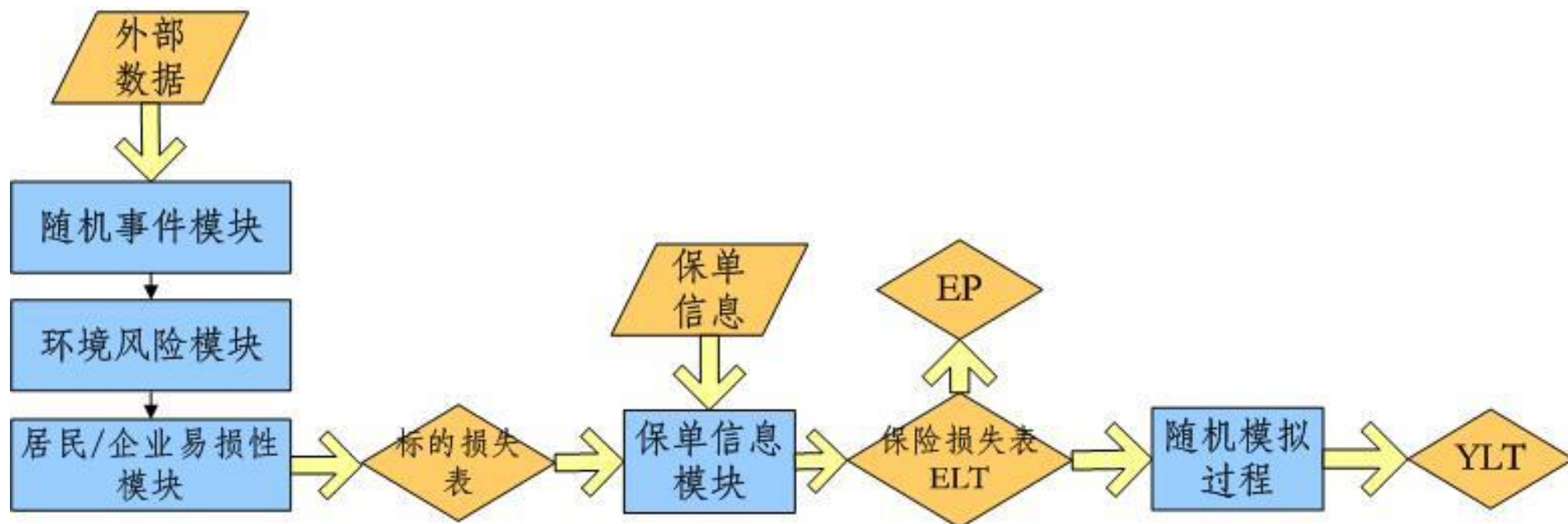
分布拟合

矩估计法

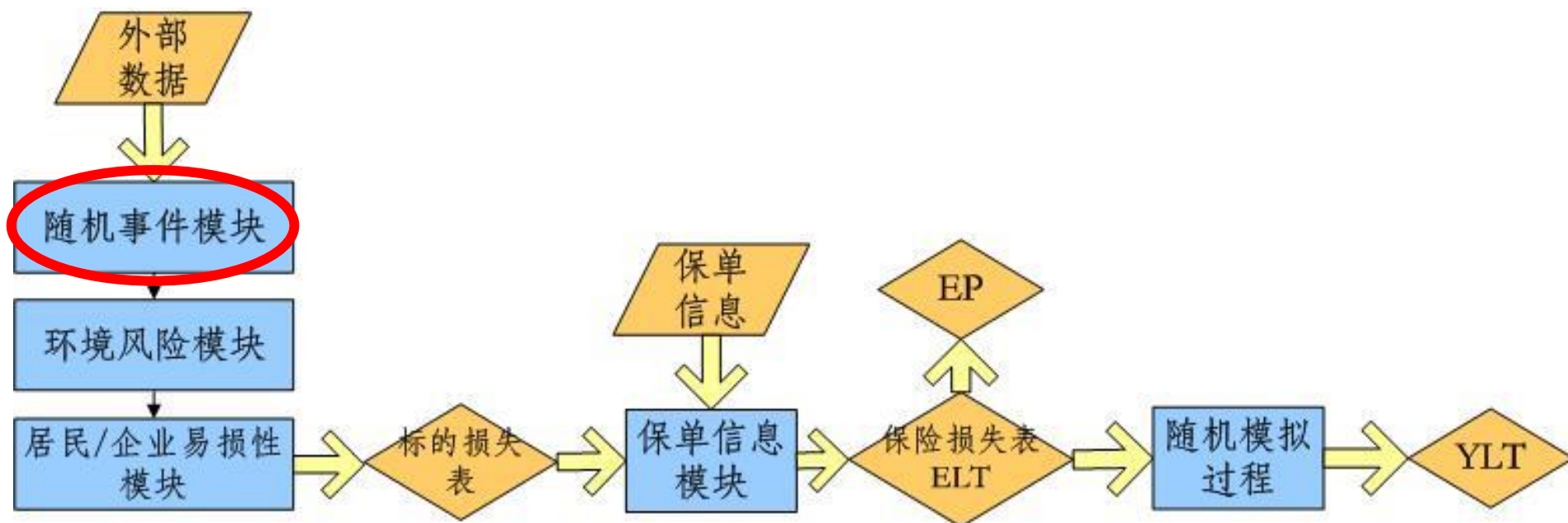
最大似然估计法



环境风险巨灾量化模型流程图



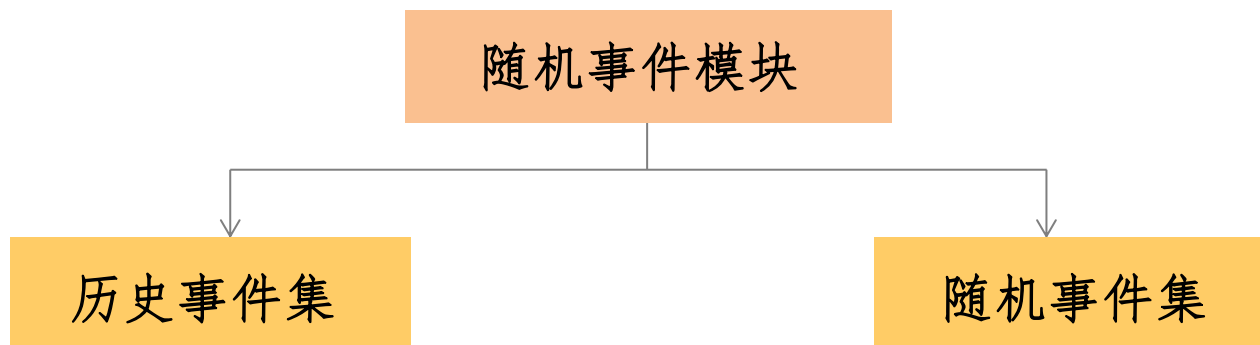
环境风险巨灾量化模型流程图



1. 随机事件模块(Stochastic Event Module)



中再产险
CHINA RE P&C

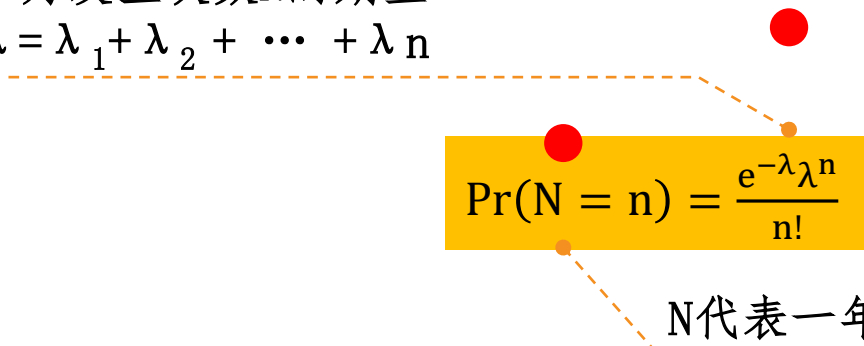


- 随机事件模块存储一系列环境污染事件，这些环境污染事件由地理位置、污染强度、发生频率等因子进行定义。
- 随机事件的生成方法可采用随机模拟法，又称蒙特卡洛方法（Monte Carlo Method, MCM）。

- 每个污染随机事件被假设为服从某种概率分布，常用的概率分布模型包括二项分布或者泊松分布。
- 泊松分布的优点是各个污染随机事件的发生频率具有可加性，给累积计算带来方便。

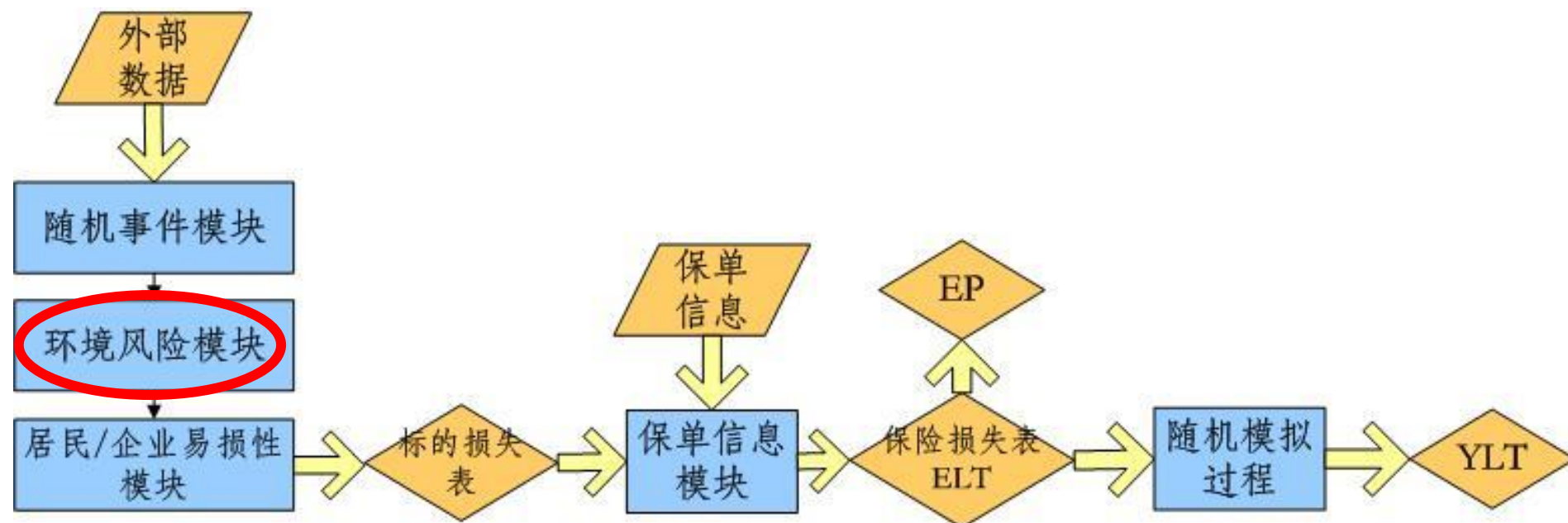
λ 为发生次数 N 的期望

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n$$


$$\Pr(N = n) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!}$$

N 代表一年内风险事件的发生次数

环境风险巨灾量化模型流程图



2. 环境风险模块(Hazard Module)



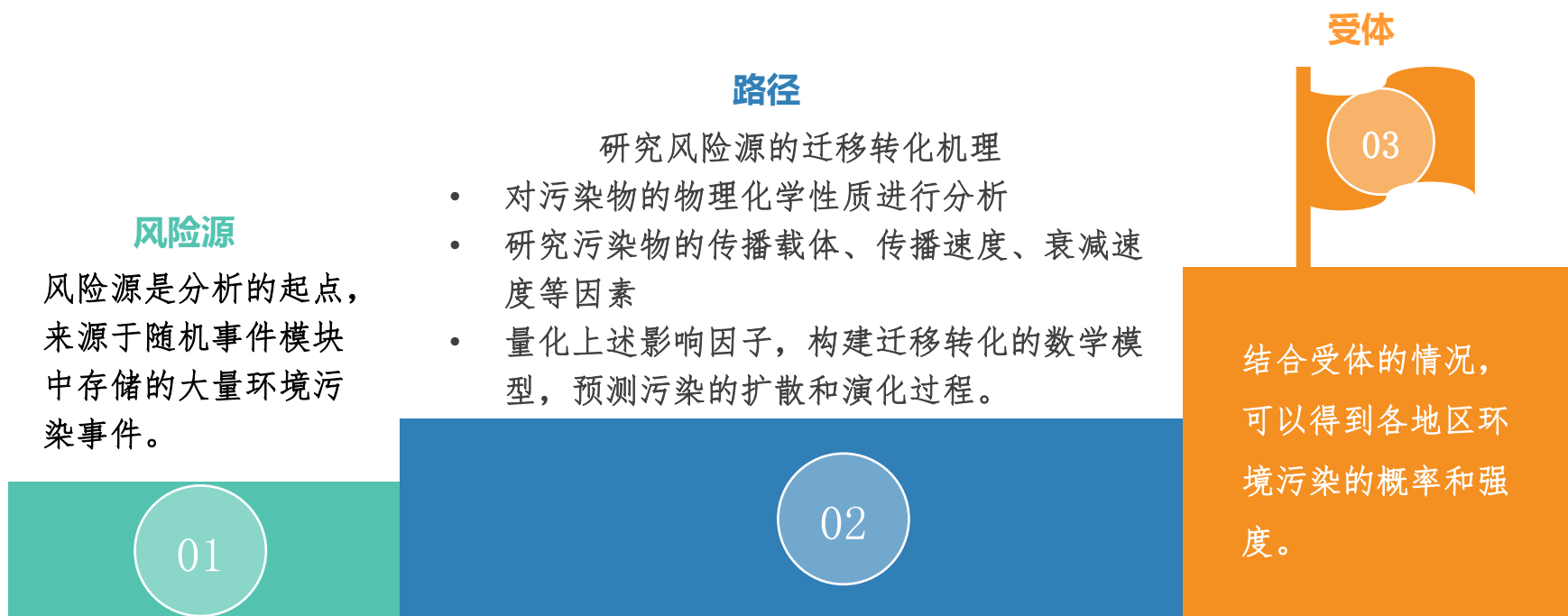
中再产险
CHINA RE P&C

- 一次环境风险事件发生后，会对各个地区产生不同程度的影响。利用环境风险模块可以通过一定的算法对不同地区受到的环境污染情况进行分析，最终获得每个区域的环境污染的概率和强度。

一次环境风险事件 → 环境风险模块 → 各个地区的环境污染概率和强度

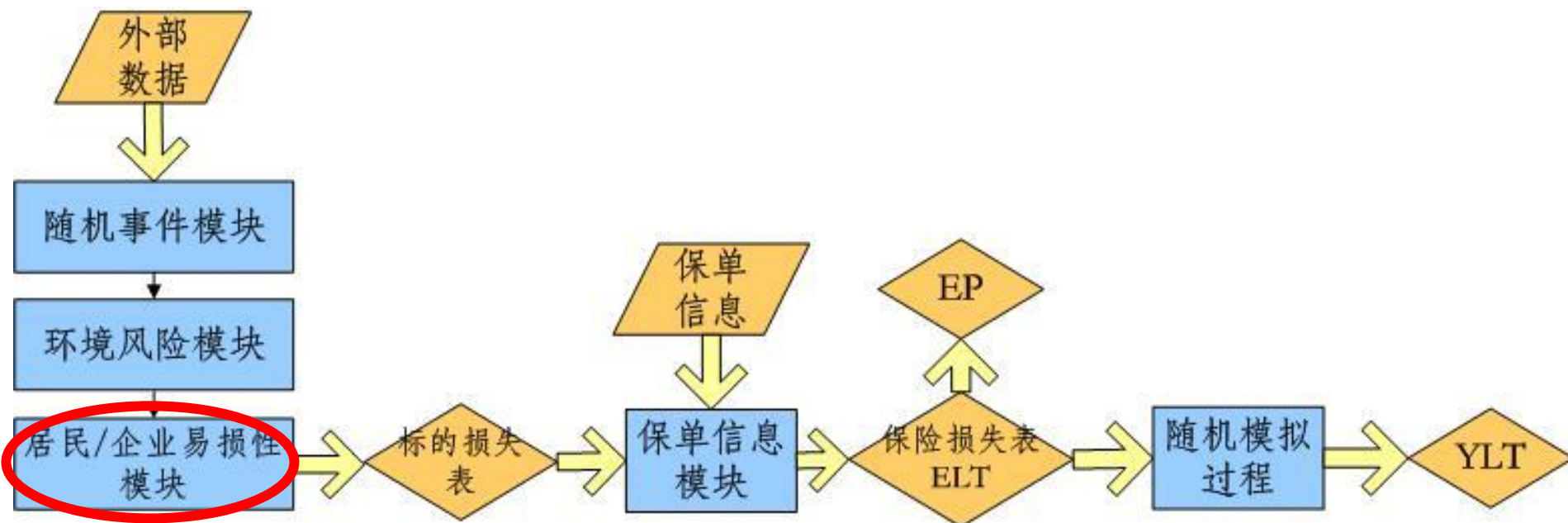
2. 环境风险模块(Hazard Module)

- 环境风险模块需要用到环境工程、地理、气象等相关的技术。不同类别的污染可能需要采用不同的风险评价方法。





环境风险因素量化模型流程图

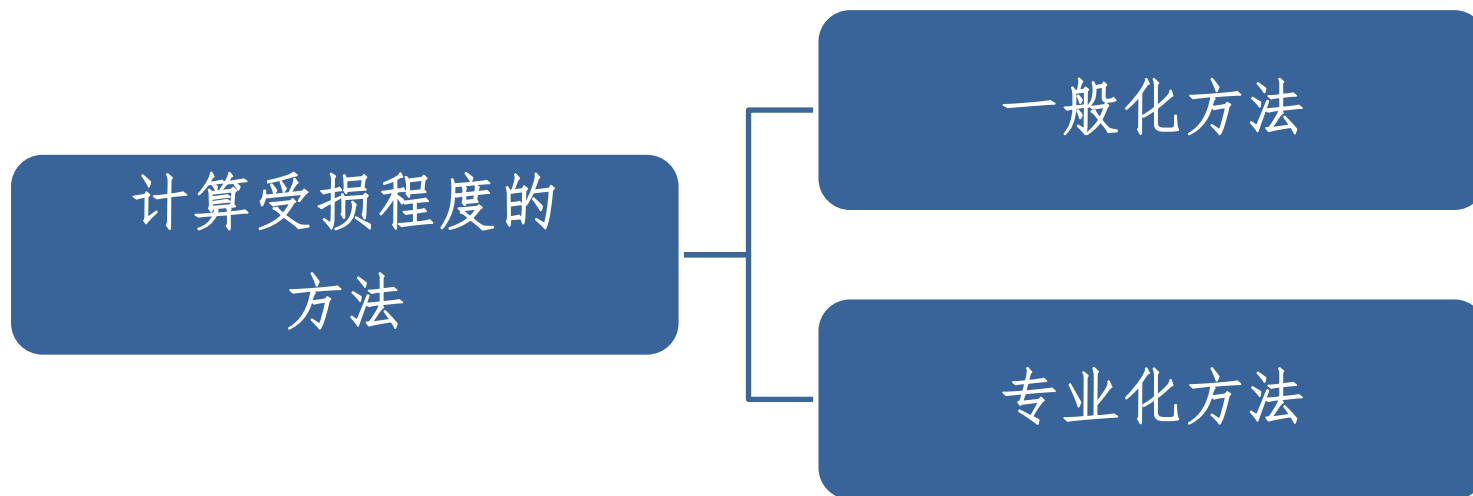


3. 居民/企业易损性模块(Vulnerability Module)



中再产险
CHINA RE P&C

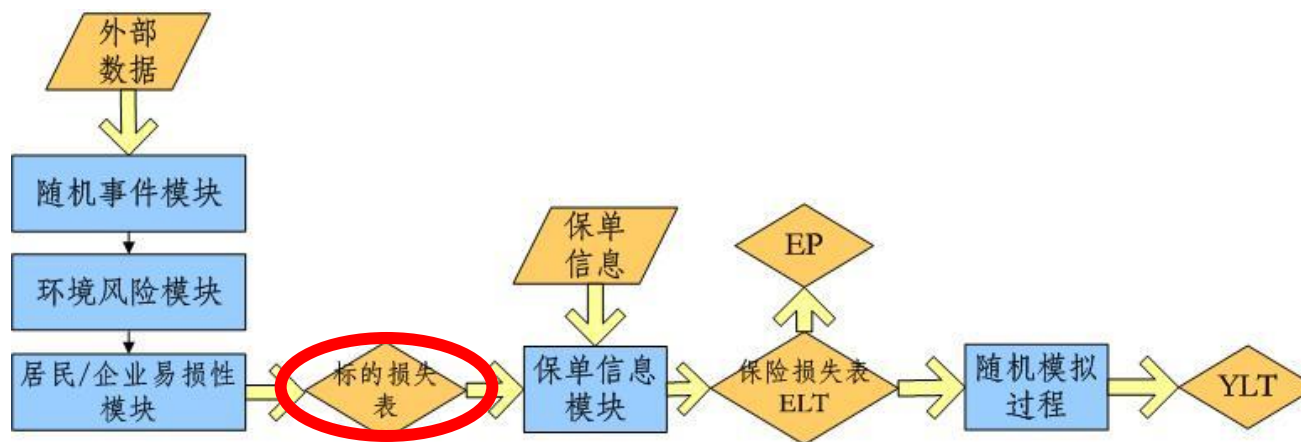
- 居民/企业易损性模块将在环境风险模块的基础上，计算没有任何风险分担机制（如保险保障）的情况下，环境污染事件给居民和企业带来的损失或损伤，即 Ground-up Loss。
- 损失金额=保险标的价值×受损程度



3. 居民/企业易损性模块(Vulnerability Module)

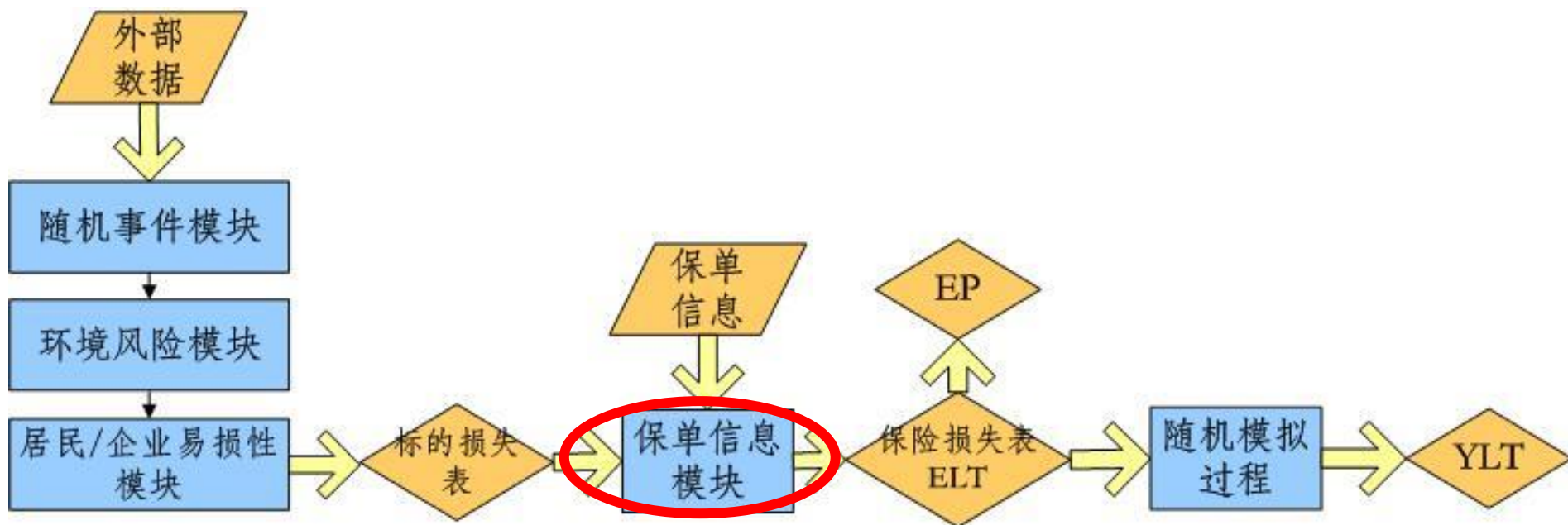


中再产险
CHINA RE P&C



环境污染事件ID	发生频率	损失金额	标准差	风险暴露价值	事件描述
Event 1	0.05	800,000	600,000	4,000,000	发生在地区A, 污染等级为X

环境风险巨灾量化模型流程图

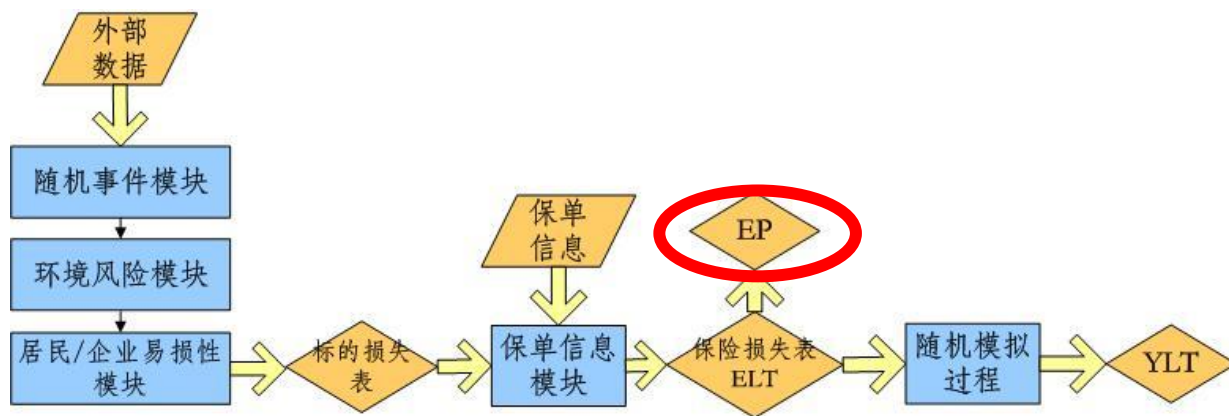




- 居民/企业易损模块已经计算出没有任何风险分担机制（如保险合同）的情况下，环境污染事件给居民和企业带来的损失或损伤的强度和概率(Ground-up Loss)，在这个基础上，结合保单信息即可得到保险公司的保险损失(Gross Loss)。
- 保单条件包括保单赔偿限额、免赔额、保障范围等内容。

保险损失= $\min$ [损失金额 $\times$ （1-免赔），保单赔偿限额]

5. 精算定价模块(Financial/Actuarial Module)



可以利用ELT中的数据生成超越概率曲线（Exceedance Probability Curve, EP曲线），EP曲线用来表示损失金额超过一定额度的概率。OEP和AEP组成PML的概念，是保险公司控制巨灾风险的重要体系指标，也是国际信用评级机构通常关注的重要指标。

- OEP（Occurrence Exceedance Curve）曲线表示至少有一次事件的损失金额超过阈值的概率。
- AEP（Aggregate Exceedance Probability）曲线表示一年内所有损失的总金额超过阈值的概率。

5. 精算定价模块(Financial/Actuarial Module)

随机模拟产生年度发生次数

随机模拟产生事件ID与损失

计算出YLT

年度ID	年度总损失	事件次数	年度描述
Event 1	900,000	1	Event IDs, Event Loss
Event 2	1,100,000	2	Event IDs, Event Loss
...	...	...	...

5. 精算定价模块(Financial/Actuarial Module)

年度ID	年度总损失	事件次数	年度描述
Event 1	900,000	1	Event IDs, Event Loss
Event 2	1,100,000	2	Event IDs, Event Loss
...	...	...	...

- 基于YLT，我们可以计算出保险定价的技术结果，包括保单的纯风险保费、标准差、分位数、OEP和AEP等。

$$\text{纯存风险保费 } P = \frac{\sum \text{Annual Loss}_i}{n}$$

$$\text{标准差SD} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Annual Loss}_i - P)^2}{n}}$$

$$\text{OEP}(x) = \frac{\text{年度最大事件大于} x \text{的年度数}}{n}$$

$$\text{AEP}(x) = \frac{\text{年度总损失大于} x \text{的年度数}}{n}$$

汇报人简介



李晓翀，中再产险 签字精算师

- 他是中国财产再保险公司和中再新加坡分公司的签字精算师，在保险行业有十多年从业经验。在中再产险，他负责公司的所有精算分析工作，包括再保险定价、准备金评估、巨灾建模和资本建模等。他曾经在英国伦敦工作不到一年。
- 他是北美产险精算师（FCAS）、英国精算师（FIA）和中国精算师（FCAA）。他还是目前中国市场唯一的国际认证巨灾模型分析师（CCRA），也是美国再保险管理师（ARA）和美国微软认证的系统工程师（MCSE）。他毕业于中国南开大学获得精算学硕士学位，曾在伦敦大学亚非学院（SOAS）进修财务管理，并拥有高级经济师职称。

E-mail: xiaoxuanli@hotmail.com

致谢



中再产险
CHINA RE P&C