

sigma

经济积累和气候变化 时期的自然灾害

- 01 摘要
- 02 报告要点
- 04 综述：2019年的巨灾
- 05 天气灾害损失随经济增长和
气候变化而上升
- 15 气候变化：科学家的观点
- 19 气候变化：对保险业的影响
- 26 结论
- 27 附录

摘要

2019年，灾害导致全球保险损失为600亿美元。

天气灾害造成的损失呈上升趋势，主要原因是随着经济增长和城市化，风险敞口不断扩大。

我们预计，未来几十年，气候变化效应将随着损失日益上升而显现。

天气相关的风险依然可保…

…但保险业必须重新评估核保流程，并将先前未考虑到的损失因素纳入风险建模。

气候变化效应及其他趋势发展对(再)保险公司的盈利水平和偿付能力构成风险。

2019年，灾害事件造成1460亿美元的经济损失，比前两年有所减少，原因在于美国未遭遇严重飓风。保险损失为600亿美元，低于750亿美元的前10年平均值。去年的保险损失中，自然灾害导致的金额为520亿美元。登陆日本的台风海贝斯和法茜是2019年全球损失最严重的单个灾害事件。

1980年以后，天气灾害相关损失上升，主要原因是经济增长和城市化所带来的风险积聚。当严重天气灾害袭来时，聚集的(人员和物质)资产扩大了潜在损失。城市地区尤其如此，譬如容易受恶劣天气条件影响的沿海低洼区域。造成损失日益上升的大部分原因是由于其他社会经济因素导致的。

本期 *sigma* 包含哥伦比亚大学Adam Sobel教授撰写的一章。他指出，虽然气候变化的全面影响难以预测，但缺少证据也不能证明没有发生变化。气候变化效应已经开始显现：平均温度升高；海平面上升；热浪更频繁，持续时间更长；天气变得极端；降雨模式难以捉摸。我们预计，温度上升将导致发生严重天气灾害的频率增加，从而使得今后几十年的损失增长。这些影响最明显地体现为次生灾害加剧，即中小规模的灾害或原生灾害的次生效应。例如2019年，日本的台风海贝斯伴随强降雨，莫桑比克的气旋伊代带来风暴潮，东南亚的季风雨造成洪水泛滥。另外，虽然加利福尼亚州的森林火灾相比2017年和2018年有所减少，但澳大利亚东部创纪录高温使得森林火灾延烧数百万公顷林地，酿成该国有史以来持续时间最长的森林大火。

气候变化的全面影响复杂难料，而我们认为，天气相关风险依然可保，且现在就应采取行动。如不加以缓减，气候变化的长期风险将会不可逆转地到达“临界点”；在此情景中，气候变化效应可能带来资产可保性问题，尤其在风险密集地区。行业需要积极考察、动态跟踪气候变暖的影响，调整模型以适应风险格局的深度变化。这需要将两个新维度纳入风险评估。第一个是时间维度。保险公司应当针对近期建模，同时面向长期作出规划。第二个维度是各种天气相关风险预期结果的确信度。

气候变化使得风险格局动态化，保险公司需要作出适当反应。当今的许多巨灾模型立足于过去。它们并未充分考虑到：在快速城市化、有时更脆弱的世界中，财富更加集中，这也导致风险敞口增加，特别是当城市扩张到风险更高的地区。其他复杂因素(如损失蠕变)也带来建模挑战。损失蠕变扩大是指损失逐渐增加，主要体现在严重飓风和台风灾害带来的损失变动过程中。造成这个现象的因素有很多，包括社会通胀或理赔过程缺乏协调。这些因素将使损失超过预期水平。

(再)保险公司的资产和负债都会面临气候变化风险。这可能对承保盈利能力和偿付能力产生长期的不利影响。负债方面来看，主要风险是仅依赖历史损失数据或不完整/过时的模型而低估了风险保费。资产方面来看，风险敞口源自物质损失和转型风险对投资资产(包括基础设施基金和公司债券持仓)的影响。作为维持盈利能力的的第一步，(再)保险公司需要作出调整，以适应当今的风险格局，以反应目前的气候变化效应及其他相关趋势。

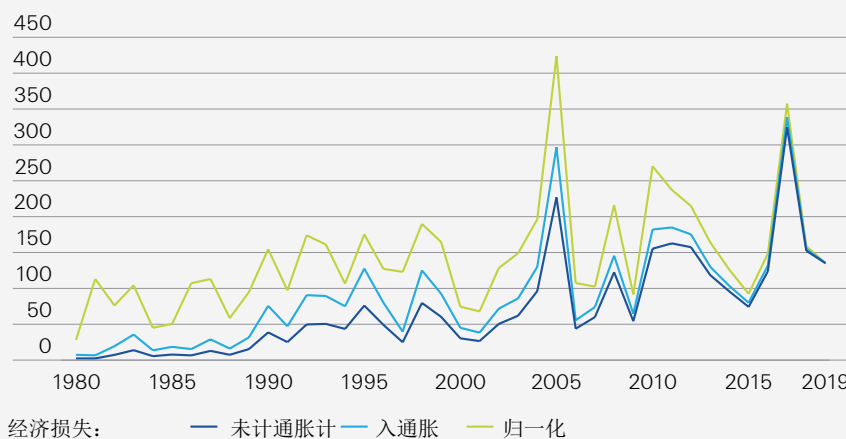
报告要点

- 截至目前，自然灾害造成的损失上升趋势主要源自于人力和实物资本的风险敞口积累，而后者又可归因于经济发展和城市化。
- 我们预计，全球温度上升将导致发生严重天气灾害的频率增加，从而使得今后几十年的损失进一步增长。
- 如今，气候变化效应随处可见：平均温度升高；海平面上升；冰盖融化；热浪的持续时间和频率增加；降雨模式变得难以捉摸；极端天气增多。
- 气候变化效应最明显地体现为它们越来越多地造成次生灾害损失。在2017年、2018年和2019年中，次生灾害占相应年度损失总额的大部分。次生灾害可能是中小规模灾害，也可能是主要灾害的次生效应(如地震后的海啸)。
- 人们尚未充分认识气候变化如何影响自然灾害的频率和严重程度。气候变化对飓风等原生灾害的影响表现得不明显，但这种影响仍可能存在。其性质和幅度，以及它在多大程度上导致损失，仍是有待解答的疑问。
- 即便如此，我们认为，不采取相应行动可能导致气候系统到达不可逆转的临界点，继而危害可保性，尤其是在风险密集地区。
- 目前，天气相关的风险依然可保。由于大多数财产(再)保险业务具有短期性，人们可以不断调整风险观点，以反映观察到的气候、风险敞口和脆弱程度变化。
- 为维持可保性，(再)保险行业必须动态跟踪气候变暖的效应，调整模型以反映持续变化的风险格局，不断将新的认知纳入风险评估。
- 新一代前瞻建模的关键在于了解根植于过去的社会经济因素如何在当下不断影响上升的风险和损失，然而这些因素在当前模型中未充分反映。
- 另外，2019年的巨灾事件为损失蠕动等复杂的损失因素提供借鉴。这些损失也并非始终反映在当前的风险模型中。

风险敞口积累和损失上升

归一化调整旨在说明：由于多年以来(人员和物质资产)价值的积累，如果和过去相同规模的灾害发生在今天，将会造成比当年更大的损失。在其他条件同等的情况下，气候变化会逐渐导致损失增长。但是，社会经济及其他因素并非一成不变；同样的道理，归一化损失上升并不能“证明”气候变化。

1980-2019年间极端天气灾害造成的经济损失：未计通胀、计通胀(2019年价格)和归一化(10亿美元)



来源：瑞再研究院

确信度有多高？

对气候变化等动态风险建模具有许多不确定因素。由于缺乏坚实的数据，该方法应当从确信度水平的角度，评估不同天气相关灾害预期变化带来的风险。



变化驱动因素



影响/风险



时间尺度



对保险业影响，
聚焦于财产巨灾险

		高确信度		
全球变暖应对措施	直接	<p>平均温度上升</p> <p>冰川和冰盖融化，热膨胀：海平面上升/风暴潮</p> <p>永久冻土层消融/边坡稳定性：山体滑坡</p>	<p>未来几十年缓慢、稳步增加</p>	<p>对财产保险产生中低影响：没有突发/前所未有的灾害(适应!)。在沿海和洪灾地区产生局部影响</p>
	<p>温度变动加剧</p> <p>持续时间更长/更频繁的热浪、干旱、缺水、森林火灾，健康问题和死亡率上升，潜在政治冲突</p>	<p>热浪/干旱：趋势已经显而易见，并在未来几十年上升</p>	<p>频率风险，大多影响原保险、成数和止损再保险。影响保险盈利，而非资本。由于原始保险性质各异，影响也差异巨大，洪水险的保障缺口明显</p>	
	<p>温度升高导致大气含水量增加</p> <p>更频繁的极端降雨和河流洪水</p>	<p>持续上升的区域趋势已经显而易见，到本世纪中叶/结束时，可能产生中等到严重影响</p>		
	确信障碍			
	<p>对气候周期的影响 (如ENSO、AMO、NAO)</p> <p>更频繁的严重热带气旋</p> <p>冬季风暴的频率和严重程度改变</p>	<p>到本世纪中叶/结束时，可能产生严重影响</p>	<p>对当今保险业的影响有限，因为气候风险得到积极管理。到本世纪中叶/结束时，会在严重程度(资本影响)和频率(盈利影响)两方面对(再)保险保障产生显著影响，尤其是在相关洪水风险获得全额保障的情况下</p>	
	<p>对流增强</p> <p>冰雹和龙卷风风险增加</p>			
		确信度较低		

来源：瑞再研究院

综述：2019年的巨灾

经济损失总额

1460 亿美元

低于2018年的1760亿美元，低于10年平均值2120亿美元

1370 亿美元

的经济损失由自然灾害所致，90亿美元的损失由人为灾难所致

占全球GDP的0.17%

低于0.26%的10年平均值

保险损失总额

600 亿美元

低于2018年的930亿美元，低于10年平均值750亿美元

520 亿美元

的保险损失由自然灾害所致，80亿美元的损失由人为灾难所致

占全球财产险直保收入的3.3%

低于4.4%的10年平均值

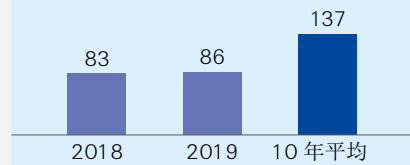
遇难者

11 497

灾害事件数量

317

全球保障缺口变化不大，且低于平均值(10亿美元)



重点

- 2019年巨灾造成的经济和保险损失低于上两个连续的高损失年份。
- 天气相关的灾害是造成2019年自然灾害损失的主要因素。
- 日本再次遭遇强台风的袭击：台风海贝斯和法茜是造成全球保险损失最惨重的灾害事件(分别为80亿美元和70亿美元)。
- 台风海贝斯引发极端降水。这再次表明，次生灾害对损失的影响不断增长。纵观日本的灾害局面，台风导致的洪水风险比以往要高得多。
- 就风速而言，多利安是2019年北大西洋飓风季中最强的飓风。该飓风保持5级风速的持续时间创历史纪录。这也是巴哈马群岛有史以来损失最惨重的自然灾害。
- 气旋伊代重创莫桑比克的沿海城市贝拉。这说明许多低洼城市很容易遭遇极端降水和风暴潮引发的洪水。
- 2019年是气温次高的年份，而2010年至2019年是有纪录以来最温暖的十年。
- 经历2017年和2018年的创纪录损失后，2019年的森林火灾损失下降。虽然加利福尼亚州的森林火灾减少，但创纪录的高温和降水不足在澳大利亚引发广泛、持久的火灾。这是该国有纪录以来最具破坏力的火灾。

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

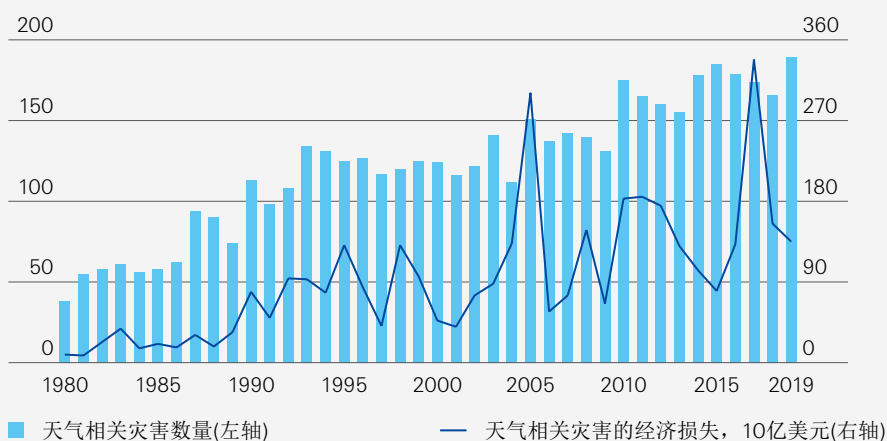
多项因素影响天气灾害造成的损失规模。1980年以后，经济增长和城市化导致的风险敞口积累已成为相关损失上升的主要动因。结合GDP增长和通胀水平进行的归一化处理后的损失进一步确认了天气相关灾害造成损失呈上升趋势。我们预计，气候变化效应将在未来几十年发挥越来越大的作用。但是，由于许多影响因素(包括社会经济因素)缺少细致的数据，归因建模依然在不断完善当中。

经济增长和城市化：主要风险驱动因素

天气相关灾害导致的经济损失呈现持续上升趋势。

近几十年来，风暴、洪水及其他极端天气相关灾害的数量和经济损失大幅上升(参见图2)。1990年代中期以后，损失上升趋势更加明显，原因可能是更全面周详的灾害报告提供了更优质数据。反过来，1980年代的损失增长较不明显，部分原因在于可提供数据较少。

图2：
天气相关灾害数量和关联经济损失，1970-2019(10亿美元，按2019年价格)



来源：瑞再研究院

风险敞口扩大是造成损失上升的主要驱动因素。

有许多相关因素导致天气相关灾害的损失上升。主要因素是世界人口持续增加、经济增长、城市化和资产增值带来的风险敞口扩大。过去60年来，世界人口增长了约2.5倍，¹全球实际国内生产总值(GDP)则增长7倍以上。²城市地区集中了最多的人口和资产。1950年代，约30%的全球人口居住于城市地区。如今有超过50%的人口居住于城市；到2050年，这个比例预计将上升至接近70%。³

巨灾风险的三个主要组成部分是危害、敞口和脆弱性。

三个主要因素决定了天气相关风险的影响：灾害或危害类型(飓风、洪水等)；敞口，这是指位于天气相关灾害路径中的人口和资产；脆弱性(敞口元素容易遭遇灾害的程度)。图3显示天气相关风险模式的物理与社会经济组成要素之间的复杂互动。天气相关灾害的发生取决于气候条件，而后者的变化基本是自然变动的结果。近来，人们日益关注人为(人类导致的)活动对气候条件的影响，以及全球变暖如何促使天气相关风险灾害的频率和严重程度上升。

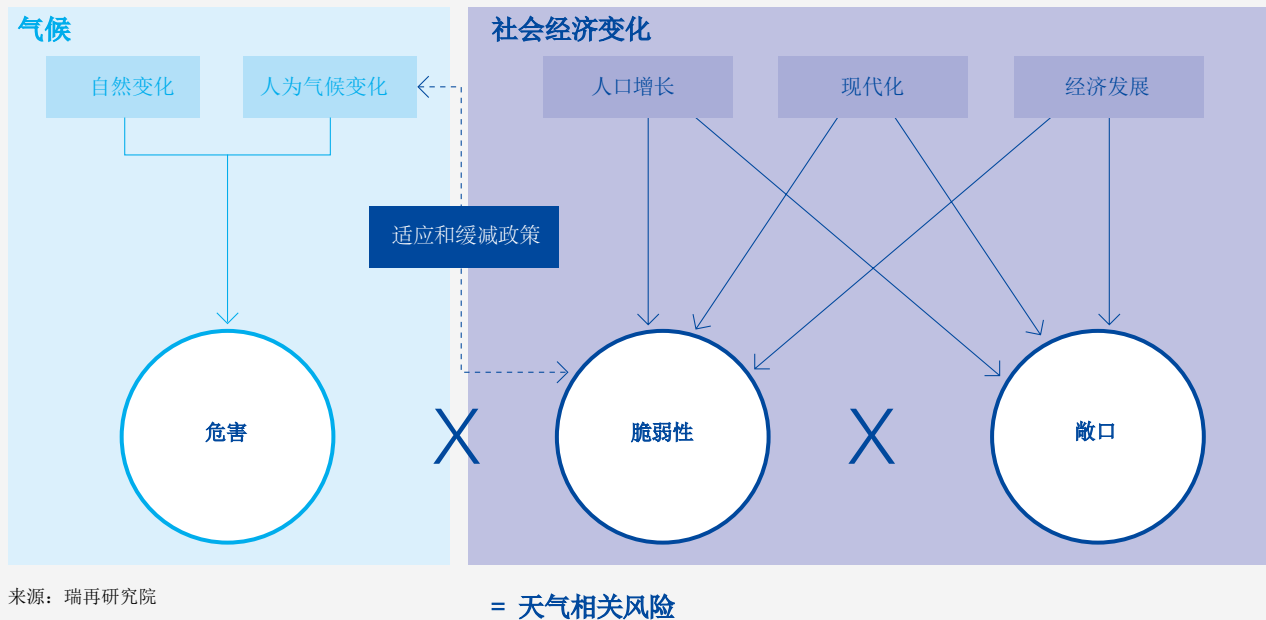
¹ 《世界人口前景：2019年修订版》，联合国经济和社会事务部，2019年。

² GDP数据来自世界银行。

³ 《城市化前景：2018年修订版》，联合国经济和社会事务部，2018年。

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

图 3：
天气相关风险三个主要组成部分的促动因素



来源：瑞再研究院

天气相关风险有许多驱动因素。

天气相关风险方程中包含许多社会经济要素。除了人口增长、经济发展和城市化之外，需要考虑的因素还包括人类活动引发的土地用途变化、毁林和土壤退化等。上述因素都可能进一步增强天气相关风险的影响，表现为所施加的物质损害和关联损失的规模扩大。高风险敞口地区的人口增长，加上往往缺乏风险缓减基础设施，使得风险进一步升高。

剖析社会经济因素

风险敞口会逐渐发生变化。为了区分损失上升的不同促动因素，需要建立衡量风险敞口的指标体系。作为例示，表 1 列出了可能促使损失上升的不同社会经济因素，及其相应的指标和趋势。

表 1：
驱动敞口增长的社会经济因素

社会经济因素	度量指标	趋势
经济发展：衡量敞口增长的通用、广义指标。	GDP增长率	发达经济体：2.1% 新兴经济体：4.7% (1990-2019)
物质资本积累，可能逐渐超越经济活动。	存量资本或有形资产平均建造成本	例子：美国有形商业资产和住宅建筑价值的年增速比GDP增长快0.7%至1.2%(1980-2003)
城市化创建了密度极高、需要复杂基础设施的地区。	居住于城市地区的人口 %	到2050年，预计将有68%的世界人口居住于城市地区，上述新增城市人口中有接近90%在亚洲和非洲
开发边际土地；迁居至高风险敞口地区。	人口增长，或高风险敞口地区(如洪水区、沿海地区、荒地-城市交界区)的新建工程	例如：在新兴经济体，易遭受洪水的低海拔沿海地区的人口增长率约比总体人口增长快1%。 例如：1990年至2010年间，美国荒地-城市交界区的房屋数量增长41%。

来源：《当前业务调查》，美国经济分析局，2005年4月；Neumann, B.等，《未来沿海人口增长及海平面上升及沿海洪水风险-全球评估》，2005年；《世界人口前景：2019年修订版》，联合国经济和社会事务部，2019年；V. C. Radeloff 等，“美国荒地-城市交界区的快速增长增加森林火灾风险”，美国国家科学院论文，第115卷第13期，2018年；瑞再研究院。

经济增长和城市化是1980年后天气相关灾害导致经济损失上升的主因。

为证明经济发展和城市化对天气相关经济损失增长产生的逐步影响，我们对1980年至2019年期间进行了研究。在上述将近40年期间，全球GDP的年平均增长率为2.8%。为更好地反映风险敞口的增长，我们使用资本而非GDP增长率作为计量指标。这样做的原因在于，如果某资产在灾害中遭毁损，该资产的价值损失不会直接反映在GDP数值当中。1980年至2019年间，全球资本平均每年增长3.9%，而天气相关灾害造成的全球经济损失每年增长7.1%。如果以资本作为间接指标，我们估计经济增长和城市化占该期间经济损失增长55%的份额。由此推断，还有45%是其他社会经济因素及其他因素(包括气候变化)造成的。对新兴经济体而言，同样的估计方法产生了更惊人的估计：同期天气相关灾害造成经济损失年增长率为8%，其中至少有70%可归因于经济增长和城市化。

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

城市化让更多人员和资产面临风险…

…特别是当城区扩张进入高风险地区，如沿海低洼地区和荒地-城市交界区。

同期，归一化经济损失也有所增长。

虽然人员的聚集会引发创业和创新，但同时也会使面临风险的人员和资产数量增加，从而扩大天气灾害造成的潜在损失，尤其是当风险缓减措施无法与价值积累保持同步增长时。例如，即使是降雨强度的小幅变化也可能造成城市地区的洪水破坏大幅加剧，因为城市地表面的封闭增加了水流破坏的风险。如果自然灾害袭击城市中心，所造成的损失可能比更均等分布于更大地域的人口将会集体遭遇的损失大许多倍。我们估计，人口密度每增加1个百分点，人均经济损失将上升1.2%。⁴

此外，许多人口中心是在容易遭遇热带气旋、风暴潮和强降雨的沿海地区发展起来的。全球范围来看，2000年以后，居住于易受风暴潮灾害的低海拔沿海地区的人口数量每年增长约1.3%，比总体人口增长率高0.8%。亚洲和非洲上述地区的人口增长尤其显著。⁵ 同样，1990年至2010年间，容易遭遇森林火灾的美国荒地-城市交界区(WUI)的住房数量增长了41%，⁶ 有60%的新住宅建造于此类区域。⁷

为反映社会经济因素的逐渐变化，我们试图对天气相关灾害导致的过往损失进行“归一化”。归一化调整旨在说明：由于价值积累，如果相同规模的过往灾害发生在今天，将会造成比发生灾害的当年更大的损失。常见的做法是对过往经济损失调整实际GDP和通胀因素。⁸ 采用这个方法后，我们估计1980年至2019年间全球天气灾害造成的归一化损失年增长率约为4%。虽然仍在增长，但远低于同期未计通胀损失(10.9%)和实际(经通胀调整后)损失(7.7%)显示的增速。

⁴ 基于Schumacher, I. 和 Strobl, E.的方法，“经济发展和自然灾害导致的损失：风险敞口的作用”，*Ecological Economics*, 72, 2011年。我们根据人均GDP、人口密度和国土面积运行人均经济损失的Tobit模型，国家的小组数据集采用1980年至2019年期间。

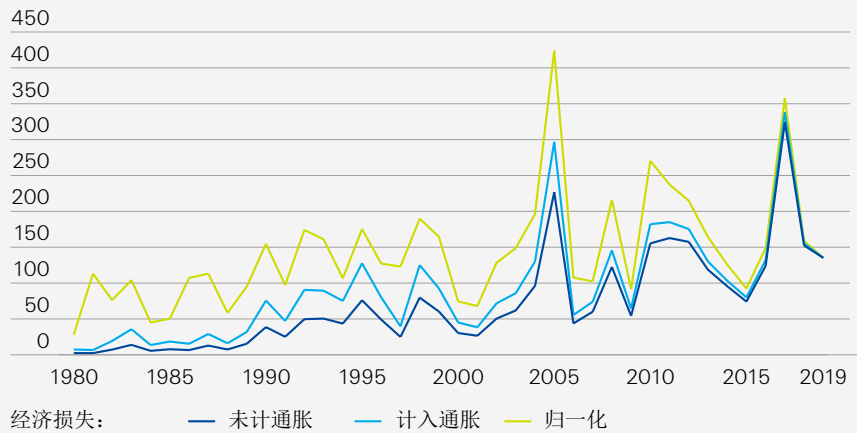
⁵ Neumann, B.等，“未来沿海人口增长及海平面上升及沿海洪水风险-全球评估”，*PloS one*, 第10卷第3期，2015年。

⁶ V. C. Radeloff 等，“美国荒地-城市交界区的快速增长增加森林火灾风险”，美国国家科学院论文，第115卷第13期，2018年。

⁷ “森林火灾、荒地和人：了解和防备荒地-城市交界区的森林火灾”，美国农业部，2013年1月。

⁸ 各国GDP(发生损失的国家)。

图 4:
极端天气灾害造成的未计通胀、
计入通胀(按2019年价格)和归一
化经济损失, 1980-2019, (10亿
美元)

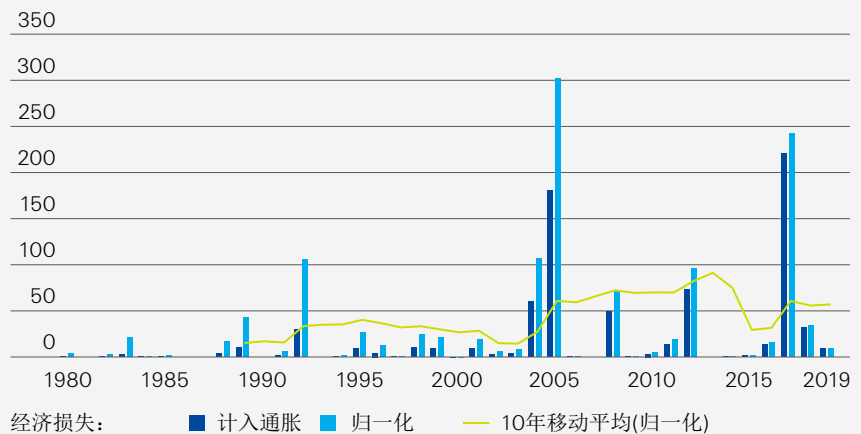


来源: 瑞再研究院

…但归一化分析的结果取决于所选
的方法和数据质量。

上述分析的结果取决于所选择的方法和可获得数据, 包括社会经济因素和损失方面的数据。关键在于(数据)细节: 范围越广泛, 数据的细致度越低, 分析越难以彻底。同样, 观察期越长, 需要作出的假设也越多。例如, 针对美国1900年至2017年期间飓风损失的某项研究使用县级住宅数量、县级住宅单元的实际财富和通胀数据。研究并未显示在该期间的归一化损失有明显上升, 但1980年代后有小幅上升迹象。⁹ 我们对sigma损失数据的归一化分析则采用较短期间(1980年至2019年), 并仅依据实际GDP和通胀率进行调整。分析显示美国飓风的归一化损失也呈现相似的上升幅度(图 5)。但是, 由于无法考虑到全部影响因素, 数据的细致度和方法的局限性依然会造成许多不确定性。此类分析仍处于初级阶段。

图 5:
计入通胀和归一化美国飓风损
失, 1980-2019, (10亿美元, 按
2019年价格)



来源: 瑞再研究院

⁹ J. Weinkle等, “美国大陆归一化飓风破坏, 1900-2017”, Nature Sustainability, 2018年。

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

更高级的归一化处理需要更细致的数据。

随着经济增长和收入增加，人均保险支出也会有一定程度的上升。

新兴经济沿S曲线上升速度较快，表明保险深度增加。

更高级的归一化处理方法应当在更细致层面考虑社会经济因素，譬如脆弱性变化和资本存量增长。目前，只能就社会经济因素对单个天气灾害损失的影响进行更细致的建模。例如，我们的模型分析，倘若1992年飓风安德鲁这样的灾害(路径和强度相同)现在袭击佛罗里达州南部，将会发生什么情况。考虑到资产的风险敞口增加，我们估计之气那(1992年)230亿美元的经济损失¹⁰如今将增加为800至1000亿美元。即便如此，由于缺少全部损失影响因素的情报，仍然会存在很大不确定性。

保险损失

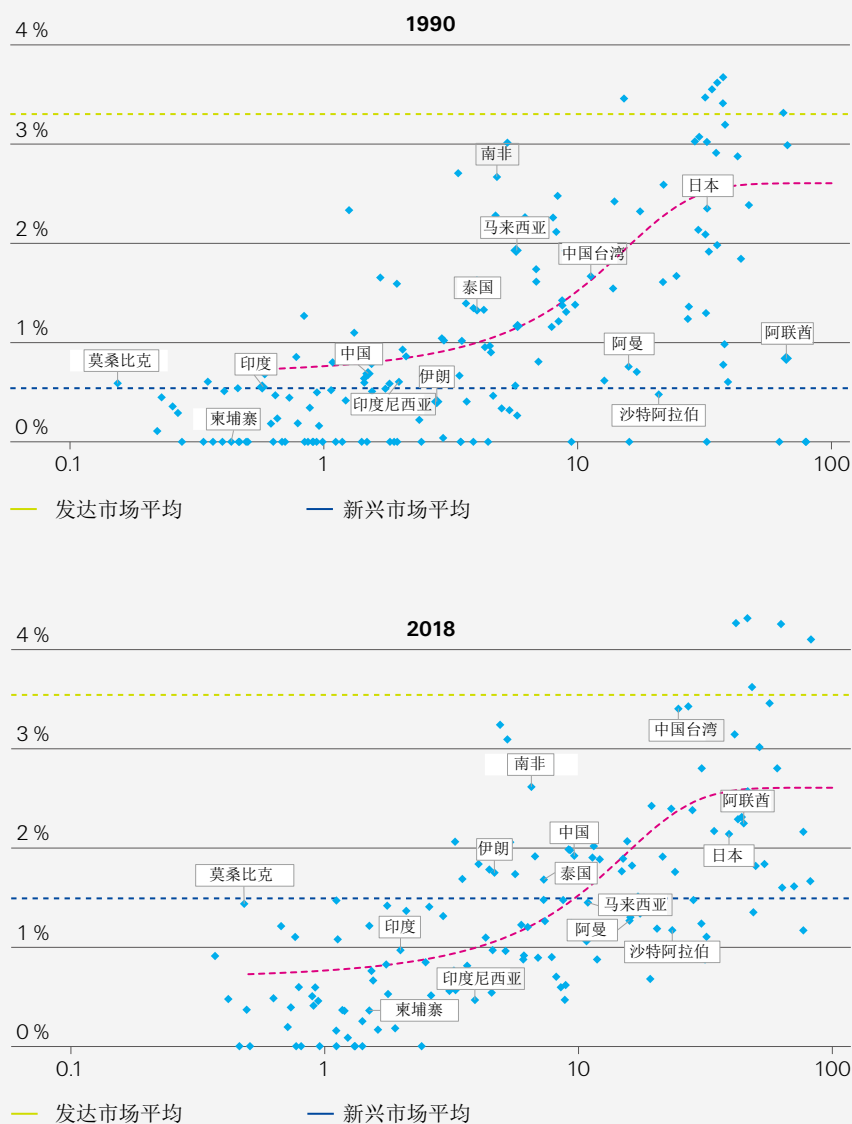
由于经济发展和城市化带来的风险敞口增加，自然灾害造成的保险损失也逐渐上升。这反映出不同国家的保险深度(保费占GDP的百分比)增加。随着人们变得更加富裕，他们会购买更多资产，并希望通过保险防范这些资产遭受意外损失。*sigma* 数据显示，总体来看，发达市场的保险深度从1990年的3.3% 上升至2018年的3.5%。新兴市场的上升幅度更显著，从1990年的0.3% 上升至2018年的1.5%。S曲线分析表明，¹¹ 在人均GDP从低收入增长到中等收入的国家中，保险支出加速增长。其中，人均GDP在5000美元至35000美元区间的国家，其保险支出增长最快。特别是，亚洲新兴经济体近年来的快速增长促使许多国家进入 S曲线中保险加速增长的区段。

图 6 显示1990年至2018年期间若干新兴经济体非寿险保险深度的发展动向。图形显示，中国沿着S曲线的加速区段飞速上升，同时，人均GDP从1990年的880美元增长至2018年的9620美元。泰国和马来西亚也是沿曲线上升的例子。由于亚洲新兴市场依然将保持强劲增长，我们预计未来几年其保险深度将进一步增加。

¹⁰ “飓风‘安德鲁’：迈阿密幸免，只差20英里”，瑞士再保险，2017年8月9日。

¹¹ R. Enz, “人均收入与保险深度的S曲线关系”，The Geneva Papers on Risk and Insurance, 第25卷，2000年。

图 6:
非寿险S曲线, 1990年和2018年,
显示非寿险保险深度(保费占GDP百分比)及人均GDP(对数比例尺)的关系



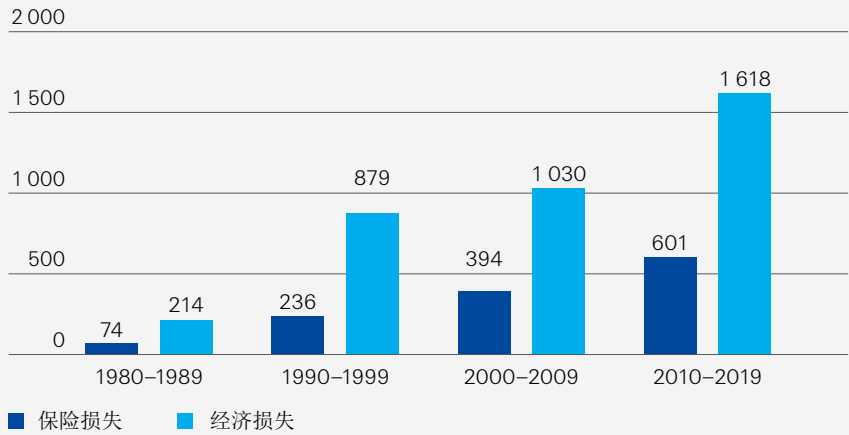
来源：瑞再研究院

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

即便如此，保障缺口和保险机会依然存在。

不过，经济损失的增速超过保险损失。图 7 将1980年至2019年期间天气相关灾害造成的全球经济损失实际增长率(经通胀调整)与关联保险损失进行比较。如图所示，保障缺口(保险损失与损失总额的差距)的绝对数值逐渐扩大，但相对比例缩小。这说明，即使保险深度增加，社会仍面临保险不足，同时也表明保险业仍拥有填补缺口、增强韧性的重大机会。

图 7:
天气相关灾害导致的全球经济损失与保险损失，1980-2019，(10亿美元，按2019年价格)



来源：瑞再研究院

温度上升正改变物质财产的风险格局。

气候变化和损失上升：正在进行中

随着全球温度升高，我们预计未来几十年中，危害程度加剧可能进一步促使天气相关灾害导致的经济损失上升。在12000年间(相当于整个人类文明的长度)，气候保持相对稳定。之后，气候正在发生变化，目前的气温比前工业时代高 1.0°C。确定气候及其极端值的大多数物理过程直接或间接取决于大气和海洋温度。因而，全球温度和极端温度的任何变化(无论因温室气体排放还是自然变动)都会改变人们和世界面临的风险。

气候变化效应最明显地体现于次生灾害中。

在世界某些地区，由于日益干燥的天气条件、降水增加和海平面上升，干旱、森林火灾和洪水等一些次生灾害已经并将继续变得更加极端。观察结果、物理学理论和数理模型共同显示，在世界大部分地区，热浪等次生灾害的频率和强度都在增加。相关效应也正转变成财产遭到破坏、作物歉收、业务中断及其他索赔导致的保险损失上升。¹²

¹² “sigma 2019年第2期：关注‘二级’灾害”，瑞再研究院。

还有一些迹象表明，气候变化可能影响原生灾害风险。

迄今为止，保险行业借助先进的风险模型，成功管理天气风险…

…但是，人们依然在逐步深入了解气候变化和人类活动的综合影响。

气候变化是全球经济面临的系统性风险。

无法顺应气候变化的代价可能非常高昂，尤其对较贫穷国家而言。

另有迹象表明，气候变化可能会影响高峰风险，如北大西洋的热带气旋风险。例如，全球保险业三个创纪录损失年份的两个(2005年和2017年)可归因于美国的飓风损失。这些年份甚至也不是最糟糕的情景。如果再次发生类似于1926年大迈阿密飓风的风暴，在2017年的条件下，将会造成高达1200亿美元的保险损失。¹³就全年累计而言，年度保险损失可能高达2500亿美元以上。¹⁴

保险业有管理气旋、风暴、洪水等形式的天气风险及变化环境中天气风险的长期历史。1990年度中期以后，保险业日益依赖先进的巨灾建模技术，管理持续增长的风险敞口。气候变化效应警醒人们：此类模型需要持续不断的加速更新。

然而，由于存在许多不同的贡献因素(包括社会经济发展动态)，确定某个具体的天气灾害是否因气候变化而变得概率更高或更严重依然困难重重。人们还需要付出更多努力，才能最终获得全面的方法，其中包括对危害、敞口、脆弱性及适应政策的变化进行可归因的量化。虽然细致的数据依然稀缺，而在全球层面对所有贡献因素加以充分考察的方法仍然有限，但归因研究工作依然在持续推进。

气候变化：同样不利于经济

气候变化是一项系统性风险，影响到全球经济和金融体系。2015年，全球估计有4.2-13.8万亿美元的金融资产面临气候变化影响的风险。¹⁵建立牢固的绿色金融体系，应对气候风险的呼声日益高涨。经合组织指出，如果有效实施向低碳经济的“果断转型”，气候变化对经济价值的关联损害将降低至约占G20国家GDP的2%。¹⁶到2050年，此举还将提升长期产出达2.8%，为这些国家带来4.7%的净增长收益。为推动上述价值创造，人们需要可持续基础设施投资、支持性的财政举措、结构性改革和绿色创新，比如绿色证券资本市场。

如果不作出调整，可能要付出非常高昂的代价。虽然对气候变化的宏观经济影响的学术研究发现，即使幅度更大的温度变化对2100年前GDP水平的影响也较为温和，但相关模型具有若干公认的局限性。即使较新的小组数据框架也仍在基于截至目前为止的历史数据，对人类时间尺度上从未见过的温度-GDP情景作出前瞻预测；因此，它们也可能偏向于低估。¹⁷对自然相关的经济风险开展的更广泛研究显示，全球GDP总量的一半以上“中度或高度依赖于自然及其表现状况，因此面临自然损失的风险。”¹⁸同样，基于案例研究的局部效应研究显示，经济影响可能要严重得多。¹⁹重要的是，气候风险并非均等分布于各个地域。它们取决于经济的地域设置和部门构成。最大的负面效应预计将体现在相对贫穷的国家，它们可能无法承担适应及/或缓减的高额成本。²⁰

¹³ 瑞士再保险，2017年8月9日，同上。

¹⁴ 在此类情形中，至少有一起5级飓风在休斯顿、迈阿密或纽约那样的大型中心都市区登陆，并于同一飓风季在美国、加勒比或墨西哥造成其他严重灾害。

¹⁵ B. Gardner, “无所作为的代价：认识气候变化导致的在险价值”，经济人智库 2015年7月24日。

¹⁶ 《投资于气候，投资于增长》，经合组织出版社，巴黎，2017年。

¹⁷ D. Mackie 和 J. Murray, “风险业务：气候和宏观经济”，《摩根大通经济研究特别报告》，2020年1月14日。

¹⁸ “自然风险上升：为何充满危机的大自然对商业和经济举足轻重”，全球经济论坛与普华永道合作，2020年。

¹⁹ “气候风险和应对措施。物质风险和社会经济影响”，麦肯锡全球研究院，2020年。

²⁰ J. Nixon, “全球变暖的经济影响”，《牛津经济研究院白皮书》，2019年。

天气灾害损失随经济增长和气候变化而上升

经济和保险市场模型并未明确考虑到气候风险。

由于保险公司同时面临实物和转型风险，它们自然有兴趣更好地了解较长期影响。

尽管人们日益认识到气候对经济发展的影响，但较长期的主流经济和保险市场模型并未将气候风险明确纳入考量。重要原因之一在于，无论从概念还是计算方面，都难以在多个维度估计气候风险的程度。然而，即使估计存在较大的不确定性，保险行业也需要明确考虑气候变化所带来的风险。

保险行业面临巨大的气候风险敞口，其中包括实物风险和转型风险。实物风险是指实际的气候变化效应，如原生灾害的次生效应(如飓风导致的风暴潮)。转型风险包括政策变动、声誉影响，以及世界向零碳经济转型过程中市场偏好、规范和技术的转变。上述敞口意味着该行业自然有兴趣更好地了解资产负债表的资产和承保部分受到的较长期影响。

气候变化：科学家的观点

瑞再研究院感谢哥伦比亚大学的 Adam Sobel 教授担当本章的主要作者

人们尚未充分了解温度上升会通过何种方式改变自然灾害风险。不确定的主要原因之一是对可能的气候变化效应的观察历史较短，结论不明确，譬如原生灾害(如飓风)产生更剧烈的次生灾害效应(如风暴潮)。但迹象表明，温度升高确实会产生多种效应。收集确凿证据可能要花费几十年。到那时，原生和次生灾害带来的风险完全可能上升到远远超过当前自然变化的程度。

缺少证据不能证明没有变化

Adam Sobel教授

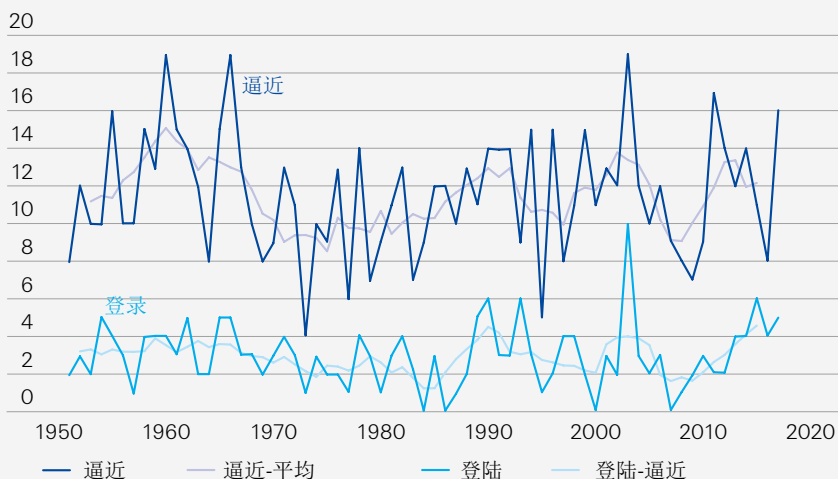
全球变暖背后的科学理论及温室效应的作用已得到普遍公认。

气候科学家对趋势进行查证和归因所采用的标准较为保守。

科学界认为，人类活动对气候变化的影响已得到充分确证。据政府间气候变化专门委员会(IPCC)估计，人类活动已导致全球温度比前工业时代上升约1.0°C。²¹ IPCC 进而指出，如果任由当前的碳排放水平延续，到2030年至2052年期间，全球温度可能比前工业时代高1.5°C；如果不采取行动，21世纪末的温度将比前工业时代的正常温度高4°C。

人们尚未完全了解人为造成的气候变化及它对自然灾害风险的影响。一个原因是，气候科学家传统上对趋势进行查证和归因的标准较为保守，设计思路是尽量减少“虚假警报”(即宣布并不存在的变化)的几率。但是，这种做法增加了发生变化时却未能察觉变化的概率；这种潜在失误远更令人担忧。例如，这可能致使预测台风几率的保险模型低估所面临的威胁，因为这些极端天气灾害的观察历史短暂，以往发生频率较低。曾有人指出，人为造成的气候变化导致日本的台风灾害频率增加。虽然难以对长期趋势做出确定结论，但日本近年的台风活动表明，我们可能处在1960年代那样的高活跃期(参见图8)。

图 8：
最大风速超过34kt的热带气旋逼近(淡蓝色)和登陆(深蓝色)日本，1951年至2018年



注：细线和粗线分别代表年度和五年滑动平均值
来源：JMA Climate Monitoring, 2018年

²¹ “全球变暖1.5°C”，IPCC，2018年10月。

气候变化对飓风风险的潜在影响最明显地表现为相伴的风暴潮和降水导致的洪水规模持续上升。

风灾也显现出受气候变化影响的迹象。

但是，许多方面仍不确定。

飓风风险：人为气候变化的案例研究

为了对气候变化受到的人为影响开展案例研究，我们着重分析飓风。在sigma有纪录以来三个高峰损失年份的两个(2005年和2017年)当中，飓风是全球自然灾害损失最大的贡献因素。没有足够证据可以确信地得出结论：温度上升导致了飓风活动的变化。但是有迹象表明飓风带来的风险上升，而风险敞口增加的部分原因可能是人类活动。

- **风暴潮造成的沿海洪水是飓风的伴生效应。**由于海平面上升，沿海洪灾正变得更加极端。例如，1900年以来，纽约市的海平面上升了约一英尺，其中约8英寸跟气候变暖有关。²²对于任何给定的风暴和潮汐组合，洪水都会上涨该数量。2012年飓风桑迪产生的洪水起因于9英尺的风暴潮及超过低潮5英尺的高潮汐。虽然8英寸的新增水量相对于整个风暴潮而言并不大，但仍然可观。
- **人们高度确信，飓风产生的降雨量正在增加。**哈维(2017年)和佛罗伦萨(2018年)等风暴造成的降雨洪水正变得越来越严重，气温每升高1°C，降水量将增加5%至20%。²³

除了上述次生效应，另有迹象表明，气候变化造成飓风强度增加，并有证据显示前进风速减弱。

- **飓风强度增加。**北大西洋飓风提供特别有力的证据。风力增强多大程度上可归因于气候变暖尚不清楚，有可能是百分之几，但即便这样也颇为显著。破坏力与风速立方成比例关系(或许更高)。²⁴随着风力增强，破坏力可能增加三倍或更多。
- **风暴前进速度可能变慢。**多项近期研究表明，风暴的移动速度持续变慢，并提示这是气候变化的后果。以飓风哈维(2017年)及巴哈马群岛的飓风多利安(2019年)为例，风暴的前进速度放慢造成更大破坏。

其他方面依然非常不确定，限制了我们气候变化中的总体飓风风险进行评估的能力。例如，我们缺少理论对飓风频率如何随气候变暖而变化作出解释。²⁵我们甚至不太了解目前是什么因素控制热带气旋的总数。历史上看，数理模拟通常显示频率随温度上升而下降，但在过去数年，有些先进模型却产生了频率上升的结果。如果风暴产生更强风力、更大降雨及更多沿海洪水，但风暴总数减少，总体风险(任何既定地点发生既定强度灾害的概率)可能保持恒定甚至下降。但是，如果风暴数量增加，同时相伴的风力和降雨也增强，产生的风险也会大幅上升。考虑所有证据后，飓风的情形变得复杂。某些方面随气候变暖而恶化，某些方面可能恶化，但存在某些不确定性，还有些方面(最重要的是飓风频率)则非常不确定。这导致对飓风风险的总体评估具有大量不确定因素。

²² V. M. Gornitz、M. Oppenheimer、R. Kopp等。“第三章：海平面上升”，《纽约市气候变化委员会2019年报告》，纽约科学院，2019年3月15日。

²³ M. Liu、G.A.Vecchi、J.A.Smith、T.R.Knutson，“飓风降水率预计随全球变暖大幅上升的原因”，npj Climate and Atmospheric Science，第2卷，2019年。

²⁴ K. Emanuel，“全年变暖对美国飓风破坏的影响”，Weather, Climate, and Society，第3卷第4期，2011年。

²⁵ K. J. E. Walsh等，“热带气旋和气候变化”，WIREs Climate Change，第7卷，2016年。

自然变化与人为气候变化的交互作用限制了人们察觉信号的能力。

调查在继续…

主要问题之一是观察纪录的历史很短。这在很大程度上造成极端天气变化方面的不确定，特别是存在大幅自然变化的情况下。人为造成的气候变化效应叠加于自然变化，因此难以单独区分人为因素。就极端灾害而言，由于发生频率很低，波动就会更大，使得统计数字更难得出结论。

另一个复杂因素在于，对地球近期历史气候观察纪录中的重要信号(尤其是与飓风最直接相关的某些信号)的解释存在问题。原因在于，人们尚不清楚这些信号多大程度上代表自然变化，多大程度上代表人为造成的变化：

- **大西洋的多个十年变化。**显而易见，1970年代和1980年代期间纪录的飓风活动较少，随后出现活跃期。人们一直认为，多个十年变化是由海洋温盐环流的自然波动所导致。²⁶ 但较近期研究质疑上述解释，并提出有力论据，证明较近期变化很大程度上可归因于气溶胶和温室气体排放的联合作用。²⁷ 如果上述理论正确，则说明重返1970年代和1980年代平静期的几率比原先设想的更小，因为平静期是人为气溶胶冷却所致，这种情况不太可能再次出现(因环境法规而终结)。
- **厄尔尼诺和拉尼娜现象。**在太平洋，历史上的厄尔尼诺现象曾抑制大西洋的飓风活动，而拉尼娜现象则加剧飓风活动。然而，研究提供的充分证据表明，未来会发生更多拉尼娜现象，²⁸ 从而使得大西洋更易发生飓风。

未来的研究挑战

必须开展更多研究，才能更准确地察觉极端天气灾害的变化，并将其归因于人为造成的气候变化。

…但还需要更多努力。

- **持续观察：**观察网络必须长期持续，以维护记载气候变化所必需的长期纪录，包括其在极端灾害中的表现。
- **提高物理学的认识：**必须提高对自然气候变化(以及人为造成的变化)与极端天气灾害之间关系的基本认识，以便更有把握解释观察结果与模型。以飓风为例，目前仍未有可靠的物理理论来解释每年的飓风数量以及数量可能发生的变化。

²⁶ 与风力驱动的洋流和潮汐不同，温盐环流由密度差异驱动。海水密度取决于温度和盐度。

²⁷ M.E. Mann和K.A. Emanuel，“与气候变化关联的大西洋飓风趋势”，Eos，第87卷，2006年；A. Clement等，“不考虑海洋环流的大西洋多个十年摆动”，《科学》，第350卷，2015年；K. Bellomo等，“历史强迫因子作为CESM大集群中大西洋多个十年摆动的主要驱动因素”，Climate Dynamics，2017年。

²⁸ R. Seager等，“热带太平洋区域海面温度梯度上升与温室气体增多呈现一致性”，Nature Climate Change，2019年。

临界点是可能会改变气候系统达几个世纪之久的不可逆变化。

最严重的临界点是南极和格陵兰冰原的崩塌…

…以及亚马逊和北方森林的顶梢枯死。

现在就该采取行动。

长期展望：气候反馈和临界点

气候变化若不加以缓减，长期风险是到达不可逆转的“临界点”。气候系统包含许多动态的海洋和大气过程，它们紧密关联，不一定能实现自我稳定。即便相对微小的扰动也可能“触发”气候进入新状态或启动自我放大的反馈循环，进而可能大幅改变未来几个世纪的气候状态。强化(即正向)反馈循环包括：

- **永久冻土层融化。**全球变暖造成北极地区的永久冻土层融化，释放出目前储存于冻土中的巨量二氧化碳和甲烷。²⁹ 这些温室气体释放将导致温度进一步升高及更多永久冻土层融化。
- **森林火灾增加。**温度升高和天气干燥导致森林火灾增加。³⁰ 森林火灾频率增加促使更多碳释放到大气中，实际上是将碳汇变成碳源，再次加剧全球变暖问题。

多项研究发现了若干重大临界点。直接引爆临界点(人为排放)或触发造成不可逆改变的正向反馈，都可能跨越临界点。最重大临界点包括：南极和格陵兰冰原崩塌；北极地区永久冻土层融化；厄尔尼诺 - 南部摆动(ENSO)幅度上升；大西洋温盐环流(如墨西哥湾流)关闭；季风模式转变。³¹ 上述现象都会急剧改变全球风险格局。例如据研究估计，倘若南极洲西部冰原崩塌融化，可能导致海平面再上升5米，而格陵兰冰原融化可能导致海平面上升2至7米，^{32,33} 这将严重影响沿海地区的洪水风险。³⁴

亚马逊和北方森林的顶梢枯死也是重大临界点。森林发挥天然储碳器的作用，通过吸收大气中的碳缓冲温室气体排放的影响。森林顶梢枯死将会导致宝贵、敏感的自然生态系统毁灭，加剧全球变暖，改变非常依赖上述大森林的区域气候。³⁵

许多世纪以来，气候条件一直在自然波动。如果面临无法精确评估的情景，而证据提示风险上升，人类不再能悠闲等待不确定因素水落石出：现在就该采取行动。在人们日益居住于城市、经济快速发展的世界中，等到数据能够确切证明温度每升高一度，飓风风险会增加多少时，飓风带来的损失威胁必将增长。

²⁹ E.A. Schuur 等，“气候变化和永久冻土层的碳反馈”，《自然》，第520卷，2015年。

³⁰ J.T. Abatzoglou 和 A.P. Williams，“人为气候改变对美国西部森林火灾的影响”，美国国家科学院论文，2016年。

³¹ T.M. Lenton 等，“地球气候系统的触发元素”，美国国家科学院论文，2008年。

³² T.M. Lenton，“气候临界点的早期警报”，Nature Climate change，第1卷第4期，2011年。

³³ R.E. Kopp等，“全球潮汐测量点网络对21和22世纪海平面的概率预测”，Earth's Future，第2卷第8期，2014年。

³⁴ R. Marsooli等，“气候变化以空间差异的模式，加剧美国大西洋和墨西哥湾沿岸的飓风洪水风险”，Nature Communications，第10卷第1期，2019年。

³⁵ S. Solomon 等，“二氧化碳排放造成的不可逆气候变化”，美国国家科学院论文，2009年。

气候变化：对保险业的意义

我们认为，天气相关的风险依然可保，但为了改善风险评估，确保面对众多不确定因素时的可保性，保险公司必须不断调整自身的模型，以适应变化的参数。由于缺少气候变化效应的确切数据，它们在计算天气变量的预期结果时需要引入确信度。比如，它们应当跟踪科学发现，使用最新知识消除历史纪录的偏见，更好地了解损失扩大，并考虑到具体地点的调适措施，以持续更新和加强自身的风险模型。

具备确信度思维

风险评估等式有两个新变量：时间尺度…

传统上，保险公司从两个维度考虑自然灾害风险：频率和严重程度。气候变化向风险评估等式引入了两个新的复杂因素：时间尺度和确信度。了解已发生的全球变暖导致天气系统和环境变化的时间尺度，有助于预测未来的变化。了解到缓慢而稳步的变化使得保险公司及其他利益相关方有时间作出调整、采取措施，以增强韧性。由于发生频率较低，加深对极端天气灾害模式变化的了解更具难度。

…和确信度。

在这种现实情况下，保险公司在评估气候变化的影响时，必须从不同角度进行思考。由于缺乏坚实的数据，该方法应当从确信度的角度，评估不同天气和环境变量预期结果的风险。由于这种方法具有内在不确定因素，预测应限定所考虑的时间尺度。面对气候变化，(再)保险公司和监管机构应重点关注如何最准确地反映现今已变化的风险格局及不久后的预期变化。

确信度有多高？

与温度上升直接相关的风险确信度最高。

图 9 划分了气候变化效应及其对保险业的意义。全球温度上升相关风险的观察及未来趋势的确信度最高。例如，冰川和冰盖融化及温度升高导致的水体热膨胀正造成海平面上升。这些因素可直接增加风暴潮强度，而后者是沿海地区面临的一个长期风险。截至目前，海平面上升速度相对缓慢，近期来看可能会保持慢速上升。这使得人们有时间采取措施，缓减沿海洪水的风险。目前，保险业受到的影响仅限于财产险种，并大多局限于沿海和洪水地区。

气候变化已造成极端温度上升的确信度也较高。

另一个高度确信的气候变化结果是极端温度增多，这已带来持续时间更长和/或更频繁的热浪、干旱和缺水期。热浪会影响农业、工作效率、基础设施、水资源、健康和死亡率。另外，正如加利福尼亚州、葡萄牙和澳大利亚等不同地区近年来出现的那样，炎热和干旱的天气还会加剧森林火灾的风险，给WUI地区的风险敞口带来严重后果。受影响最大的是原保险公司，因为频率风险造成的损失依然大多属于再保险方案的自留范围。对再保险公司的影响则是通过成数等比例保障及/或年度保障总额等非比例保障加以体现。

气候变化已造成极端降雨和洪水风险上升的说法确信度较低。

温度上升使得大气能够包含更多水汽，从而(平均而言)增加极端降雨的风险(包括热带气旋引发的降雨)。但是，目前较难估计温度上升对河流洪水风险的影响，后者也受其他因素的影响。已经可以观察到区域性趋势，但由于该领域仍存在较大的保障缺口，洪水相关损失对保险的影响有限。目前对大气和海洋环流变化趋势了解的确信程度也较低。这些变化的影响包括热带气旋或欧洲冬季风暴的频率和强度。部分原因在于，迄今为止，此类极端天气灾害的发生频率较低，另外还在于决定气候系统的不同因素之间的复杂交互作用。虽然海面温度上升会增加热带气旋形成和增强的概率，更高的风切变却可以抵消上述效应。与此同时，仍存在不确定性。例如气候变化对喷流的影响，以及该变化如何影响温带气旋和异常静态天气模式的发生。³⁶就全球范围而言，我们认为到本世纪中叶/本世纪末，财产险和业务中断险有可能受到较大的影响。即便如今，上述险种的局部影响已经显现在易受洪灾的地区。

³⁶ D. Coumou, G. Di Capua, S. Vavrus, L. Wang, S. Wang, “北极放大效应对中纬度夏季环流的影响”, Nature Communications, 第9卷第1期, 2018年。

气候变化：对保险业的意义

为克服“确信障碍”，需要更多研究和更先进的建模技术。

上述复杂的交互作用会产生“确信障碍”，使得人们很难从保险角度定量分析气候变化对飓风等高严重程度灾害的影响。鉴于气候变化效应产生的重大影响，(再)保险公司和全体建模人员必须开展更多研究，量化确信度较低领域的不确定因素，从而降低上述障碍。

图 9：划分气候变化效应及它们对(再)保险业的意义



来源：瑞再研究院

气候变化和风险保障业务

天气相关的风险依然可保…

我们认为，天气相关的风险依然可保。虽然了解气候变化的长期后果对减灾政策和战略决策必不可少，但大多数(财产)(再)保险业务为短期性业务，因此可以持续调整风险观点和风险偏好。这些常规调整不仅针对自然风险变化，还针对风险敞口变化。这样，气候变化依然是(再)保险业可以管理的风险。不过，必须细心监察损失动态和风险趋势，以确保尾部风险发生变化时的盈利能力和偿付能力。

…但高频率次生灾害导致的损失上升正挑战上述定论。

气候变化是动态过程，风险评估需要跟踪动态变化。近年，次生灾害导致的损失呈上升趋势；随着全球变暖，我们预计该趋势将持续，并可能发生更多极端天气状况及相关次生灾害。次生和原生灾害都可能变得更频繁、更严重，模型也需要作相应(动态)调整。

模型的动态调整有助于避免因气候变化效应导致的错误定价。美国洪水保险市场便是一个例子。

例如，气候变化对内陆(降雨和河流)和沿海(风暴潮)洪水风险产生的效应可能影响美国洪水保险市场。到2100年，特殊洪灾风险区(百年泛滥平原内，美国国家洪灾保险计划(NFIP)限制开发的地区)的空间面积预计将扩大40-45%。³⁷ 假设海岸线固定不变，我们估计到2100年，每份保单的平均损失成本将上升90%，每份保单的平均保费将上涨70%。上述预测促使人们呼吁改革NFIP，包括建议在绘制洪水风险地图时考虑气候变化效应，并制定策略鼓励人们迁离易遭受洪水的地区，加快建筑物遵守建筑法规(包括住宅的海拔高度)的进程。³⁸

气候变化效应可能同时影响(再)保险公司的资产和负债。

维持天气相关风险的可保性

(再)保险公司的资产和负债均面临许多气候变化风险。³⁹ 本报告主要探讨负债方面，即气候变化的物质风险如何影响承保业绩。另外，客户、监管机构和其他市场参与者采取的行动也可能带来新风险，对盈利能力及偿付能力因素产生潜在不利影响。

保险公司面临的主要承保风险是因依赖历史损失数据或不完整/过时模型而低估保费。

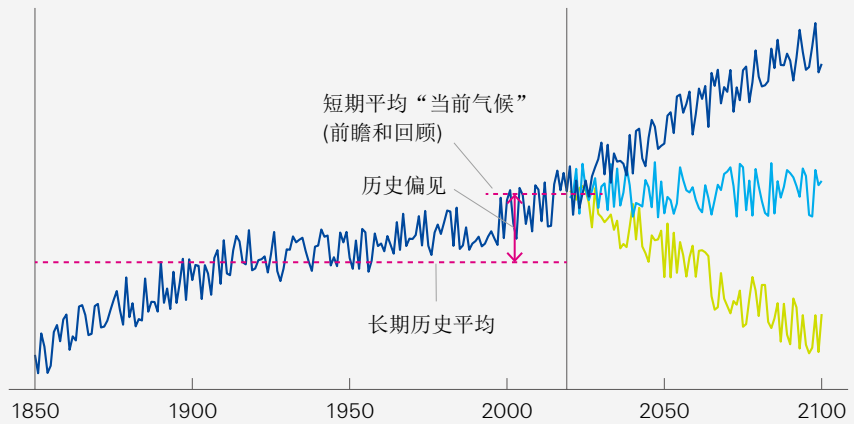
就气候变化及其他宏观风险趋势而言，首要承保风险是依赖历史损失数据或不完整/过时模型评估当前风险，从而可能低估保费。图10对此作出例示：如果风险评估是基于物质风险的长期历史平均值，历史偏见会导致实际与模型风险的差异。低频率和高频率灾害都是如此，有可能导致风险观点滞后于风险现状。

³⁷ “气候变化和人口增长对美国国家洪灾保险计划的影响(截至2100年末)”，AECOM，2013年。

³⁸ D. Adler等，“变更美国国家洪灾保险计划以适应气候变化”，Environmental Law Reporter，第49卷第4期，2019年。

³⁹ E. Mills，“气候变化中的保险”，《科学》，第309卷，2005年。

图 10：
历史建模偏见



来源：瑞再研究院

建议

建议保险公司采取的行动。

以下行动将帮助保险公司为受气候变化影响的风险提供保障，维持资产负债实力，从而保持韧性的可持续。

- 追踪最新科学成果并进行建模：保险公司需要随时了解最新科学发现，并将其纳入自身的自然灾害模型，以便业务模式在气候变化时仍具有可持续性。努力的方向应当是将科学成果转化成可操作的风险评估技术。人们需要更先进的建模方法，以考虑到以往建模不充分的次生灾害(持续增长的损失影响)，譬如日本热带气旋风险的情形(参见“台风海贝斯：警钟敲响”)。这对原保险公司和附带年度保障总额的再保险产品尤其重要。在上述两者情形中，较频繁的小规模灾害可能急剧改变风险的规模。

过去两年日本发生的台风灾害让人警醒。

台风海贝斯：警钟敲响

2019年，日本接连遭遇台风灾害：9月份的法茜和10月份的海贝斯接踵而至。台风在大东京都市区和千叶县等人口稠密地区造成严重破坏。台风极强的风力和强降雨导致罕见的内陆洪水，从而造成破坏。由于日本有长期的台风历史，法茜、海贝斯及2018年的台风派比安本身并非“意外”灾害。然而，台风海贝斯和上一年派比安造成的洪水让人们特别关注日本的潜在洪水风险。

保险业需要重新调整对日本面临的洪水风险的评估。

经历1950年代和1960年代毁灭性台风灾害后，日本投入巨资修建沿海和内陆防护设施。人们一度认为，日本的洪水风险得以基本/完全缓减。台风海贝斯改变了这个假设。虽然防洪措施成功防止洪水对大东京区的人口较密集部分造成严重破坏，但至少发生55处决堤和河水漫堤(比如在长野县)。这表明，严重的洪水风险仅得到部分缓减。80亿美元的保险损失大部分源自洪水损失。当前的防洪设施减轻了影响，但远未完全消除影响。这就需要重新校准模型，以反映日本现今洪水造成的风险程度(尤其是强度)上升。

- **将科学成果纳入风险评估和承保过程中：** 保险公司应当更好地量化未来两至三年损失的频率和严重程度变化产生的影响，并更好地了解如何调整历史损失经验，为不久的未来设计可持续、定价适当的产品。例如，农业险是很容易受气候变化影响的险种：观察结果、物理理论和数理模型共同显示，全球大部分地区的热浪和农业干旱频率增加。⁴⁰ 严重干旱会影响作物产量，而生长周期提早可能让作物更易遭受极端霜冻灾害。精细耕作、土地监测和更好的灌溉系统等科技进步能够部分缓减气候灾害对农业的影响。完全纳入考虑后，上述动态可用于质疑和修正历史损失数据的代表性。
- **消除历史记录中的偏差，缓减损失蠕动：** 另外，建模和承保团队需要开发更优方法，消除历史记录中的偏差，包括敞口、危害还有脆弱性方面的数据。关键是了解GDP增长和城市化等目前未充分反映于风险模型中的因素如何影响风险和损失上升。

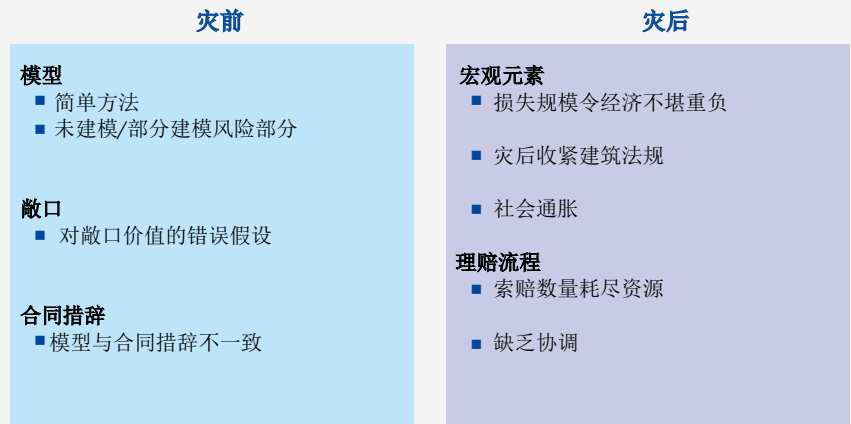
此举也有助于应对损失蠕动。在某些近期灾害事件的例子中(譬如2018年日本的台风海燕)，损失蠕动的原因在于模型中未考虑到与气候无关、且与城市化仅部分相关的复杂损失因素。海燕造成的损失在2019年继续增加，最终总额接近130亿美元，超过巨灾模型最初估计的60亿美元一倍以上。

图11显示促使不利损失动态和损失蠕动的因素。其中包括：

- 模型的局限性：这包括“已知”局限，即使用简化方法描述次生灾害或损失后扩大等复杂现象产生的直接后果，还包括“未知”局限，它们源自于尚未充分了解、在模型中仅部分考虑甚至忽略的极端现象(如气候变化效应、土地用途变动以及城市化上升)。
- 宏观和社会经济效应，如损失规模令经济不堪重负、缺乏准备、社会通胀推升损失。例如，佛罗里达州保单持有人的做法是将其保险索赔转让给家装公司和律师等第三方(即所谓“利益让渡”)。此举已成为财产险索赔增多的重要驱动因素。据估计，在佛罗里达州，滥用“利益让渡”和诉讼激增已使得2017年飓风艾尔玛造成的保险损失增加20%以上。
- 对敞口数据的错误假设，如低估重建成本。2010/2011年新西兰地震就是这种情况。重置成本比保单中载明的保险价值高几乎三倍。
- 保险单或再保险条款的措辞，如保险不足条文不充分；以及模型与措辞之间不一致(如土地损害/复原受保障或未适当解决)。
- 不同参与者之间缺乏协调导致复杂的理赔流程，或同一项索赔存在多份保单。

⁴⁰ 《气候变化和土地特别报告》，IPCC，2019年。

图 11：
损失蠕动的组成部分



来源：瑞再研究院

- 考虑到本地特有风险缓减和适应措施：为改善定价，保险公司还应考虑本地缓减和适应措施的成效。例如，荷兰的鹿特丹管理海平面上升产生洪水风险的方式与莫桑比克的贝拉大不相同。这两个城市都处于低洼地区，但两国适应气候变化的政策有很大差别。荷兰是个巨型三角洲，拥有缓减洪水风险的悠久历史，并具备堤堰、沙丘、水坝、屏障构成的防洪体系。近年来，面对海平面和降雨量上升，荷兰政府重新制定了防洪政策，从注重降低风险转向基于风险的更全面适应措施。政府已依据水体管理和可持续空间规划，制定了一系列广泛的适应措施。此外，政府还持续评估气候风险，并在关于物质风险格局变化和洪水风险所受影响的新科学发现公布后，重新制定了政策。⁴¹

莫桑比克则是一个反面例子。该国的洪水风险缓减措施缺少规划和投资。因此，当2019年3月飓风伊代登陆时，强降雨和风暴潮淹没了贝拉市90%的地区，包括该国部分最肥沃、正待收割的农田。⁴²伊代造成的经济损失总额为30亿美元。这是莫桑比克遭遇的损失最惨重的巨灾，也是sigma有纪录以来非洲损失最惨重的天气灾害。保险保障仅为1.5亿美元。六周后，更强的气旋肯尼斯沿莫桑比克与坦桑尼亚边境登陆，造成将近200万人无家可归。

- 监控不断变化的索赔模式：保险公司应更好地察觉和了解不断变化的索赔模式。它们亟需提高索赔报告的细致度，以分析新趋势的驱动因素，因为气候变化效应在不同时间尺度上表现各异，并带有区域特征。如果不能察觉趋势及调整风险保费，将会影响保险风险转移模型的可持续性。

⁴¹ 想要更多了解上述动态，请参见“适应气候变化：荷兰大师的心得”，sigma 2020年第2期副刊系列欧洲版，作为本主报告的补充。该系列可从瑞再研究院网站下载。

⁴² A. Schroeder, “气旋伊代过后，反思南部非洲的灾害准备程度”，PreventionWeb.net, 2019年4月9日。

- **响应公众对气候变化不断增强的认知：**为应对不断变化的顾客需求，保险公司不仅应当提供创新保险方案，还应作为客户顾问服务机构，分享自身的风险专业知识。
- **将环境、社会和治理(ESG)标准应用于投资活动：**资产方面，保险公司应当将 ESG 标准应用于自身的投资活动(及承保工作)。根据负责任投资原则指出，作为长期投资者，全球(再)保险公司可以倡导提高财务报告的披露质量，并推动基础设施作为可交易资产类别的金融证券化。此外，通过将保险纳入具有气候韧性的基础设施项目，(再)保险公司可以与多边银行和政府机关开展协作，提供融资便利。
- **与监管机构打交道：**气候变化已成为金融监管机构越来越关注的话题，向低碳经济转型将一直是重要的政治目标。可持续发展已经纳入整个金融行业的审慎和行为监管，关注重点是压力测试和情景分析。

我们预计，未来几年的监管要求和指引将发生相当大的变动，尤其在情景测试方面，因为向低碳经济转型一直是许多司法管辖区的主要政治目标。保险公司与监管机构的积极对话是引导讨论达成以下目标的关键：(1)讨论对财产与意外险公司(而非普通金融机构)重要的议题；(2)创建平等竞争环境，使得考虑宏观风险趋势不会成为最先进机构才能掌握的技艺，而是整个保险行业的必备能力。

结论

气候变化效应正在显现，但现在要明确其与不断上升的天气风险损失之间的确切联系还为时过早。

导致天气相关灾害损失上升的主要驱动因素依然是敞口积累。

虽然无需恐慌，但应立即采取行动。

风险格局是动态的，保险公司需要作适当回应，不断调整自身的风险模型…

…同时还要考量现有的承保流程。

经历接连两年(2017年和2018年)损失惨重的自然灾害，2019年的保险损失有所下降，原因是美国没有发生严重的飓风。就气候变化的影响而言，我们认为温度升高、海平面上升及更漫长、频繁的热浪都表明气候在发生变化确凿无疑。我们预期，上述变化将随全球变暖而持续，造成极端天气灾害更频繁发生。这些灾害进而可能造成损失上升，特别是由次生灾害造成的损失。

这对保险公司有何意义？本报告阐明：多年以来，天气灾害造成损失上升趋势的主要动因是经济增长和城市化进程导致的敞口积累。其他社会经济因素也会进一步影响损失发生趋势；因此，气候变化是(也将是)众多促成因素之一。

不管怎样，(再)保险公司不应轻视气候风险。气候变化可能产生的最直接的影响是放大了当前城市化和资产积聚产生的风险敞口，尤其是当城区向高风险地区大举扩张，如沿海低洼区域等。聚集会增加面临风险的人员和资产数量，从而放大天气相关灾害造成的潜在损失，尤其是当风险缓减措施无法与价值积累保持相同的增长速度。就资产负债表的负债端而言，保险公司盈利能力面临的主要威胁是后续索赔增加。资产方面，气候变化带来的威胁表现为保险公司的投资资产面临的风险，以及全球向零碳经济转型过程中的转型风险。

我们认为，天气相关风险依然可保，但应当立即采取行动。若未对气候变化采取应对措施，长期风险是气候系统将到达不可逆转的“临界点”。在此情景中，天气相关灾害的频率和强度上升，加上未预见的气候条件和社会经济动态变化，可能造成资产可保性问题，高风险敞口地区尤其如此。风险格局也呈现动态，若要和曲线保持一致，保险公司必须积极跟踪社会经济动态、气候变化效应方面的科学发现，以及本地风险缓减措施状况，以保持天气风险的可保性。作为一个持续适应过程，保险公司需要将上述知识纳入不断更新的风险评估当中，使得自身模型体现当今气候变化和社会经济的实际情形。

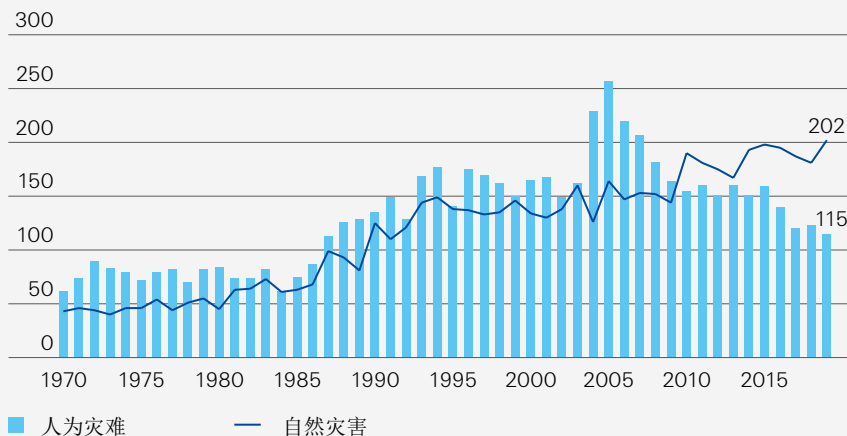
另外，保险公司面临的主要承保风险是依赖历史损失数据或不完整/过时模型而低估风险保费。为此，保险公司应考察自身的承保流程，利用最新知识消除历史纪录偏见，更好地了解损失扩大，并将先前未考虑到的损失部分纳入风险评估。

事实和数字

灾害事件数量：317起

按照sigma的标准，2019年全球共发生317起巨灾事件，少于2018年的304起。其中，自然巨灾事件202起(2018年为181起)，为有纪录以来的最高数量；认为灾难事件115起(2018年为123起)。

图 12：
灾害事件数量，1970-2019



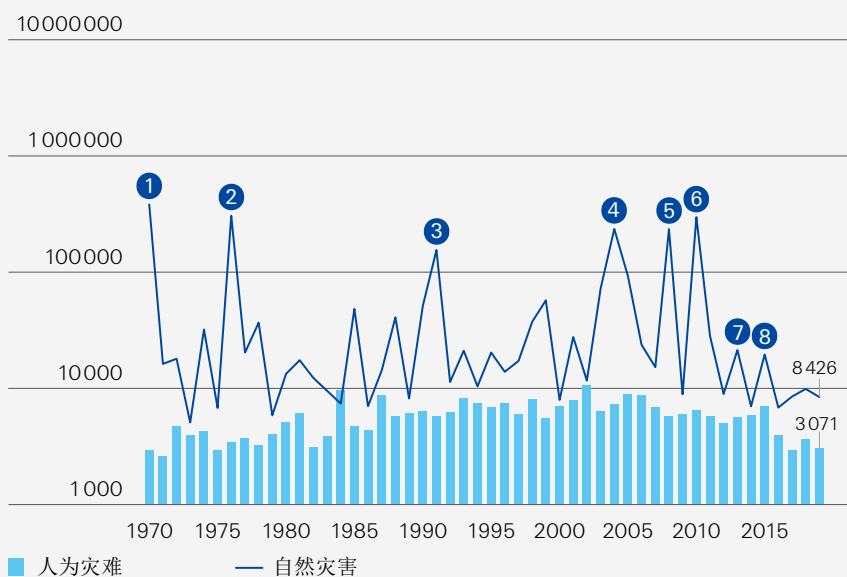
来源：瑞再研究院

遇难人数：接近11500人

2019年，全球范围约有11497人在灾害事件中丧生或失踪，为sigma有纪录以来遇难总人数最少的单年份之一。其中，自然灾害造成8000多人遇难，人为灾难的遇难人数超过3000。

图 13：
遇难人数，1970-2019

1. 1970年：孟加拉国风暴；秘鲁地震
2. 1976年：中国唐山大地震
3. 1991年：孟加拉国气旋高尔基
4. 2004年：印度洋地震和海啸
5. 2008年：缅甸气旋纳吉斯
6. 2010年：海地地震
7. 2013年：菲律宾台风海燕
8. 2015年：尼泊尔大地震



注：上图比例尺采用对数形式：每提高一个级别，遇难人数增加10倍。

来源：瑞再研究院

经济损失总额：1460亿美元

2019年，全球灾害造成的经济损失总额估计达1460亿美元，低于2018年的1760亿美元，其中约1370亿美元为自然灾害所致，其余为人为灾难所致。

表 2:
2018年经济损失(10亿美元)及占全球GDP比例(%)

地区	10亿美元*	占GDP %
北美洲	45	0.19%
拉丁美洲与加勒比地区	12	0.23%
欧洲	14	0.06%
非洲	5	0.22%
亚洲	66	0.21%
大洋洲/澳大利亚	4	0.25%
海洋 / 空间	0	0.00%
合计	146	
全球平均		0.17%
10年平均*	212	0.26%

* 数字经过四舍五入
** 经通胀调整

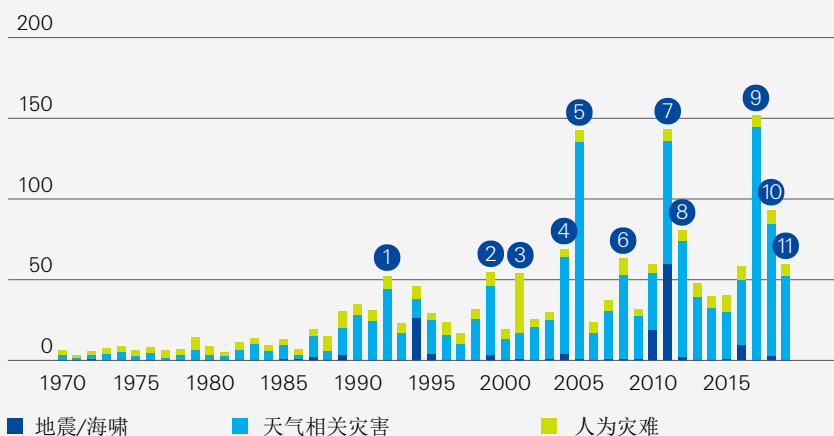
来源：瑞再研究院

保险损失：600亿美元

全球保险损失为590亿美元，较2018年的930亿美元有所减少，并低于750亿美元的前10年平均水平。其中，自然灾害造成520亿美元的损失，较2018年的810亿美元有所减少。人为灾难触发80亿美元的额外索赔，低于2018年的90亿美元。

图 14:
灾害保险损失，1970-2019，10亿美元计(按2019年价格)

1. 飓风安德鲁
2. 冬季风暴洛塔
3. 世贸中心恐怖袭击
4. 飓风伊万、查理、弗朗西斯
5. 飓风卡特里娜、丽塔、威尔玛
6. 飓风艾克、古斯塔夫
7. 日本、新西兰地震、泰国水灾
8. 飓风桑迪
9. 飓风哈维、艾尔玛、玛利亚
10. 营地火灾、台风飞燕
11. 台风海贝斯、法茜

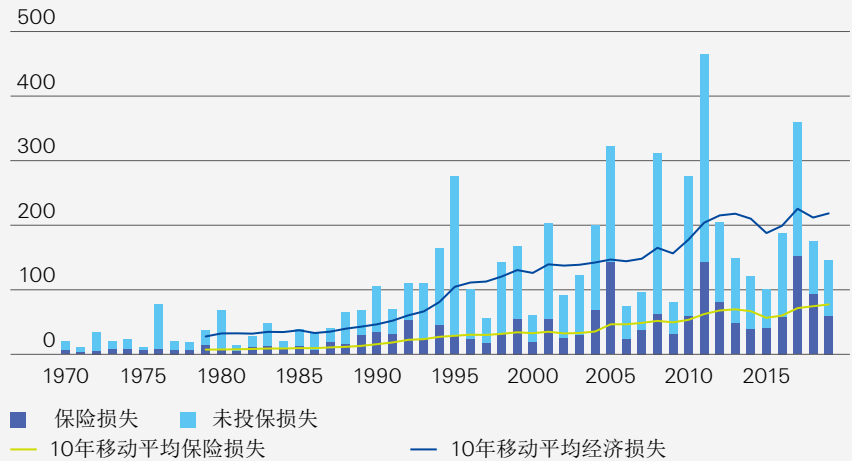


来源：瑞再研究院

全球灾害保障缺口：860亿美元

图15显示了长期以来经济损失与保险损失之间的差额，即保险保障缺口。是指由于灾害造成的、但没有保险保障的财务损失。2019年，全球保障缺口约为860亿美元，比2018年的830亿美元有所扩大，但低于10年平均1370亿美元。

图 15：
保险与未投保损失，
1970-2019
(10亿美元，按2019年价格)



经济损失 = 保险损失 + 未投保损失；
来源：瑞再研究院

地区损失概述

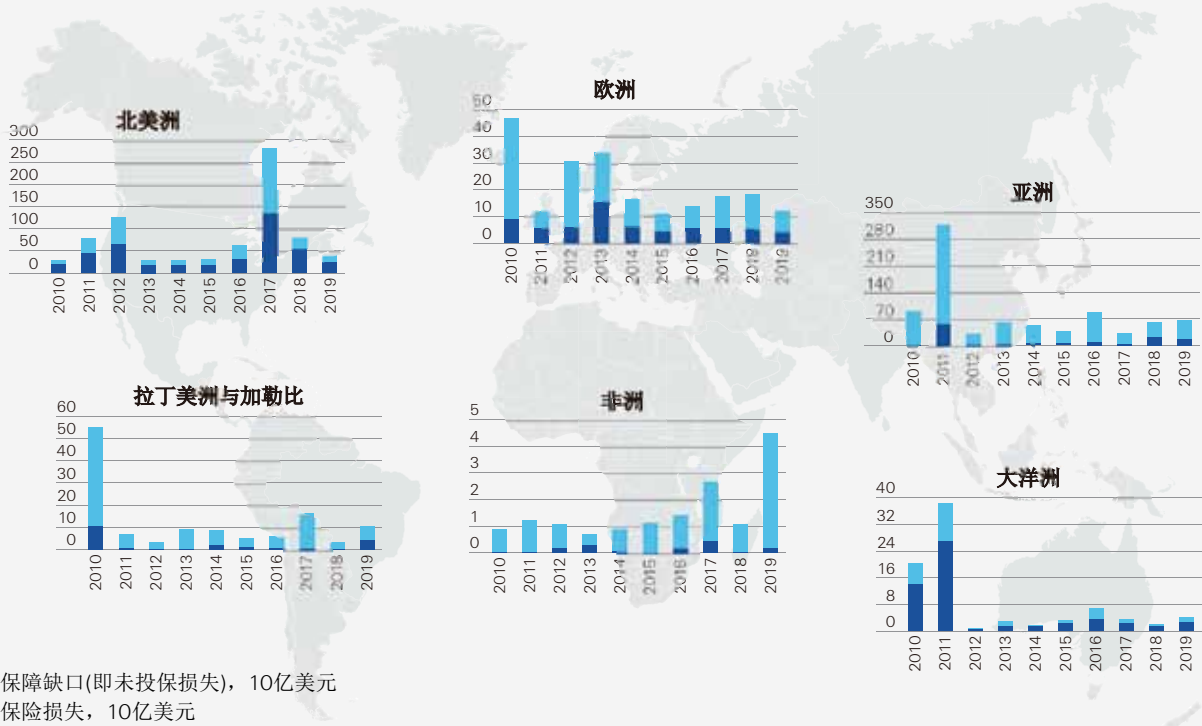
北美洲和亚洲的保险损失和经济损失最高。

表 3：
2019年世界各地的灾害事件数量、遇难人数、经济损失总额和保险损失

地区	数量	遇难者	占比	十亿美元	保险损失		经济损失	
					占比	十亿美元	占比	十亿美元
北美洲	87	212	1.8%	27.2	45.6%	44.7	30.6%	
拉丁美洲与加勒比地区	20	964	8.4%	5.2	8.7%	11.9	8.2%	
欧洲	45	328	2.9%	5.4	9.0%	13.6	9.3%	
非洲	54	3332	29.0%	0.8	1.4%	5.3	3.6%	
亚洲	102	6546	56.9%	18.3	30.6%	65.9	45.1%	
大洋洲/澳大利亚	5	77	0.7%	2.5	4.1%	4.1	2.8%	
海洋/空间	4	38	0.3%	0.4	0.7%	0.4	0.3%	
全球	317	11497	100.0%	60	100.0%	146	100.0%	

注：由于四舍五入，有些百分加总未必等于100。
来源：瑞再研究院

图 16: 各地区自然灾害保障缺口, 2010-2019(10亿美元, 按2019年价格)



注: 经济损失 = 保险损失 + 未投保损失
来源: 瑞再研究院

术语定义

自然灾害

自然灾害是自然力量引发的。

“自然灾害”是指由自然力量引发的事件。此类事件一般会导致涉及众多保险保单的大量个别损失。灾害造成的损失规模不仅取决于有关自然力量的严重程度,同时也取决于人为因素,如建筑设计或灾区抗灾系统的有效性。在本期 *sigma* 研究报告中,自然灾害细分为以下类别:洪水、风暴、地震、干旱 / 森林火灾 / 热浪、寒流 / 霜冻、冰雹、海啸及其他自然灾害。

人为灾难

人为或技术灾难是由人类活动触发的。

本期研究将人类活动相关的重大灾难划分为“人为”或“技术”灾难。一般而言,是指在非常有限范围内某一大型标的物受到影响,而该标的物只为少量保单所保障。战争、内战或类似战争的事件排除在外。*sigma* 将人为灾难细分为以下类别:重大火灾和爆炸、航空航天灾难、船运灾难、铁路运输灾难、采矿事故、建筑 / 桥梁坍塌及其他(包括恐怖活动)。

本研究报告包括的损失是指由重大事件直接造成的财产损失和业务中断。

经济损失仅作为一个总体指标。

术语“损失”系指保险损失，但不包括责任。

经济损失

在本期*sigma*报告中，经济损失是指由重大灾难直接引起的所有财务损失，如建筑物、基础设施和车辆损失。它还包括由于财产损失而导致业务中断的直接损失。保险损失包含任何再保险，无论由商业或政府计划提供。“损失总额”或“经济损失”数字包含所有损失，无论投保与否。损失总额不包含间接经济损失，如生产经营中断造成的供应商收入损失、国内生产总值下降或非经济损失(例如声誉损失或生活条件变差)。

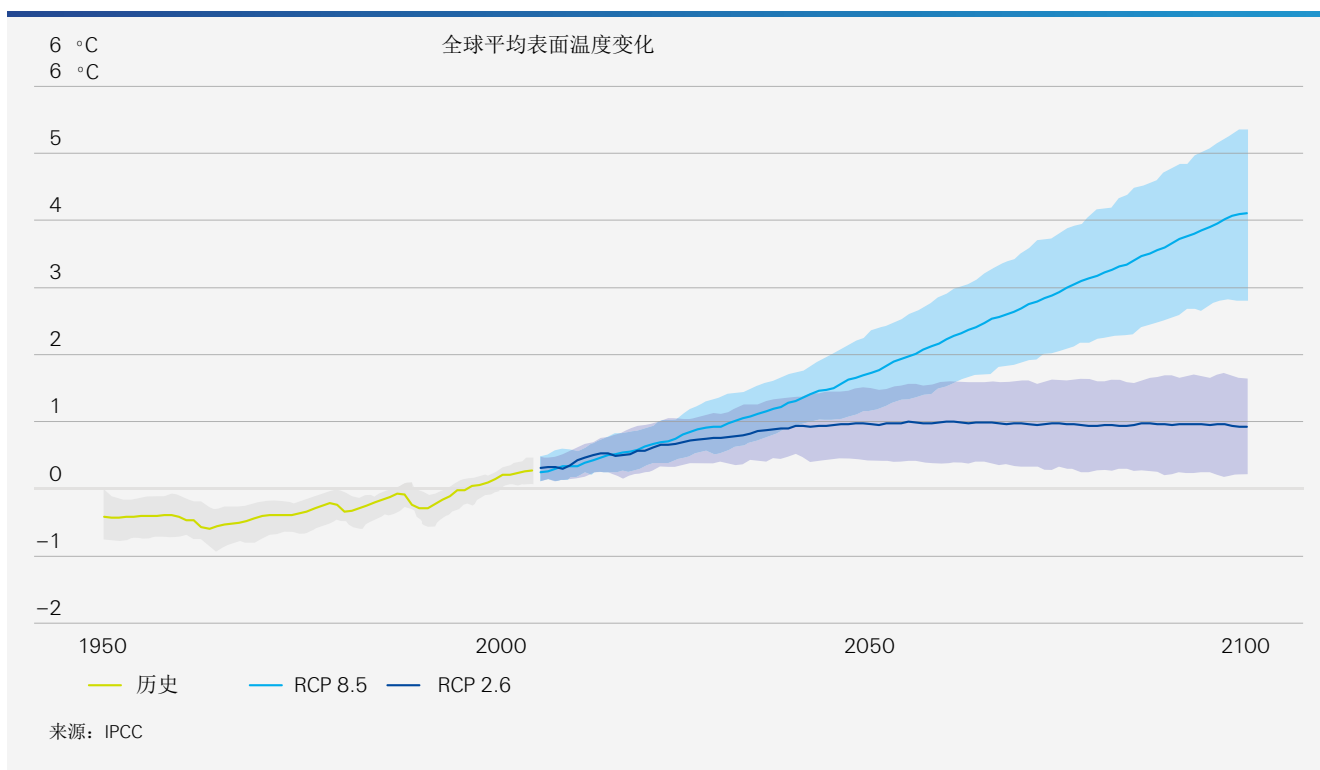
一般来讲，损失总额(或经济损失)的估算和传达方式大不相同。因此它们之间不具直接可比性，应该仅将其作为一个总体程度指标。

保险损失

“损失”是指除责任外的所有保险损失。将责任损失排除在外，一方面能使人们对本保险年度作出相对迅速的评估，但另一方面也会低估人为灾难所造成的损失。寿险损失也不计在内。

代表性浓度路径(RCP)

下面的数字表明不同RCP下平均表面温度的预期未来升幅，它们是温室气体引致辐射效应的未来可能轨迹。情景区间从较低的RCP2.6至较高的RCP8.5。后者是指不采取任何缓减和适应措施以抑制温度上升的“正常业务情景”。



sigma近期出版物

2020年	第1期	数据驱动下的保险业：准备好迎接新领域？
	第2期	经济积累和气候变化时期的自然灾害
2019年	第1期	新兴市场：希望与挑战并存
	第2期	2018年的自然灾害与人为灾难：关注“次生”灾害
	第3期	2018年度世界保险业：重心继续东移
	第4期	高级分析：解锁财产与意外险新业务
	第5期	韧性指数：保险市场和经济发展的基础指标
	第6期	2020/21年度全球经济和保险展望
2018年	第1期	2017年的自然灾害和人为灾难：损失创纪录的一年
	第2期	建设未来：工程险的近期发展
	第3期	2017年度世界保险业：总体稳健，但成熟寿险市场拖累增长
	第4期	非寿险业的盈利状况：关注缺口
	第5期	2020年全球经济和保险业展望
	第6期	死亡率改善：了解过去，塑造未来
2017年	第1期	网络时代：应对复杂风险
	第2期	2016年的自然灾害与人为灾难：损害范围广泛的一年
	第3期	2016年度世界保险业：中国继续强劲增长
	第4期	保险业：为新兴市场的发展创造价值
	第5期	商业保险：创新扩大可保范围
	第6期	寿险存续业务管理：增加客户价值，提高长期盈利水平
2016年	第1期	2015年的自然灾害与人为灾难：亚洲遭受重大损失
	第2期	承保前沿市场业务
	第3期	2015年度世界保险业：保费稳步增长，区域发展不均衡
	第4期	21世纪的相互保险：回到未来？
	第5期	战略性再保险和保险：对定制化解决方案的需求日益上升
2015年	第1期	新兴市场中的健康生活：保险可助一臂之力
	第2期	2014年的自然灾害与人为灾难：对流风暴和冬季风暴造成的损失最大
	第3期	保险业并购：新浪潮的开端？
	第4期	2014年度世界保险业：恢复生机
	第5期	财产风险保障不足：弥补缺口
	第6期	数字时代的寿险业：根本性变革近在咫尺
2014年	第1期	2013年的自然灾害与人为灾难：水灾和雹灾损失巨大；台风海燕重创菲律宾
	第2期	数字化保险分销模式：一场无声的革命
	第3期	2013年度世界保险业：走向复苏
	第4期	责任险理赔趋势：新兴风险与反弹的经济驱动因素
	第5期	我们将如何提供护理？为老龄化社会寻找可持续的长期护理解决方案
2013年	第1期	携手应对新兴市场的粮食安全问题
	第2期	2012年的自然灾害和人为灾难：美国极端天气灾害频发的一年
	第3期	2012年度世界保险业：复苏之路漫长而曲折
	第4期	解读水运和航空保险业的最新发展
	第5期	新兴市场的城市化进程：保险公司面临的机遇和挑战共存
	第6期	寿险：关注消费者

出版者:

瑞再控股股份有限公司
瑞再研究院
P.O.Box
8022 苏黎世
瑞士

电话: +41 43 285 2551
电邮: institute@swissre.com

作者

Lucia Bevere
Michael Gloor博士
Adam Sobel教授

撰稿人

Kudzai Bingepinge
Ieva Segura Cobos
Kishor Dhore
Michaela Dolk
Jürgen Dornigg
Simona Esposito
Tushar Kanti Ghosh
Markus Konz
Vineet Kumar
Patrick Saner
Rajeev Sharan
Tamara Soyoka
Yordanka Velichkova
Josine Zanoli

sigma 编辑
Paul Ronke

主任编辑

Martin Bertogg
瑞士再保险巨灾风险负责人

安仁礼 (Jerome Jean Haegeli) 博士
瑞士再保险集团首席经济学家

©2020瑞士再保险。保留所有权利。

本研究的编辑截止日为2020年3月17日。

瑞再研究院网站提供*sigma*下载: www.swissre.com/sigma。
网上版本可能包含更新的信息。

图文设计和制作:

集团不动产及物流/媒体制作中心(苏黎士)



©2020瑞士再保险保留所有权利。

瑞士再保险拥有本期《*sigma*》所有内容之版权，并保留所有权利。在保留所有版权及所有权声明的前提下，本刊内容可被用于私人用途或供内部参考。严禁电子再用《*sigma*》之所列数据。

任何以出版为目的整体或部分使用《*sigma*》必须得到瑞士再保险事先书面许可，并需注明“瑞士再保险，《*sigma*》2020年第2期。”同时请提供免费副本。

虽然本研究报告所有信息都取自可靠来源，但是瑞士再保险并不对信息的准确性或全面性承担任何责任。本刊内容仅提供信息用途，并不代表瑞士再保险的立场。瑞士再保险对于由于使用本刊信息而导致的任何损失不承担任何责任，并提醒读者不要过于依赖其中前瞻性的陈述。瑞士再保险没有义务公开修改或更新任何前瞻性的陈述，不论是由于新信息、未来事件或其他原因所致。

瑞再控股股份有限公司
瑞再研究院
Mythenquai 50/60
P. O. Box
8022苏黎世
瑞士

电话: +41 43 285 2551
swissre.com/institute