

Maryam Golnaraghi，气候变化和环境研究总监，日内瓦协会

要实现全球气候目标，各行业必须采用一系列新技术和新工艺，加快脱碳进程。钢铁、铝和航空等占全球碳排放量 30% 以上的重工业正在大力推进脱碳。随着气候风险的加剧以及将全球变暖控制在比工业化前水平高 1.5°C 以内的窗口期已临近关闭，加快广泛和大规模利用气候技术的需求变得更加迫切。

利用气候技术的挑战

尽管在开发创新气候技术方面已经取得了重大进展，但大多数技术仍处于商业化前阶段。造成这种情况的原因包括巨大的资金缺口、规模化方面的挑战以及风险有关数据的缺乏。

每年都需要投入大量资金，用于资助气候技术创新和展示。但是，从演示和早期部署阶段开始为试点项目提供资金这一行动是资本和风险密集型的。正是在这个阶段——“死亡之谷”——许多潜在可行的技术夭折了，永远无法进入市场。填补这一缺口需要大量私人资本，仅仅依靠公共资本是不够的。

大规模展示和利用新兴技术还需要新的经营方式，以及对传统商业化途径的改变——特别是技术准备就绪水平(TRL)框架(图 1)，该框架没能捕捉到阻碍气候技术市场准备就绪的许多风险。我们需要强有力的跨部门合作来评估和管理风险，从项目的早期阶段，到吸引投资者，加快执行速度，并最终实现规模化。

表 1： 传统的技术准备就绪水平框架和死亡之谷

技术阶段	技术准备水平(TRL)
大规模商业部署	9 大规模商业部署
	8 早期商业部署
演示和早期部署	7 在操作环境中的完整系统演示
	6 完成早期现场演示和系统改进
	5 在实验室或有限的现场应用中进行早期系统验证
	4 在实验室环境中对子系统或组件进行验证，以模拟使用条件
研究和开发	3 概念验证
	2 制定技术概念和/或应用程序
	1 将基础科学转化为实验室应用的探索性研究

死亡之谷

← 保险公司风险工程团队自TRL 6的早期参与对所有利益相关者都有益

来源：修改自 NASA

保险/再保险公司尽早参与的好处

保险/再保险公司可以通过提供风险工程咨询服务，在帮助加速气候技术部署方面发挥关键作用。日内瓦协会对保险业高管的一项调查表明，保险/再保险公司尽早参与气候技术项目——从演示和早期部署阶段开始——至关重要。

在行业层面，这将加强数据共享，并允许保险/再保险公司增加在这一领域的知识；促进识别风险评估的数据需求和监测要求；加强保险/再保险公司与气候技术利益相关者之间的合作；随着技术的成熟，让保险/再保险公司接触更多的项目；允许开发“项目池”，以更好地转移和分散风险；帮助识别特定技术的保险需求，以进行产品创新；加快制定风险管理标准、指导方针和业务守则。

在项目层面，保险/再保险公司的早期参与将确保风险得到更全面的考虑、评估和管理，以提高项目的可保性，并可能缩短获得保险的尽职调查期。通过在选定和批准项目地点之前参与，保险/再保险公司可以就诸如在何处和如何建造设施，以及考虑何种风险缓解策略以最大限度地提高对极端天气事件的可保性等决策提供重要反馈。

表 1：将保险包含为市场准备就绪的关键要素的技术采用准备就绪程度框架

价值主张	市场接受度
<p>1. 交付成本 在全面生产时，与实现交付成本竞争力相关的风险，包括已发生的开发和资本成本的摊销，以及转换成本的核算(如果有的话)。</p> <p>2. 功能表现 与技术解决方案达到或超过现有解决方案的表现和功能集或创造新的终端用户市场的能力相关的风险。</p> <p>3. 易用性/复杂性 与操作转换成本相关的风险；新用户(如个人、公司、系统集成商)在有限的培训、很少的新需求或特殊资源(如工具、劳动力、下采用和操作技术解决方案的能力)。</p>	<p>4. 需求成熟度/市场开放性 与需求确定性和获得标准化销售和合同机制(如果需要)相关的风险，以及与进入技术解决方案可以应用的市场的自然(例如网络效应、先发优势)和/或结构性(例如现有垄断/寡头垄断)障碍相关的风险。</p> <p>5. 市场规模 与该技术可以服务的市场总体规模相关的风险，以及该技术实现的不确定性程度。</p> <p>6. 下游价值链 沿着价值链将产品从生产者送到消费者的预计路径相关的风险(例如，考虑分割激励、技术接受度、商业模式变更)。</p>

重新思考气候技术开发和融资的传统方法

正在采用的努力加强气候技术融资和部署的方法：

- 项目融资越来越多地用于解决项目复杂性和大量资本需求。
- “技术采用准备就绪程度”(ARL)框架，由美国能源部(DoE)推出，作为 TRL 框架的补充，确定了 17 个阻碍市场准备就绪的风险(表 1)。

负担得起的保险解决方案对于气候技术进入市场、确保融资和管理项目负债至关重要。评估新气候技术的可保性条件和制定保险解决方案既复杂又耗时。在早期阶段，利益相关者之间更大程度的风险分担可能促进结构化风险管理解决方案的发展，并根据风险偏好和承担风险的能力在各方之间更好地分配风险，从而吸引更多资本并确保最佳风险融资。随着技术的成熟、部署的增加和标准的制定，可保性将会提高，从而使保险公司能够在整体风险池中承担更大的份额。特定风险可能无法通过商业保险市场投保，需要其他干预措施。

资源成熟度

7. 资金流动和可用性

将技术解决方案从当前状态转移到大规模生产所需的资本可用性相关的风险，包括所需的总投资、是否有愿意投资的投资者、相关金融和保险产品的可用性以及资本流动的速度。

8. 项目开发、整合和管理

与使用技术解决方案成功地、可重复地执行项目的过程和能力相关的风险。

9. 基础设施

与物理和数字大规模系统相关的风险，这些系统需要到位，以支持、启用或促进全面部署(例如管道、输电线路、道路和桥梁)。

10. 制造与供应链

与生产最终产品的所有实体和过程相关的风险，包括集成商、组件和子组件制造商和供应商。

11. 材料采购

与技术所需的关键材料的可获得性相关的风险(例如稀土和其他有限可用性材料)。

12. 劳动力

与大规模设计、生产、安装、维护和操作技术解决方案所需的人力资本和能力相关的风险。

经营牌照

13. 监管环境

与地方、州和联邦法规或其他要求/标准相关的风险，必须满足这些要求/标准才能大规模部署该技术。

14. 政策环境

与支持或阻碍大规模采用该技术的地方、州和联邦政府政策行动相关的风险。

15. 许可及选址

与大规模部署技术相关的现场批准、设备和基础设施建设过程相关的风险。

16. 环境与安全

在缺乏充分控制的情况下，与技术解决方案或最终产品的生产、运输或使用固有的潜在危险副作用或不良事件相关的风险。

17. 社区认知

与全球和当地社区对技术解决方案及其风险或影响的普遍看法相关的风险，无论是否有根据。

18. 可保性和可负担的保险的可用性

缺乏识别、构建和评估新气候技术风险及相关可保条件的数据和技术能力所带来的风险；项目复制的风险管理框架、标准和业务守则的制定出现延误；按照技术逐个解决其特殊的保这可能会推迟规模的扩大，险需求，并推迟开发和提供满足融资和市场需求的全面的保险解决方案。

可保性准备就绪框架——从保险角度看待气候技术风险

为了帮助从保险角度看待气候技术项目的风险，日内瓦协会通过多方利益相关者合作制定了一个新的“可保性准备就绪框架”(IRF)。IRF 将风险分为七个与保险相关的类别，并说明了它们与 ARL 框架(表 1)中确定的风险之间的关系。这些类别是：1)技术风险；2)项目信息和组织风险；3)法律、财务和合规风险；4)地理位置的自然气候风险；5)业务中断和供应链风险；6)长期风险；7)环境、社会 and 治理风险。

对于这七个类别中的每一个，IRF 都规定了气候技术利益相关者在与保险/再保险公司进行对话时以及在项目开发人员在为风险和可保性评估编写信息时需要考虑的关键问题。

在战略层面，IRF 将使气候技术利益相关者和保险/再保险公司之间进行信息更充分的对话，并从可保性的角度帮助识别最具挑战性的风险。它还有助于从商业保险市场的角度确定可能无法投保的风险。这些风险需要不同的干预措施，例如公私伙伴关系或政府支持。

在项目层面，保险要求的透明度将使气候技术项目开发商、其合作伙伴和投资者能够以更有针对性的方式识别和解决项目风险，以确保在项目设计中反映保险需要考虑的因素和降低风险的策略。

参考资料

NASA. 2023. *Technology Readiness Levels*.

<https://www.nasa.gov/directorates/somd/spacecommunications-navigation-program/technologyreadiness-levels/>

U.S. DoE. 2023. *Commercial Adoption Readiness Assessment Tool (CARAT)*.

https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-06/CARAT-R10_6-2-23.pdf

贡献作者

Harald Dimpflmaier, 德国和瑞士自然资源承保主管, Allianz

Stefan Thumm, 自然资源与建设风险咨询区域主管, Allianz

John Warton, 自然资源与建设风险咨询全球主管, Allianz

Lesley Harding, 战略合作伙伴关系全球主管, Liberty Mutual

Arthur Delargy, 油气首席风险工程师, Liberty Mutual

Thomas Krismer, 气候风险管理高级专家, Munich Re

Ernst Rauch, 首席气候和地球科学家, Munich Re

Tom Dickson, 首席执行官, New Energy Risk

Massimo Giachino, 石油与石化风险工程主管, Swiss Re

Anthony Norfolk, 高级工程核保人, Swiss Re

Mischa Repmann, 高级可持续发展风险工程师, Swiss Re

Miguel Senac-Gayarre, GCMIT 工程总监 & 可再生能源联席主管, Swiss Re

Joachim Meister, 全球电力与新能源高级副总裁, Worley

Gary Martin, 美国氢能总裁, Worley

Frank Nieuwenhuijs, VP PtX 项目交付, Worley

Ignacio Belanche-Guadas, 气候变化与环境研究实习生, The Geneva Association