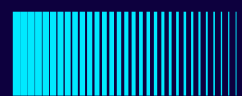


# 报告

我们完了，现在怎么办？

在不确定的未来中寻找通过气候变化适应技术的方法

BY ARTHUR D. LITTLE  
SHIPI





“人类是  
出生在地球上。  
它从来没有

- 库珀, *星际*

# 我们完了，现在怎么办？

在不确定的未来中寻找通过气候变化适应技术的方法

## Authors

Zoe Huczok，蓝移项目负责人， Arthur D. Little  
Albert Meige 博士，蓝移主任， Arthur D. Little

## 贡献者

Rick Eagar，名誉合伙人， Arthur D. Little  
Melissa Dazin，业务分析师， Arthur D. Little Adam  
Philippsthal，顾问， Arthur D. Little  
Shanar Tabrizi，WIPO 气候变化技术专家 Peter Oksen 博士，WIPO  
绿色技术研究经理  
创造明天  
Joyce Coffee，气候弹性咨询公司总裁 Robert Macnee，气候弹  
性咨询公司弹性服务副主任  
Vikram Sarbajna，Agtuall Gal Queinnec 创始人  
兼首席执行官，公司远见与可持续发展专家 Carlo Stella，可持续发展全球实践负责人，  
Arthur D. Little  
Simon Norman，经理， Arthur D. Little Phil  
Webster，合伙人， Arthur D. Little  
Franziska Thomas 博士， Arthur D. Little 合伙人  
Ulrica Sehlstedt 博士，医疗保健与生命科学全球实践负责人， Arthur D. Little  
Florent Nans é，合伙人， Arthur D. Little  
Marc Wiseman，高级顾问， Arthur D. Little  
Arnaud Jouron，全球实践负责人，性能， Arthur D. Little  
路易斯·德尔·巴里奥，合伙人，亚瑟·D·利特尔

集体制作明天聚集了有远见的专家，人类学家，经济学家，还有制作者，设计师和科幻小说作者。它是远见和设计小说方法的先驱。” <http://making-tomorrow.mkrs.fr/>

## 居住中的思想家

C é dric Villani，政治基金会主席

内容  
内容

内容  
内容

—  
—

内容  
内容

—  
—



1. 考虑适应  
方法 14

2.

3.

4.

5.

附录：采取行动  
极热 104

# 执行摘要

无论世界在缓解全球变暖方面多么成功，气候变化的许多影响已经在发生，并将极大地影响人类，社会和商业的未来。在努力减少排放和实现零净目标的同时，不可避免地需要适应气候变化。对于企业来说，这意味着需要将适应作为任何前瞻性战略的一部分。适应是一系列更广泛的可持续发展目标的一部分，同时减轻影响和提高复原力。实际上，它们之间存在许多重叠；例如，提高资源使用效率是一种适应措施，也可以减轻影响。保护资产不受气候影响，有助于通过增强韧性来适应气候变化。我们在本报告中选择的对适应的关注并不意味着它应该这样做。

在缓解或建设弹性之前优先考虑，而是这应该是整体反应的一部分。

决定将投资和开发工作集中在哪里进行适应是困难的。技术在很大程度上，满足适应需求是具体的、众多的和分散的。适应解决方案在不同的行业中是多种多样的，并且通常由本地环境驱动，这使得可扩展性难以实现。与此同时，适应技术的资金仍然很低，据估计，在 2020 - 2021 年，所有气候技术资金中只有不到 10% 用于适应。此外，适应解决方案在未来的适用性和可行性将受到一系列不确定性的极大影响，例如市场动态，监管和消费者行为。这种复杂性往往导致决策瘫痪或，至少，一种延伸的“观望”哲学。

在本报告中，我们旨在为高管提供一种解决复杂性的方法，回应关键问题，“决策者如何利用技术来帮助他们的企业适应气候变化的多样化、多变量和模棱两可的影响？”

纳入了对企业高管、气候适应专家、风险资本家 (VC) 和初创企业的 40 多次访谈的结果，以及涵盖 70 名受访者的两项调查。我们很高兴与联合国 (UN) 世界知识产权组织 (WIPO) 已经建立了“绿色技术手册”和一个包含约 140,000 个条目的解决方案数据库，以及设计小说机构 Making Tomorrow on future projections。

我们的方法是首先了解企业面临的适应挑战，然后根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的预测，通过提供“到 2100 年 + 3 ° C”气候变化的相关地球物理和生物影响的清晰总结来设定场景。

We took these impacts as a "given". Next, we explained the implications of adaptation for a range of possible futures by considering specific combinations of critical economic and behavior variables. This enabled us

开发一系列合理的未来预测，我们使用设计小说方法对其影响进行了充实。然后，我们分析了每个未来预测将如何产生一系列功能期望和技术需求来适应。

最后，我们确定了一系列“无悔”的适应解决方案，以及与企业相关的技术和能力，无论未来的不确定性如何，并就如何踏上适应之路制定了指导意见。

## 未来的挑战

In Chapter 2, we discuss the four generic business challenges that companies must address to adapt to climate change. These include:

1. **来源 - 确保关键原材料和资源的可用性和供应链。** 次挑战包括水资源短缺，作物产量下降，获得关键材料以及供应路线中断。
2. **制造 - 使制造和其他工业过程适应不断变化的气候。** 次挑战包括确保能源和水的供应，提高生产率和维持可行的工作条件。
3. **保护 - 保护工业场所和资产免受气候变化影响。** 子挑战包括检测和警报（不可预见的天气事件），资产屏蔽，弹性设计，中断后的补救以及站点的重新定位。
4. **销售 - 营销具有竞争力和差异化的商品和服务，以满足消费者在不断变化的环境中的需求。** 子挑战包括开发新的创新产品和服务，适应新的消费模式和不断变化的销售渠道。

公司在考虑自己的选择时，必须考虑这四种类型的挑战如何影响其业务运营。

## 不确定结果建模

第 3 章讨论了塑造未来适应环境的一些因素，分为 Geophysical, biological, behavior / demographic, and economic categories. Modeling these critical factors suggests five future projections that companies should consider in developing their adaptation responses.

我们确定了总共 11 个影响气候变化适应的塑造因素。在报告中，我们描述了五个地球物理和生物因素，并描述了它们可能的影响，如极端气候事件、淡水供应、海平面上升、生物多样性丧失和虫害增加。这些结果基于假定的“2100 + 3 ° C”轨迹，该轨迹落在 IPCC 代表性浓度途径（RCP）6.0 的置信区间内。地球物理。

这种轨迹的生物影响是广泛和大规模的。

在行为 / 人口和经济类别中，我们统称为“人类塑造因素”，我们确定了六个因素，其中四个是最关键的，因为它们既有很高的潜在影响又有很高的不确定性。这些关键因素是法规，消费者行为转变，竞争压力和资金的可用性。通过考虑这四个因素的每个“开 / 关”组合，我们生成了 24 个未来预测，其中五个是最合理，最具差异性和技术相关性的：

1. **绿色社区**- 强烈的消费者行为转变，但资金有限。这是一个资源稀缺的世界，基层适应计划蓬勃发展，没有大型项目。
2. **孤独的顶部**- 没有消费者行为转变，但竞争压力很大。在一个高度不平等的双速社会中，全球市场领导者以富裕客户为目标，推动适应。
3. **狂野绿色西部**- 强大的金融，但很少的监管。这被描述为创造性的混乱，在私人资本的推动下，适应计划无处不在，但缺乏任何监管支柱。
4. **不要抬头看**- 有限的融资和没有消费者行为转变。这是一个悲观的未来，客户和金融机构都没有适应新的气候现实。
5. **自适应浪涌**- 所有变量都支持适应。这是一个相对的乌托邦，其中适应是常态，重新设定期望并创造新市场和新需求。

这些预测并不试图描述一个完整的世界，而是说明了一系列可能部分共存的未来。为了更深入地了解它们的后果，我们使用了一种设计小说的方法，从每个可能的未来创造出人工制品。这些有助于更好地确定将在特定预测中蓬勃发展的技术选择。

## 技术响应

每个未来预测最相关的技术可以根据成熟度和影响以及第 2 章讨论的四个挑战进行映射和排名。总体而言，价值更多在于调整现有技术以适应特定和局部问题，而不是前沿突破。在第 4 章中，我们列出了一个简短的无遗憾解决方案，使技术砖和公司应该考虑的关键能力。

Each future projection implies a partly different set of functional needs and priorities, for which particular technology solutions are relevant. In chapter 4, we identify 89 of the most relevant technology families, map across the four challs and

按成熟度和影响。我们还指出了具体的技术示例和代表性提供商。

总体而言，由于适应的高度局部，多变量和多学科性质，因此需要考虑广泛的技术。适应技术带来的价值不在于尖端性能或突破，而更多地在于应用现有技术以可接受的财务，环境和社会成本为所有相关利益相关者解决非常具体和局部的问题。这是创新的关键领域。然而，许多不是为适应而开发的技术在这一领域发挥着关键作用，从先进的消费者情绪分析到数字孪生。没有解决适应挑战的最佳方法。相反，需要对企业的运营生态系统进行细微差别的考虑，反之亦然。因此，最好将适应战略作为公司战略的组成部分。

与预测或相关行业无关的无悔举措包括：

- **解决方案**- 预警系统，热舒适系统，用于现场定位的地理信息系统（GIS），用于成像的空中无人机，用于维护和自动化生产的机器人，以及水效率和回收系统
- **关键技术砖**- 传感技术，包括物联网（IoT）和遥感（包括光检测和测距，或 LiDAR）；用于模拟的数字孪生和生成 AI（GenAI）；以及用于预测的神经网络（特别是图形神经网络 [GNN]）
- **基础能力**- 数据科学，复杂系统建模，稀缺性设计，响应风险评估和强有力的当地伙伴关系

最终，气候是一个复杂的系统，这意味着它表现出难以预测的紧急影响。而

气候变化影响的可能规模得到了很好的证明，通常单个事件的发展顺序和速度很难预测。在本地规模上对复杂系统及其影响进行建模的能力将是开发成功适应的全面和细致入微的方法的关键。

## 采取行动

作为研究的一部分进行的一项调查证实，缺乏对最佳行动方案的了解是业务适应的最大障碍。如第 5 章所述，要向前发展，公司应专注于了解其气候变化问题和风险，建立适当的治理，建立融资手段以及发展当地合作伙伴生态系统。

A lack of knowledge on the best course of action is followed by resistance to change, lack of funds, and technology limits as the biggest histers to business adaptation strategies. To move forward with adaptation strategies, companies must consider four key qu

- 1. 如何预测？** 决策者应该首先创建自己的全球变暖轨迹假设，并确定塑造因素对他们的行业和全球足迹至关重要。他们需要对急性和慢性的潜在风险进行逐站评估，并利用数字技术，如数字孪生和人工智能，试点改进的风险监测和建模方法。
- 2. 如何决定？** 企业将需要一种合适的治理方法来监督适应议程，该议程通常涵盖多个职能。可能需要新的指标。热图等方法可以帮助分配优先级。“思考全局，行动局部”和增强客户倾听的能力是关键。
- 3. 如何融资？** 调集适应资金需要更新财务指标，包括根据资产损害、生产损失和可能的声誉影响对气候风险脆弱性进行定价。它还可能涉及复杂的任务，即对正外部性（生产率提高，员工保留率）和适应的潜在市场机会（市场份额提高或新产品市场适应）进行定价。它还需要比大多数公司决策习惯更长的时间表（15 年）。当公司适应投资影响社区时，可以利用将优惠公共资金与私人资本相结合的混合融资解决方案。
- 4. 如何构建？** 由于适应问题需要本地解决方案，因此对企业至关重要开发合作伙伴的本地生态系统。与任何合作创新努力一样，为知识产权（IP）设定明确的基本规则很重要。最后，公司将不得不接受更长的适应投资时间尺度。

## Conclusion

**最终，适应气候变化的有效性将取决于政府、企业、当地社区和个人可以合作应对地方、国家和全球挑战。**

除了报告中概述的无遗憾解决方案，技术砖和能力之外，没有解决适应挑战的最佳方法。需要的是细微差别地考虑企业生态系统对其运营的影响，反之亦然，以确定最相关的解决方案。气候变化将成为越来越重要的制约因素到 2040 年及以后，我们可能已经处于“适应战略”几乎离不开“商业战略”的境地。

While this study focuses on the technology dimension of adaptation, technology alone will not solve adaptation challenges. As our future projections

说明，适应对策的有效性将是政府，企业，社会和个人如何互动和行为的结果。特别是，消费者是否改变习惯，法规制定，财务机制开发和资金解锁，大型公司承担领导责任，这既是非常不确定的，也是非常重要的适应。适应往往需要本地化解决方案，但只关注本地观点，遵循自身利益，应用单一指标将无法解决系统级的全球挑战。

这也将增加“适应不良”解决方案的风险，因为补救措施比治愈方法差。适应行为容易陷入囚徒困境：是推迟昂贵的适应投资并保持竞争优势，还是现在投资更好并依靠他人互惠互利做同样的事情？

解决这一困境需要政府、地方社区、企业和个人之间的新型合作，这种合作结合了地方、国家和全球系统层面的利益和挑战。这种合作极具挑战性，将涉及痛苦的权衡。然而，变化确实来自必要性。企业在塑造未来方面发挥着关键作用，确保“观望”不会导致更严重的损害。

# 序言

我正在到达 Pic d 'Anie 的 2, 507 米顶点， 比利牛斯 - 大西洋的顶峰，  
Randonné e 滑雪板， 脚上装有海豹皮， 手里拿着冰斧。汗水从我的额头  
滴下， 刺痛了我的眼睛。然而， 我只穿着短裤和短裤  
我对自己说，“这将是关于适应气候变化的报告的一个很好的例证。”  
我还记得几个星期前一家大型体育设备公司的总裁对我吐露的一句话：“  
我们要离开滑雪工业 .....

在市场持续增长的情况下，为什么要离开滑雪行业？一方面，因为气候变化已经严重影响了滑雪场的运营成本及其开放期（例如，大约 87% 的美国滑雪场依赖于人造雪生产<sup>1</sup>）。因此，从长远来看，这个市场是不可持续的。另一方面，这是一个形象问题：公司的品牌不能继续与正在成为对山脉的非自然剥削联系在一起。

当我谨慎地开始下降时，这些想法导致我适应不良，指的是适应倡议

增加气候变化的风险和脆弱性，就像在热浪中打开空调一样。一种懒惰和愤世嫉俗的适应方法。关于辞职的适应。

我们为那些不打算辞职应对气候变化的企业撰写了这份报告。在报告中，我们总结了我们的研究，涉及约 40 名国际专家。这一旅程使我们能够树立某些信念，其中一些信念非常令人震惊。

例如，无论我们今天的决定和行动如何，到 2100 年，世界可能会朝着 +3 °C 的变暖方向发展。这一现实带来了一系列后果：从海平面上升到日益极端的天气事件再到大规模的迁徙流。

对于企业来说，这带来了四个主要挑战：采购关键材料，保持制造生产力（制造），保护资产以及为新常态销售新产品和服务。不可避免的结论？在继续努力减轻对全球变暖的影响的同时，公司必须从今天开始适应。适应气候变化是一个存在的问题。

我希望我能说我是气候变化专家。

1. 只是一个小的全球平均气温上升 - 例如  
与工业化前时代相比，到 2100 年 +3 °C - 产生了我们大多数人没有意识到的巨大影响。
2. 最复杂的问题（了解正在发生的事情并提出解决方案）变得相对简单，而简单的问题（决定和行动）却变得最复杂。
3. 我们很可能已经面临的气候变化轨迹将使我们所有人都变得非常艰难；然而，我们可以适应。我们会适应。技术是解决方案的一部分，但只是一部分。

这三个见解在本报告的第 2 - 4 章中详细介绍。

只是一个小的全球平均  
气温上升 - 例如  
与工业化前时代相比，到  
2100 年 + 3 °C - 产生了我  
们大多数人没有意识到的  
巨大影响。

作为开胃菜，我分享两个有趣的字谜：

“气候变化”

是字谜的

“技术  
游戏”

说明技术确实是我们共同面临的这一重大挑战的解决方案的一部分。

也许更模糊，

“气候变化”

也转换成

《教骆驼》

这提醒我们，除了技术之外，自然还可以教给我们有效的解决方案 - 就像骆驼一样，完全适应其温暖的环境。这也提醒我们，我们不应该完全陷入技术解决方案主义。

— Albert Meige 博士



# CHAPTER

# 考虑 一种适应方法

# 1

## 考虑适应方法

无论我们现在如何努力纠正，气候变化的影响都会影响我们。这意味着企业必须将适应视为未来战略建设的重要方面。

我们对适应的关注绝不意味着它应该是缓解努力的替代品，或者无论如何是更高的优先级。然而，从业务和技术的角度来看，理解适应带来的要求和潜在机会是很重要的。

为了构建本报告，我们的想法是到 2100 年将对气候的影响定为 +3 °C。<sup>2</sup>如图 1 所示，这将对农业、海平面、疾病、淡水供应、生物多样性和极端天气事件（如野火）产生巨大影响。

## 双重关注：业务和技术

显然，适应气候变化是一个广泛而复杂的主题。本报告仅关注两个方面：

### （1）气候变化

从企业的角度进行适应，以及（2）实现适应的技术。这意味着《报告》仅涉及政策，基础设施和基于社区的倡议，只有在私营部门可以共同实施并包括技术组成部分的范围内。我们也没有解决更广泛的趋势，例如地缘政治动荡，这也将影响或可能限制企业的适应能力。这个选择的范围反映了 Ble Shift 对前瞻性技术的关注。不应将其解释为暗示政治，经济和社会变革是技术推动者的次要因素。

图 1 - “2100 年 + 3 °C” 轨迹的可能气候影响



来源：亚瑟·D·利特尔，IPCC

## 适应：气候变化工具箱的一个子集

如图 2 所示，可持续性对话内容丰富而广泛，包括几个重叠但不同的目标，其中包括**缓解、适应、and弹性**。业务适应以各种方式与这些目标部分重叠，例如：

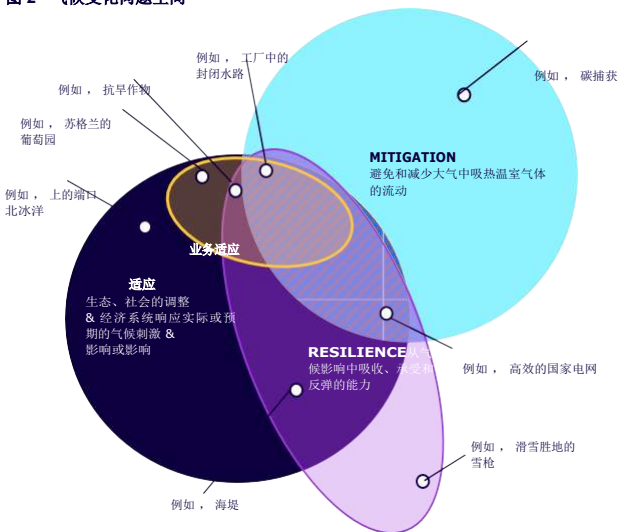
- **缓解 - 促进适应**- 主要以资源利用效率(例如，适应较低的水资源)，同时还保留现有的供应
- **适应带来的机会**- 创造新的产品和服务，伴随着向不断变化的过渡气候
- **复原力**- 保护工业资产，人员和流程免受气候影响

## 适应：解决方案过多

虽然缓解气候变化的重点是将温室气体（GHGs）从一系列来源释放到大气中，但适应更多的是解决当地发生的多种影响。例如，生活在一个单一的山谷可能需要解决当地河流的干涸，村庄暴露在热浪中，以及由于山坡侵蚀而造成的滑坡 - 使用可能无法完全扩展或适用于其他位置或问题的工具。

从本质上讲，这意味着适应解决方案的价值在于以可接受的成本将技术成功应用于特定问题。因此，解决适应需求的技术是具体的、众多的和分散的。与此同时，技术炒作和适应技术的资金仍然很低。据估计，在 2020 - 2021 年，不到 10% 的气候资金用于适应气候变化。<sup>3</sup>

图 2 - 气候变化问题空间



资料来源：Arthur D. Little，IPCC，全球环境基金（GEF）

为了帮助识别绿色技术，WIPO 于 2013 年建立了免费的在线 WIPO 绿色市场促进可持续技术平台，该平台涵盖了七个大应用领域的约 150,000 项针对环境或气候变化挑战的解决方案的技术和专利（见图 3）。

## 适应气候变化的技术

在本报告中，我们旨在通过回应一个简单的问题陈述来消除噪音：

**决策者如何才能**

**利用技术来帮助他们的企业面对气候变化的多样化、多变量和模棱两可的影响？**

为了回答这个问题，我们遵循了七个步骤的方法：

1. 概述主要**挑战**公司在适应气候变化方面面临的挑战。
2. 通过设置舞台**假设“2100年+3°C”的轨迹**2040年。
3. Draw out **projects** 结合人类对气候变化的可能反应。
4. 使用设计小说的方法来放大**混凝土影响**具体的预测。
5. 详图**功能期望**and**相关技术**每个投影和挑战。
6. 识别**不后悔的举动**：解决方案、使能技术和现在应该开发的能力，以便能够适应。
7. 提供见解，以帮助公司开始他们的**适应之旅**：如何预测、决定和构建能力。

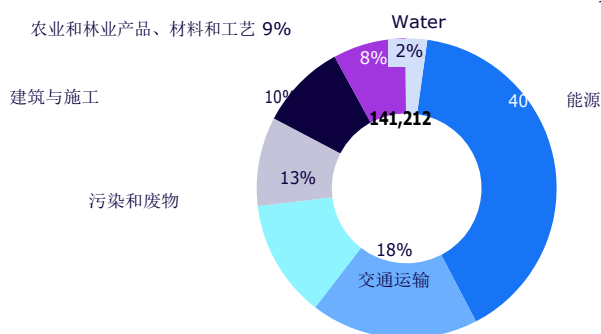
本报告基于多种来源，包括：

- **面试**- 对企业高管、气候适应专家、风险投资公司和初创企业的 40 多次采访
- **调查**- 两项调查，一项针对企业高管，一项针对全球学术专家，共有 70 名受访者
- **协作**与 WIPO 合作，涵盖对适应技术的要求
- **文献来源**, 包括 2022 年的“WIPO 绿色技术手册”（“改编版”）和 IPCC 的“AR6”  
综合报告：《2023 年气候变化》，等等
- **协作**与设计机构一起制作明天，为每个选定的投影创建设计小说和文物

“适应技术是一个高度多样化的创新领域，在某种程度上生活在更具主导地位的技术的阴影下。造成这种情况的原因之一正是这种多样性，这可能使人们更难认识到何时何地需要什么，以及什么可能是解决方案。此外，许多有助于适应的解决方案已经存在并正在使用，但将获得新的重要性，而其他解决方案将基于新技术，有些是先进的，有些则更简单。”

Peter Oksen, WIPO

图 3 - WIPO 绿色数据库，按应用程序类型划分的技术



2



# CHAPTER

# THE 前方的挑战

## 2 未来的挑战

The many adaptation challenges businesses face vary between locations and industries. However, it is useful to consider them in terms of four generic categories by function: source, make, protect, and sell.

## 来源

确保关键原材料和资源的可用性和供应链包括子挑战， 例如：

- **缺水。**灌溉淡水的可用性是下降， 特别是在受干旱和洪水影响的地区， 而洪水和海平面上升导致水盐化， 使水无法用于农业。
- **农作物产量下降。**次优的天气条件正在降低农业产量， 例如欧洲热浪此外， 气候效应正在增加害虫和入侵物种的出现， 而不断变化的生长条件意味着许多传统作物现在无法生存。
- **获取关键材料。**由于海平面上升， 风暴和干旱等气候影响， 中断和 / 或重大影响  
这意味着关键材料将变得越来越昂贵， 包括用于制造的稀土或稀有金属的电池。
- **供应路线中断。**原材料运输和分配的中断和 / 或大幅放缓，  
由于严重的气候事件， 资源， 商品和服务正在增加。例如， 由于干旱， 巴拿马运河在 2024 年冬季的产能下降， 对全球供应链产生了重大影响。

## 关键材料的采购将变得越来越昂贵。

### 示例：葡萄酒行业需要有弹性的作物

由于葡萄生长在狭窄的温度区， 平均生长季节温度在  $12^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$  (  $56^{\circ}\text{F} - 72^{\circ}\text{F}$  ) 之间， 因此增加的热量和更严重的气候事件， 例如更长的热浪， 正在降低酿酒师的生产力。例如， 在 2022 年， 由于热浪和降雨的增加， 法国的收成是自 1957 年以来最小的， 使该行业的销售额损失了约 20 亿美元。西班牙马德里附近的葡萄园不能再生产低于 16% - 17% 酒精的葡萄酒， 这超出了主流消费者的口味。生产商已经开始向。

再生农业遭受了吞噬葡萄藤的蚂蚁的入侵。缺水也是智利等国家葡萄园的关键问题。需要适应技术， 公司正在试验新技术， 使葡萄藤的修改， 以增加他们对疾病和气候事件的适应能力。

## Make

制造业和其他工业过程也必须适应不断变化的气候， 包括子挑战， 如：

- **能源和水的供应。** 传统的不稳定性  
极端气候事件导致的电网和水资源短缺影响了能源和水的可靠获取。因此，公司正在寻求减少低效率并安装水循环系统。
- **提高生产力。** 尽管面临原材料供应方面的挑战， 但公司需要保留产品质量， 以确保客户满意度， 同时在极端的背景下保持其制造流程。为了抵消这些因素以及供应链和业务中断， 公司正在寻求提高生产速度， 降低劳动力和库存成本， 和 / 或合理化制造流程以优化成本并满足不断变化的消费者需求。
- **工作条件。** 公司必须保持可行的工作  
尽管热浪频繁， 但工厂和办公室的温度仍然很高， 同时实施远程工作计划以减轻更频繁的流行病风险。

## 传统电网和水的 不稳定性 短缺影响能源和水的 可靠获取。

### 示例： 确保可靠的能源供应

由于廉价的劳动力成本， 印度拥有许多纺织、电子和汽车工厂。今天，根据我们采访的专家的说法，印度电网 70% 是煤炭供电， 15% 是水力发电， 其余的来自核能和太阳能。然而， 该国从印度尼西亚和澳大利亚进口煤炭， 由于气候变化， 印度降雨量减少， 这意味着水力发电和核电站的效率不如以前。这使得印度电网高度不稳定， 三分之二的农村和五分之一的城市家庭报告说， 他们至少每天都面临停电， 也中断了工厂生产。适应技术可以帮助改善能源供应 (例如Procedre， 通过智能电网和稳定系统)。

## 保护

必须保护工业场所和资产（包括开采、制造和物流）免受气候变化影响，例如温度 / 海平面上升和极端气候事件。这包括子挑战，例如：

- **检测和警报。**随着不可预见的气候的增加事件，如洪水和风暴，政府和公司必须确保他们有更好的能力来预测和警告人们这种危险。
- **屏蔽。**在海平面上升，洪水和风暴的情况下，公司必须更好地保护其资产和基础设施使用自然或人为的解决方案，防止损坏。
- **弹性设计。**随着更严重的气候事件，公司还必须考虑设计和构建弹性的新方法资产，例如太阳能电池板，可以在风暴来袭之前轻松拆除。
- **补救。**由于极端不利，公司面临机械 / 生产场所的损坏或损失增加气候事件。为了限制停机时间和生产力损失，他们必须更高效、更快地在此类中断后重新开始生产。
- **搬迁。**一些关键业务地点将容易受到海平面上升 / 洪水的影响（例如，中国、越南和孟加拉国）和干旱 / 热浪（例如，撒哈拉以南非洲，印度，和东南亚），迫使公司为自己的工业场地和资产寻找更具弹性的地点。例如，在中国，阿里巴巴在杭州的总部、苏州工业园区（松下国家总部）和特斯拉在上海的 Gigafactory 都位于风险区域。

## 公司必须考虑设计和构建弹性资产的新方法。

### 示例：美国东海岸的军事基地

海平面上升和更严重的风暴和洪水正日益影响美国东海岸的企业，研究表明，洪水频率预计将在未来几年增加三倍，到 2050 年将达到每年 85 个洪水天。与此同时，资产和房地产继续在高风险地点建设。美军的东海岸基地受到这一趋势的影响。例如，2018 年，飓风和洪水席卷了海军基地，造成了约 47 亿美元的损失，同时影响了其在大西洋开展和支持行动的能力。美国国防部估计，全球沿海地区有 1700 多个美国军事设施可能受到海平面上升的影响。因此，美国军方已开始试行适应措施。例如，它正在弗吉尼亚州的诺福克海军基地和汉普顿路地区的美国海军建造海堤。

已更新其建设标准，以确保更具弹性的基础设施。

## 出售

公司必须确保商品和服务在不断变化的环境中具有竞争力和差异化，同时适应新的消费者行为，包括新的用例和不断变化的客户需求。这包括子挑战，例如：

- **新产品和服务。**公司必须设计新的创新产品和服务，以应对气候变化驱动的新兴需求（例如，耐热织物）。
- **新的使用模式。**公司必须更好地理解 and 预测未来消费者的期望和模式消费，调整他们的商业模式以保持竞争力（例如，拥抱回收、可重复使用和模块化产品）。
- **改变销售渠道。**在气候驱动的供应链中断的情况下，公司仍然必须能够提供产品。他们还需要改变销售渠道，以减轻消费者行为的变化。

## 公司必须适应他们的业务模型保持竞争力。

### 示例：汽车行业的模块化产品

由于材料成本的增加，新车价格正在上涨。这促使消费者寻找对环境影响较小的更便宜的选择，例如购买二手车（2023 年销售额比 2022 年增长 5%），租赁车辆（预计到 2030 年欧洲市场将达到约 54 亿美元，假设欧元兑美元汇率不变，目前为 32.5 亿美元），或共享汽车以降低成本。为了保持竞争力，汽车制造商必须寻求降低客户的拥有成本。要做到这一点，一种方法是开发模块化产品，允许用户轻松定制他们的车辆。通过拥有更少、更标准化和可互换的零件，并结合紧固件以消除对螺钉和螺栓的需求，每个模块化组件都被设计成更便宜且更容易组装 / 拆卸，同时延长了整个产品生命周期。展示了这种影响，而不是花大约 1,080 美元将整个座椅替换为带有腰部调节功能的座椅，而模块化座椅就是这样。

需要的是更换和升级靠背的一部分，客户的费用约为 108 美元。

“我们曾经仰望天空，  
想知道我们在星星中的位置。  
现在，我们只是低头担心  
我们在泥土中的位置。”

- 库珀, 星际

# INTERUDE

## 我们需要你负责

C é d r i c Villai 出生于 1973 年，是法国数学家，在公众辩论中非常活跃。他在数学物理学方面的研究，在概率，分析和几何之间的交叉点，特别是在气体和等离子体方程方面，在 2010 年为他赢得了著名的菲尔兹奖章（“数学诺贝尔奖”）。他热情地倡导所有人的科学，通过他的讲座，书籍和广泛的科学著作获得了数百万人的关注。他是科学与社会互动的专家，在法国议会任职五年，主持科学议会办公室，并经常参加社会辩论。他是 l'Ecologie Politique 基金会的现任主席。

有些问题看起来很简单，结果很复杂。其他人看起来很复杂，结果很简单。作为科学家，我们生活在这种不确定性中。例如，我认为可以在几周内解决的一项研究项目（作为进一步工作的热身）

原来是一个深深的怪物。我和我的主要合作者经过两年多的工作，数百个错误和流浪，以及 200 页的证明，终于解决了这个问题，最终为我赢得了菲尔兹奖章（青年科学家授予的数学杰出贡献奖）。

至于气候变化问题，30 年前国际科学界的怪物问题是对自然现象的技术分析。在天气的复杂性，可变性和多因素性背后，分析温度，湿度，风等趋势是一个巨大的挑战！似乎更简单和可以理解的是，当技术分析结束时，人类需要采取的行动。

结果恰恰相反。

一个由数千名科学家组成的奇妙的国际联盟利用了大量的事实，测量和论文来建立结论，这些结论都可以用几句话来概括，即使是孩子也能理解：**气候正在变暖，天气变得越来越不稳定；这是肯定的。它可以测量，并且正在快速发生。它（几乎）都取决于二氧化碳和甲烷。而且它完全 - 部分**

**因为我们的人类活动。**

尽管存在惊人的技术困难，但这在其简单性方面确实是一项了不起的成就。自然科学的所有资源都被召集。数据收集，气候科学，物理学，化学，生物学，地质学，统计学，计算机科学，数值模拟... 我目睹了这个杰出的集体项目的许多参与者，这是我们这个时代的科学冒险之一。

该联盟还建议了一些补救措施，至少

缓解气候变暖。它提供了一些工具和方向来解决更复杂的人类适应问题。使用当前的工具和想法，已经提出了数十种计划，包括许多成分，定量食谱等。

没有必要等待假设的食谱，当然也没有时间。

So we have the diagnosis, and we have part of the care. The math is clear. Change is according very fast and can be conjured. It's up to all of us to change the behavior of society.

政府和基础设施，公司和银行，私人 and 公共部门。不是在 10 年，而是现在。信息似乎很清楚。科学家提供了一大堆数字以及对潜在灾难的预测，以及快速决策和行动以减轻和适应的需求。

但是，真正的困难开始了，达到了几乎没有人预期的水平。这似乎很简单：说服全世界在面对如此严峻的局势时采取行动。接下来是一系列政治游戏，游说活动，烟幕，虚假信息，数十亿美元的阻止行动以及社会不采取行动的认知机制。社会科学，包括 Naomi Oreses 和她的合作者，取得了巨大的成就。

在分析这些障碍方面取得了进展，但行动尚未开始。

参加《联合国气候变化框架公约》是一次了不起的经历。当会议由科学家组织时，会议充满了尽可能快速和有效地采取行动的精神和决心。相比之下，由政治家组织的圆桌会议似乎尽可能缓慢和低效。

科学总是把事情做好；政治行动可能永远停滞不前，直到最重要的力量发挥作用：意志。

当我讲社会转型时，我喜欢列举七个关键因素：诊断，计划，动机，投资，治理，劳动力和控制。前两个是科学家可以做的。其余的是整个社会，特别是政治家，金融家，专业组织和工会的工作。

公司在这种过渡中可以发挥关键作用。首先，因为从长远来看，没有足够的公共资金，投资和劳动力来应对所有变化。其次，因为变革在公司层面比在政府层面更容易实施，政府层面总是承受更大的压力和紧张。

因此，您的公司也负责。好消息是，您的公司可以使用大量的诊断工具，示例和食谱来适应。在最坏的情况下，如果您的商业模式取决于您产生的温室气体量，那么该是时候

但在大多数情况下，这将是关于改变习惯，更换产品，并找到新的方法来继续你公司的行动。

科学已经完成了它的工作；这是你永远做不到的部分。现在是你负责的时候了。

— 塞德里克·比拉尼，埃科洛吉政治基金会  
主席

“我们有整整六个月，  
十天，两小时，11  
分41秒，直到一颗  
彗星

Chicxulub 的尺寸  
通过我们的眼泪  
大气和

“地球上所有的生命都  
灭绝了”

—Kate Dibiasky, *不要抬头看*



m

CHAPTER

# 建模 不确定的结果

# 3 不确定结果建模

根据我们的研究，并通过我们的调查和专家访谈证实，我们确定了 11 个影响气候变化适应的塑造因素，分为地球物理，生物学，行为 / 人口统计学和经济类别（见图 4）。

## 气候变化适应的塑造因素

### 地球物理

- 极端气候事件**- 以严重程度，持续时间或频率为特征的正常天气模式范围之外的现象（例如，热浪，干旱，风暴，野火，滑坡和洪水）
- 淡水可用性**- 减少人类使用和消费的清洁和可用水量
- 海平面上升**随着时间的推移，由于冰川融化和海水的膨胀，海洋表面的平均水平增加，导致海岸线的侵蚀和淹没

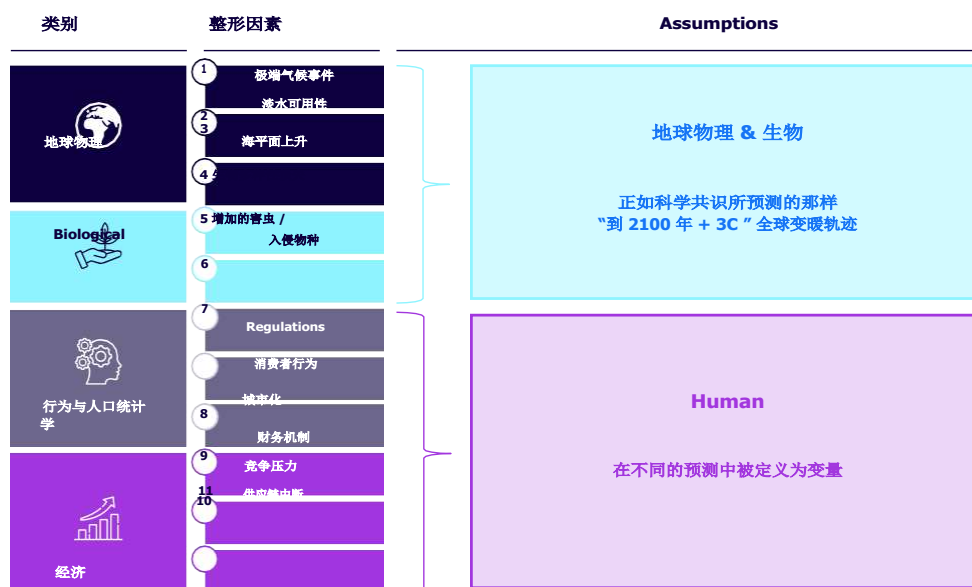
### Biological

- 生物多样性损失**- 主要农作物和牲畜的产量严重下降，以及大规模的植物和动物物种灭绝
- 增加害虫 / 入侵物种**- 破坏性昆虫和动物的活动增加，导致生态系统受损，并可能将疾病传播给人类

### 行为与人口统计学

- Regulations**政府和地方当局为促进或强制适应气候变化而制定的立法和实践
- 消费者行为**- 反映适应气候变化的个人购买决策模式
- 城市化**- 由于极端天气导致人口迁移，城市和城镇的扩张，从农村转移到城市地区

图 4 - 适应气候变化的塑造因素



来源：Arthur D. Little

## 行为 / 人口和经济类别的影响和范围在不同的预测之间会有所不同。

### 经济

- 1. 财务机制-** 一个由政策、投资者和金融工具组成的生态系统，强制要求或促进适应投资
- 2. 竞争压力-** 价值链中的主要参与者承担气候适应领导地位，推动充满活力的市场，并迫使竞争对手和供应商改变行为
- 3. 供应链中断-** 原材料，资源，商品和服务的运输和分配中断或大幅放缓

在我们的分析过程中，我们假设地球物理和生物类别中的因素将表现为与“+3 °C

2100’ global warming transpectry (see sidebar “The ‘+3 °C by 2100’ transport”). However, the impact and scope of the behavior / demographic and economic categories will vary between the different projections outlined in this chapter.

### 按类别分列的影响

#### 地球物理

地球物理因素的影响将是广泛和大规模的，正如预测所证明的那样<sup>4</sup>和各种来源的估计。例如：

- 热浪**可能会在更长时间和更强烈的未来几十年，最低气温至少上升根据 IPCC 的说法，温度为 3 °C，两极温度最高可达 8 °C。此外，高温和高湿度的结合可能会变得更加普遍，从而增加“湿球效应”，这限制了人体从蒸发或出汗中冷却下来的能力。

### “2100 + 3 °C” 轨迹

“到 2100 年 + 3 °C” 轨迹落在 IPCC RCP 6.0 的置信区间内，该区间预测与工业化前水平相比，温度升高约 2.8 °C，可能范围在 + 2.0 ° 和 + 3.7 ° 之间。根据目前政策和气候行动的延误，这一轨迹考虑了 2030 年可能出现的目标差距。因此，它允许谨慎悲观的前景，这使公司的适应挑战成为更明确的焦点。

### 温室气体排放

预计到本世纪末，全球气温将增加 + 3 °C，这将使温度在本世纪下半叶超过工业化前水平 + 3 °C，因为人们认为温度将在缓解措施允许其平稳和下降之前达到峰值。将全球变暖的地球物理和生态系统 / 生物后果视为 **gives**，有助于使影响具体化和解决方案务实。我们故意不将共享社会经济途径（SSP）方法纳入我们的基线温度进行预测，因为我们将人类发展模式视为不确定性。

## 预计受农业、生态和水文干旱影响的全球土地面积和人口的份额增加实质上。

- 条件将更有利于形成**热带气旋**,特别是影响太平洋区域。对于例如, 到 2050 年, 日本每年发生强烈热带气旋的可能性可能会增加一倍以上, 从 2020 年的 4.6% 增加到近 14%。<sup>5</sup>
- 到 2040 - 2050 年, **野火**事件将增加  
根据 IPCC 的数据, 全球下降了近 30%, 特别是由于较高的温度导致植被 - 包括雨林, 多年冻土和泥炭地沼泽通常不会燃烧 - 变干并燃烧。
- 到 21 世纪末, 受农业、生态和水文影响的全球陆地面积和人口的份额**干旱**预计将大幅增加 - 在中度或严重干旱时从约 15% 增加到 20%, 在极端或特殊干旱时从约 3% 增加到近 10%。<sup>6</sup>一些地区更容易遭受干旱, 特别是非洲, 南美和地中海沿岸, 这些地区的干旱危害将增加 82%。<sup>7,8</sup>
- **极端降水事件**气候将加剧  
变化, 增加了洪水的风险, 特别是在东南亚。这也将导致**土壤侵蚀**由于极端降雨,  
这一趋势增加了全球陆地面积的 80% - 85%。<sup>9</sup>专家预测, 到 2050 年, 降水事件的频率或强度将增加, 尤其是在北美和欧洲。在纽约, 预计该时间线的年降雨量将从 45.6 英寸增加到约 49.7 英寸。<sup>10</sup>
- 截至 2022 年, 有 22 亿人无法获得安全管理**饮用水**。<sup>11</sup>其他来源预测, 到 2050 年, 对水的需求将进一步增加 20% 至 25%。<sup>12</sup>
- 的后果**海平面上升**will be global, with local variation in risk and damage. Some regions are more vulnerable  
例如, 预计到 2050 年, 孟加拉国 17% 的地区将被淹没, 超过 2000 万人流离失所。<sup>13</sup>

### 在极端高温下采取行动

暴露于极端高温导致的死亡人数比任何其他与气候有关的危害都要多, 而且影响正在增加。全球气温上升, 主要是由于温室气体排放引起的气候变化, 导致更频繁和严重的热浪。除了对人类健康的影响, 热浪还影响经济和基础设施, 并可能加剧其他气候和非气候风险, 如干旱和野火。极端高温的威胁将继续增加, 到 2030 年, 印度有 1.6 亿至 2 亿人可能生活在每年平均 5% 的地区, 经历致命的热浪, 超过健康人类的“生存能力阈值”。极端高温对人类健康和经济的影响是不平等的, 并且因脆弱性和暴露程度而异。患有慢性病的人, 老年人, 和非常年轻, 低收入的个人, 服务不足的人口, 独居的人, 孕妇和无住房的人是最危险的极端高温。虽然极端高温可能发生在人口最多的地区, 但在人口密集和经济活动的城市地区, 这种强度加剧。此外, 极端高温使人群面临多种负面结果, 影响健康、劳动力、生产力和交通。极端高温会加剧甚至煽动其他与气候相关的风险事件。在经济和社区中创造韧性是必要的, 但这也是一个机会。对于各种规模的全球公司和组织来说, 热弹性是创新和帮助社会适应的关键机会。缓解和适应极端热量是创新的绝佳机会, 有利于社会和品牌形象, 应由具有前瞻性的首席风险, 创新和财务官员优先考虑。(阅读更多来自附录中气候弹性咨询公司的乔伊斯咖啡和罗伯特·麦克尼关于极端高温的文章。)

监管是否会以同样的力量推动适应因为缓解是非常值得质疑的。

## Biological

各种生物因素将影响生态系统，农业和传染病的传播，例如：

- **作物和牲畜生产力下降**生物多样性的丧失气候变化已经危及整个“生态系统服务”。例如，到 21 世纪后期，玉米产量预计将进一步下降 24%，尽管全球对谷物的需求仅用于动物饲料和食品预计将比 2000 年增加 50% - 60%。<sup>14</sup>
- 预计全球增长**作物虫害危害**小麦、水稻和玉米产量为全球变暖程度的 10% - 25%。<sup>15</sup>
- 的威胁**人畜共患疾病**由于脊椎动物和人类之间的传播急剧增加自然栖息地的气候变化（和其他人为因素，如森林砍伐和城市化）。更大的概率  
预计蚊子传播的西尼罗河病毒感染将在 2025 年，特别是在克罗地亚东部，蒂尔基耶东北部和蒂尔基耶西北部，到 2050 年将进一步扩大范围。<sup>16</sup>

## 行为与人口统计学

人类对气候变化的反应方式决定了深刻的政治、人口和社会趋势：

- **Regulations**迄今为止一直是气候变化的主要杠杆 mitigation efforts. However, for adaptation, while there have been some regulations in place since 2008 (see Table 1), they are still sparse, limited to specific industries, and lack in 执法权力。监管是否会像缓解一样以同样的力量推动适应，这是一个非常值得怀疑的问题。
- 虽然工业化国家的消费者表现出一些迹象 **行为转变**related to climate change adaptation, counter - adaptation behavior is also being seen. For example, in the US 房地产市场，海平面上升地区附近的房屋现在的平均售价比可比房屋低 7%。<sup>17</sup>然而，与此同时，该国最炎热，最干燥和最脆弱的地区的人口增长强劲。例如，超过 80 万  
自 2012 年以来，人们已经从加利福尼亚搬到了亚利桑那州的凤凰城。<sup>18</sup>
- **城市化率**预计将继续增加，特别是受影响地区的难民涌入进一步推动在全球南方，70% 因气候变化而流离失所的人正在向城市转移。<sup>19</sup>

我们在下一节中更详细地考虑监管和行为转变。

表 1 - 选定的气候适应法规概述

Regulation	目标	YEAR	国家
气候变化法案	<ul style="list-style-type: none"> <li>将英国与长期减排目标挂钩</li> <li>包括适应规定: <b>风险评估和适应计划</b></li> </ul>	2008	UK
监测机制规定 (MMR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>集合<b>欧盟内部报告规则</b>根据全球商定的义务</li> <li>第一次报告发生在 2015 年，第二次报告发生在 2019 年</li> </ul>	2014	EU
国家适应计划	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>减少漏洞</b>通过建立适应能力和复原力</li> <li>整合适应战略<b>纳入政策和计划</b></li> </ul>	2015 (巴黎协定)	
能源联盟治理条例	<ul style="list-style-type: none"> <li>展开<b>用于自适应报告的 MMR</b></li> <li>集合<b>通用规则</b>用于规划、报告和监控</li> <li>确保<b>与野心同步</b>《巴黎协定》</li> </ul>	2019	EU
ISO 14090	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provides<b>原则、要求和指南</b>气候适应</li> <li>优惠<b>组织框架</b>制定、实施和监督与适应有关的政策、战略和活动</li> </ul>	2019	
气候法案草案	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求成员国<b>制定和实施适应战略和计划</b>，包括全面的风险管理框架，<b>进度评估</b></li> </ul>	2020	EU
ISO 14091	<ul style="list-style-type: none"> <li>给出的指导方针<b>评估风险</b>与气候变化的潜在影响有关</li> </ul>	2021	
ISO 14092	<ul style="list-style-type: none"> <li>指定的要求<b>地方社区和政府的适应规划</b>基于脆弱性、影响和风险评估</li> </ul>	2020	
ISO 14093	<ul style="list-style-type: none"> <li>建立方法<b>基于国家的机制</b>to<b>渠道气候融资</b>给地方政府</li> <li>用途<b>基于绩效的气候适应力赠款</b>为性能改进提供强有力的激励</li> </ul>	2022	
“无人机组”养殖	<ul style="list-style-type: none"> <li>FFA 允许<b>无人机的舰队</b>for<b>播种和喷洒作物</b></li> <li>使像 Hyllo AG - 230 AgroDrone 这样的无人机能够覆盖 <b>~50 英亩 / 小时</b></li> </ul>	2024	US

来源：Arthur D. Little，联合国，气候变化委员会（CCC），ISO

## 经济

- **气候变化**将深刻影响关键的经济驱动因素  
在全球范围内，**对企业产生切实影响**。**财务机制**适应正在发展，由国际发展机构牵头，**有保险**特别活跃。然而，**尽管应对气候变化的适应资金在 2021 / 2022 年达到了创纪录的 630 亿美元，增长了 28%，**到 2030 年，**仅发展中国家的年需求就远远低于 2120 亿美元。**<sup>20</sup>
- **行业领导者**通过缓解气候变化的努力改变了整个供应链，**给客户和**例如，**苹果要求其整个价值链减少其对全球变暖的影响。**
- **供应链**很可能会受到海平面上升和其他因素的干扰，**有可能导致全球经济结构**。例如，**自 2024 年 1 月以来，严重的干旱将通过巴拿马运河的过境次数限制为每天 25 次（低于 36 次），造成了供应链的严重延误和对成本的影响。**<sup>21</sup>
- **商品价格**由于市场条件的影响，**波动性很大，未来的供应链中断可能会大大增加**  
例如，**由于西非的暴雨，2023 年可可市场价格大幅上涨。**

## 人的塑造因素的影响

在我们的分析中，我们捕获了所有的地球物理和生物因素（图 4 中的 1 - 5），作为我们对“2100 年 + 3 ° C”轨迹的基本假设的一部分，有效地将这些因素作为给定的。为了探索似是而非的未来，我们根据“人的塑造因素”（图 4 中的 6 - 11）的影响和不确定程度，使用对 60 位专家和企业高管进行调查的结果（见图 5）进行评分。在矩阵中：

- 最大程度的**不确定性**(5 分中的 5 分)指的是实现特定因素的 50 / 50 概率。相反，5 分中的 1 分反映了接近确定性。
- **影响**是对特定因素对社会、企业、和人类。5 分中的 5 分反映了全线非常高的影响，而 5 分中的 1 分反映了很少或没有影响。

The factors that gained the highest score of 不确定性 and impact, placing them in the top right - hand quarter of the matrix, constitutes "critical nectively." **法规、消费者行为、金融机制、and 竞争压力**。供应链中断具有相对较高的确定性和重大影响，因此将其纳入所有未来预测中。城市化的影响比其他因素相对较小，因此在分析中对其进行了排序。

图 5 - 人的塑造因素排名和关键不确定性



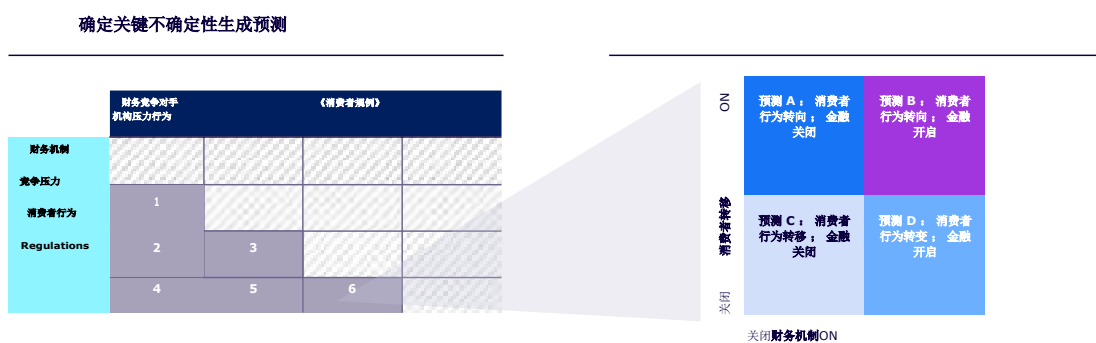
## 预测方法

To build our future projections, we followed a structured methodology (see Figure 6). The methodology included four steps:

1. 对图 5 中列出的四个关键不确定性进行排序。
2. 确定这些不确定性之间的交叉点。
3. 为四个关键不确定性之间的交叉点生成开 / 关预测。
4. 考虑到以下因素，将所得的 24 个预测筛选为 5 个：
  - **可信性**。这种情况是内部一致的，还是自相矛盾的？
  - **差异化**。它是否与其他人有足够的区别来告诉我们一些新的东西？
  - **技术相关性**。这种情况是否使我们能够预测哪些技术将对适应有用？

这种方法产生的预测并非严格相互排斥，因为每个预测都只突出了未来的两个方面。预测可能在一个单一的世界中兼容 (例如，存在一个单一的可能世界，监管水平高、竞争压力大、消费者行为转变低、可用金融资源少)。 However, our approach addresses this result in two separate projections. We believe this approach more closely mimplates real - world decisions - making than variable scenario - construction, especially when each variant disappears high degree of 在塑造因素之间的汇合处，清楚地表明哪里出现矛盾、挑战和机遇。

图 6 - 识别关键不确定性并生成开 / 关预测



来源：Arthur D. Little

“未来无法预测，  
但期货可以发明。”

—— Dennis Gabor

## 5 对未来的预测

通过这一过程，我们确定了五个预测，选择它们的内部一致性、差异化和与技术的相关性(参见表 2)。在我们的设计小说合作伙伴 **Making Tomorrow** 的帮助下，在本节中，我们根据五个预测分享“来自未来的文物”。

表 2. 对未来的五个预测

TITLE	变量	描述
零色社区	强烈的消费者行为转变，有限的融资	一个资源稀缺的世界，基层倡议蓬勃发展，没有大型项目；向更大的权力下放、循环和节俭的方向发展的动力
孤独的顶部	没有消费者行为转变，竞争压力大	高度集中和竞争激烈的行业，市场领导者带头适应这些行业，以建立竞争优势，并在增加的约束下运营时保持满足客户的需求
狂野绿色西部	丰富的融资，有限的监管	一种创造性的混乱，在私人资本和炒作的推动下，私人适应计划无处不在，没有监管骨干来提供总体战略或确保一致性
不要抬头看	融资有限，没有消费者行为转变	一个悲观的未来，客户和金融机构都没有适应新的气候现实，只剩下快速解决方案和危机管理
自适应浪潮	强大的竞争压力，强大的监管，充裕的融资和大量的客户行为转变	适应是常态和新货币的相对乌托邦，重新设定预期，创造新市场和新的差异化需求

来源：Arthur D. Little



basiX

@Low-Lantah, worldwide TV show

3rd edition of the worldwide crowdfunding game rewarding innovative citizens adapting to climate change  
#BacktoBasix #CitizensResilience #LowCost #HighCreativity



Low-Lantah 2042 @lowlantah2k42 · 06/12/2042 · ...

We are just a few days away from the end of the competition, and Joao Santos, from Porto Alegre, Brazil, remains in the lead. He and his team have developed 'Ceubrisa' ('breeze from the sky'), a fan mounted on a leisure drone that keeps its owner cool wherever they go – without need for cumbersome wearables. His crowdfunding campaign has made impressive strides thanks to the outstanding support of his community back home.

139 19 432



Tiago Souza @tiag264 · 06/12/2042 · ...

Go Joao! 🙌 The entire neighborhood of Belém Novo is behind you. You're our champion. I've convinced my boss to donate to your campaign 🙌

23



Mariana Alves @mariBrazil · 06/12/2042 · ...

Joao, you're the best 🙌 But watch out for Kyle from California. He has a very effective value proposition... But we believe in you.

13



Low-Lantah 2042 @lowlantah2k42 · 06/14/2042 · ...

It's neck and neck between Joao, Kyle, and Elena. Elena is back in the race with her retrofitted Renault Dacia car-sharing exchange. Her team has bought up dozens of nearly wrecked cars, had them retrofitted, and created a fleet which she has used to set up a car-sharing exchange in her suburban town next to Sofia. Cars are filled with cheap sensors and tracked on a mobile app. They can be used for short-distance commutes (30 minutes only). With the increasing price of mid- to lower-range cars these past two decades, suburban commuters are loving this economical and endearing vintage option. Things are going smoothly for the Bulgarian entrepreneur...

174 25 353



Igor @igorigt · 06/14/2042 · ...

Elena is winning this one! 🙌 We've been practicing frugal entrepreneurship for a long time in Eastern Europe...

1 2 17



Josh @josh79\_ref · 06/14/2042 · ...

It's not over yet! Check out Kyle's wearable air purifier for dogs. Wildfire season here gets longer every year. Humans all wear mini-purifiers around their necks...It is high time their four-legged friends had one, too! The market is very hot: there are more dogs than children in San Francisco, and they are spoiled. 🙌🙌

4



Ivanka @iv\_ka · 06/14/2042 · ...

My grandmother is a fan; she goes to the market with a Dacia and comes back with another 🙌. Same for me with my commute to university. OEMs should be getting nervous – I see no point in purchasing a car ever again...

8



Low-Lantah 2042 @lowlantah2k42 · 06/19/2042 · ...

Our 2042 edition is over, and the winner is...Elena! Our first-ever Bulgarian finalist! Joao relinquishes second place – at the last moment – to Kyle. Our contestants' creativity and grit never fail to amaze, and even tickle the incumbents in their respective markets. Whether they'll choose to copy, compete, or buy them out, Low\_Lantah has a bright future ahead

186 36 475

## 投影 1：绿色社区

当大公司和传统金融系统努力解决这些问题时，个人正回到聚光灯下推动适应。为了传播他们的光芒，我们想象

一个电视节目，向世界各地的当地小企业家展示寻求从公众筹集资金的机会。该节目为他们的倡议提供了一个得到认可和支持的平台。这部小说摘录了该节目在社交媒体 BasiX 上的提要。

## 我们是怎么来的？

在灾难性气候事件和短缺之后，全球消费者对气候变化的认识有所提高。这导致他们在很大程度上适应他们的购买习惯和生活方式，以应对当前或即将到来的气候影响。然而，投资界并没有考虑到气候适应，这主要是由于缺乏足够的短期投资回报率。保险公司要么要求高额的保费，要么拒绝为大量的气候危害投保。

## 国际经济

全球化的资本和货物流动受到地缘战略冲突和供应链中断的限制。南北分工在很大程度上仍然存在，而东南亚和中美洲的枢纽受到气候影响很大。供应链的部分重新本地化发生，本地生产手段发展。缺乏适应的财务机制意味着生产受到严重干扰，因此生产力下降，主要集中在最容易受到严重气候事件影响的地区。

## Society

由于缺乏对大多数消费者和公民认为是关键战略问题（适应）的投资，以及随之而来的服务提供和日常必需品生产的中断，挫折感越来越大。

## 赢家和输家

非常轻资产的企业和行业（首先是数字玩家）或其资产位于低脆弱性区域的企业和行业获得竞争优势。采掘业（石油，采矿），重工业（金属，化学）或制造业（汽车）-在某种程度上，通过脆弱地区的架空线交付的电信 - 受到严重打击，因为移动资产并不总是可能或经济上可行，维修成本高昂，并且没有资金用于大规模的适应项目来保护基础设施。

## 文化转变

现有的金融机制似乎无法解决气候适应问题，这促使人们转向替代模式，包括提高国家干预水平和对生产资料所有权的激进方法。然而，这些都不是大规模成功的。

## 对来源 / 制造 / 保护 / 销售模型的影响

- **来源。**客户已经调整了他们的需求以适应消费**更多的本地、季节性农产品和少肉**在发达国家。**回收制成品**，尤其是电子，在当地水平上正在上升，部分缓解了采购电池组件和微芯片的压力。由于缺乏资金，无法投资适应，企业必须**替代成分**（例如，大米为小麦），**停止产品线或功能**（例如，天然香草精消失），或**改变性能**的产品。
- **Make.**制造业的创新是**节俭**，专注于**设计成本**（随着消费者期望变得更加基本）和**优化生产力**。无法为制造流程的重大变更提供资金，因此任何生产率的提高都仍然存在**边缘和零碎的**。任何生产率的提高都是**受到气候灾害损失的威胁**，特别是对于那些消耗大量水的行业（化学品，核能）或其过程对温度和湿度敏感（药品）。同时，从**有气候意识的客户**增长，对运营施加声誉约束。
- **保护。**许多工业资产仍然存在**没有保险**，导致定期中断生产，而他们是固定的。**先进的预警系统**越来越多地使用，而企业依赖**危机管理**限制损害的措施。整个地理位置，包括以前的制造中心，对部署**新资产,while 基于自然的解决方案**（例如，种植红树林以对抗淡水盐化）由于成本低而变得越来越有吸引力。
- **卖。**Scrappy ventures offering**低成本解决方案**对于“战略适应”或损害缓解蓬勃发展，例如公司提供充气解决方案，以在仓库洪水时保持库存干燥。**维护 / 维修服务**蓬勃发展，偶尔会有机器人 / 无人机支持，这些机器人 / 无人机可以在恶劣的天气条件下运行。**回收**得到消费者的支持，部分解决了物质稀缺问题，但缺乏融资会阻止来自发展中国家的完全成熟的大规模循环经济。**健康和医疗保健**工业通过帮助人类预防和治疗气候变化引起的疾病（例如中暑和新的流行病）而发展。**节俭创新**在传统 / 祖先技术中找到灵感（例如，使用土坯或切割石材进行建筑）。数字服务的消费已经发展，**更高效的 AI 模型**旨在降低计算和存储的能源成本。

## 绿色社区：为成功播下可持续的种子

2040 年，食品和饮料行业是受气候变化影响较大的行业之一。作物价格和业绩波动、频繁短缺和价值链中断正在造成重大挑战。消费者已经在很大程度上适应了新的气候现实 - 部分是由于选择，部分是由于价格限制 - 并且正在通过新的产品趋势和与气候相关的要求。

特别是对食物里程或具体碳的关注。消费者的偏好正在推动人们摆脱对土地的碳低效使用，例如广泛的牛养殖牛肉和奶制品。同时，移动

由于室内农业等技术所需的大规模资金仍然有限，使粮食生产与气候威胁脱钩的努力正在停滞不前。

食品和饮料行业将如何度过这种紧张局势？至少有四个杠杆脱颖而出：（1）沿价值链的伙伴关系，（2）气候意识的产品开发，（3）合成生物学（SynBio），以及（4）对分散的消费者趋势的响应能力增强，包括使用土地，农作物和动物的新方法（以及我们如何评估它们）。

与制药业不同，食品工业不是一个整体，而是一个复杂的全球人员和组织网络。大规模解决方案缺乏资金可以通过农业食品价值链中各参与者之间的谨慎合作来部分补救。这些关系，特别是大型加工商和农民之间的关系，比如 2019 年启动的嘉吉再生农业计划，需要成熟，以确保面对气候的韧性。

改变，只有在生产者 and 用户之间的直接关系得到培养的情况下才有可能。

供应链上的数据共享和分析在允许零售商和消费者做出气候积极选择方面发挥着至关重要的作用。到 2040 年，这意味着完整信息的自由和开放共享

基于供应链中每个阶段的自动化系统，所有成分的成长实践、加工步骤以及运输和运输历史。

产品开发也是适应气候变化的关键杠杆。公司必须根据当地可用的成分调整其食谱，尤其是当客户要求“食物里程”低或为零的成分时。<sup>1</sup> 可以通过识别具有类似配方的第三方制造商来实现替代

以防止短期成分短缺，而不是改变现有的食谱和生产线。

无论如何，这种变化需要一个强大的供应质量保证体系，从而进一步促进供应链区域化。在这种范式下，增加“空中里程”以获取符合要求的原料（例如 **Procedre**，将肯尼亚的青豆飞往欧洲以获取新鲜感）不再是一种选择。（有关此主题的更多信息，请阅读 ADL 观点“加强食品和饮料产品开发中的弹性”。）气候变化引起的干旱或极端天气事件带来的短缺（例如 **Procedre**，2022 年的加州杏仁或 2023 年的加拿大芥菜种子）。

证明食品和饮料公司需要积极主动地确保有弹性的供应链。

随着干旱和风暴变得更加强烈和频繁，这些短缺带来了更大的挑战。

**SyBio** 目前用于制药行业，随着成本的降低和规模的增加，它可能会渗透到食品行业。基因编辑可以加速育种，特别是对于像抗旱西红柿这样的高价值作物。诸如 **Pairwise**，**Tropic Biosciences** 或 **AgBiome** 之类的生物技术公司处于此类发展的最前沿，但在短期内面临监管障碍，并在绿色社区预测中面临资金挑战。在更富有成果的事件中，人们可以看到随着传统蔬菜和水果品种的重新引入，“回归根源”的发展。

曾经在生产力，价格，同质性或（偶尔）口味方面竞争激烈，但现在因其耐气候特性而备受赞誉，例如美国西南部的耐旱性霍皮玉米。

<sup>1</sup> “食物里程”是指食品在到达客户之前的运输距离（包括加工食品的成分）。

## 食品工业不是一个整体，而是一个由人员和组织组成的复杂的全球网络。

尽管消费者正在适应气候变化，但总体行为是微妙的，并且在某些方面似乎是矛盾的。由于环境和经济原因，预计减少肉类消费的趋势将持续到 2040 年代，

它可能会带来较少的预期影响。有点违反直觉的趋势的延续

“放纵放纵”（人们消费更多的“快乐食品”，如巧克力饼干和饼干）是可以预期的。随着饭菜变得不那么有趣，人们在其他地方寻找快乐，对放纵零食的需求也在增长，为包装商品公司的细分市场提供了支持。然而，为了在放纵零食的世界中茁壮成长为，生产商必须提前了解

它们对气候的影响，并推动消费者走向更多促进气候适应和减缓的选择，包括“净零成分”。<sup>2</sup>

鉴于对适应性产品的需求，价值链上下的食品生产商必须评估其前瞻性能力集，确保其供应，运营，研发，监管，供应商保证和质量团队都能完成重构产品和物流的任务，以在未来格局中竞争。ADL 支持消费者包装商品和特殊成分领域的企业评估关键的构建 - 购买决策，以确保未来的业务。

可持续性和脱碳是未来战略的核心支柱。确定关键的战略合作伙伴关系和建立创新生态系统方法可能是改变系统的最具成本效益的方法。

西蒙·诺曼, ADL 技术与创新管理实践经理

菲尔·韦伯斯特, 合作伙伴，技术与创新管理实践，ADL

<sup>2</sup> “净零成分”是指在它们产生的温室气体和从大气中去除的排放物之间实现总体平衡的成分 (例如, 通过树木的种植或从空气中隔离碳的其他系统)。

## Twist in lawsuit against QuasiMed pursuant to adverse effects in CoolDownna drug

13 May 2037

A few weeks ago, we, patient defense group Patients International, announced that we were pressing charges against US pharmaceutical giant QuasiMed. The charges follow a number of adverse effect reports associated with its new drug CoolDownna, designed to alleviate the symptoms of heat stroke.

For the past decade, QuasiMed has emerged as a leader in immunization, anti-seizure medication, and consumer healthcare. Its competitive advantage has come from its cutting-edge use of synthetic biology to manufacture substitutes for natural ingredients that have become expensive or difficult to procure. In recent years, QuasiMed has outsourced the manufacturing of synthetically produced biological ingredients to specialty suppliers. This was a result of Quasimed's effort to rationalize its manufacturing footprint by closing off plants, thus freeing CAPEX for other projects. It also allowed the pharma giant to offload part of its compliance risk onto its suppliers.

Over the past year, our tireless team has collected compelling clinical evidence of significantly reduced efficacy and adverse side effects in QuasiMed's CoolDownna. The latest findings indicate that a synthetically produced ingredient of CoolDownna, manufactured by supplier Synthetixia, is at fault. Our investigation suggests a disruption of the cold chain may have caused the organic ingredient to degrade, significantly altering its properties. The causes of failure in Synthetixia's quality control remains obscure, but it has been alleged that the supplier's compliance teams lacked the capacity to adequately address the very long list of QuasiMed's requirements. QuasiMed is known to impose excessive contractual terms upon its suppliers, especially with regards to its new policies on supply chain resilience and sustainability. QuasiMed's bargaining power is such that its suppliers have little choice: either align by investing heavily to keep up with requirements or disappear.

For Synthetixia, ballooning costs in R&D, compliance and logistics proved too much. Unfortunately, as the biotechnology industry becomes increasingly consolidated and margins are under pressure everywhere, we expect to witness such lapses more and more frequently. Regardless, we at Patients International remain committed to protecting our members in this new era of biotechnology, shining a light on the facts, and holding those that are responsible accountable.

### 投影 2： 孤独顶部

少数领导人在适应方面投入巨资，对他们的整个价值链进行了巨大的变革，而价值链往往难以跟上。结果，资源较少的行为者做出妥协，在质量或价格上偷工减料。最终，这影响了领导者本身和他们的声誉。为了探讨这个问题，我们集中讨论了针对 SynBio 行业中一家巨头的诉讼，以及关于其供应商之一参与的启示。

TWIST IN LAWSUIT  
AGAINST QUASIMED  
PURSUANT TO ADVERSE  
EFFECTS IN  
COOLDOWNNA DRUG

Full Story



## 我们是怎么来的？

拥有现金储备的前瞻性公司已经为未来做好了准备，押注更广泛的社会和经济走向适应。

然而，大多数消费者没有跟上这一趋势，这主要是由于相互竞争的优先事项，如不平等加剧和生活成本上涨。

## 国际经济

尽管受到地缘政治冲突和气候变化影响的影响，全球化的供应链和国际分工仍在继续。制造业中心迁移到国家内部不太脆弱的地方，远离沿海和台风多发地区。在政府慷慨补贴的帮助下，一些工业转移到发达国家。

## Society

关于许多社会结构——如劳动、教育、护理和家庭——一个双速社会出现了。围绕强大的全球供应链组织的生态系统转变最快：大型工业中心和城市经过重新设计，以限制热量，建造庇护所并保护机动性。这些城市雇员及其在学校的孩子的工作时间都得到了调整，他们也接受了预防性医疗保健。与此同时，全球贸易边缘的社区，特别是农村地区的社区，没有发生重大变化。

## 赢家和输家

制药，汽车，电子和时尚和个人护理等消费品行业存在重大整合 - 因为只有那些有钱投资适应的公司才能生存。领先的公司从适应投资中获益，并锁定了供应商，从而获得了竞争优势。

## 文化转变

在发达国家，那些接受规范，生活方式和消费习惯转变的人与那些抵制这种转变的人之间的文化两极分化日益加剧 - 进一步助长了“文化战争”。

## 对来源 / 制造 / 保护 / 销售模型的影响

### —来源。客户对商品的需求

**稀有原料**包括关键金属（锂，钴，碲），稀土和农作物（香蕉，可可）一直很高。特别是，尽管气候变化带来的压力不断上升，水果，肉类和乳制品行业仍被迫维持其产品范围。采购这些作物的巧妙方法，例如**垂直农业**。

有越来越多的游说团体**SynBio**将应用于农业，以帮助种植有弹性的物种，同时满足消费者不变的偏好。

### — Make.对许多行业的制造运营和流程的限制 (汽车、电子产品、制药、食品和饮料) 增加了。制造商必须开发**弹性**面对停电和资源 / 劳动力短缺，以及**具有挑战性的工作条件**，当涉及到产品时，制造商不得不在其他指标上妥协，包括质量和价格，导致**品牌声誉issues**. Other manufacturing sectors that are globally integrated, such as**建设和防御**，继续优先考虑生产力和盈利能力，同时**服务**当地提供的（包括个人护理，教育，接待和交通）不会受到相同的压力，因此适应速度较慢。

### — 保护。领先的企业已要求其合作伙伴和供应商**资产是受保护或受保险**那些无法遵守的公司不再开展业务，包括许多以前在**南亚 / 东南亚和中美洲制造重地区**的公司。

### — 卖。公司愿景之间的脱节和客户偏好导致**商业失败**，如特斯拉的两栖汽车，使公司对颠覆性产品创新保持警惕。在需求分散的世界中，玩家受益于**服务强大亲和力和利基**，因此，能够帮助准确及时地感知矛盾需求信号的解决方案变得非常有价值。

## 顶部的孤独：SynBio 的承诺

2040 年，全球领先的生命科学公司“处于领先地位”。他们比其他公司更早地投资于 SynBio 的研发，以及通常不在发酵环境中生产的组件。

随着供应链中断和极端天气事件危及全球天然药物成分的供应并提高原材料成本，它们仍然能够抵御冲击，进一步增强了竞争优势。那些受到气候变化日益破坏影响的人别无选择，只能适应，而实现这一目标的一种可持续方法是实施 SyBio。自 2000 年代初以来，SyBio 就已经证明了其为气候脆弱的成分提供替代品的能力。自 2003 年成立以来，加州生物技术初创公司 Amyris 已使用 SyBio 生产青蒿素，这是抗疟药的活性药物成分。

药物。青蒿素传统上来自甜艾草植物，这是一种湿地植物，其分布区域将受到全球气温上升的负面影响。<sup>1</sup>通过改造酵母生产青蒿素，Amyris 已经能够为这种关键药物成分创造更稳定和可持续的来源。在一个洪水和温暖的水域推动疟疾病例增加的世界里（+5 百万例；即从 2021 年到 2022 年全球 +2%<sup>2</sup>），SynBio 通过为有效的治疗提供气候适应型替代方案，帮助解决大流行风险。

2019 年，罗氏与总部位于马萨诸塞州波士顿的银杏生物工程公司合作，开发了一种更可持续的磷酸奥司他韦生产方法，磷酸奥司他韦是抗病毒药物达菲的活性成分，达菲是一种关键且广泛使用的治疗甲型和乙型流感的药物。磷酸奥司他韦目前是从八角植物中提取的莽草酸中提取的。这种植物易受气候变化的影响，其供应受到极端天气事件的影响，包括 2010 年广西和云南的干旱。通过改造细菌生产莽草酸，银杏生物工程旨在创造这种基本药物成分的更可靠和可持续的来源，帮助确保达菲的持续可用性。

其他生命科学巨头也对 SynBio 研究表现出兴趣。2018 年，百时美施贵宝与生物技术公司 Synthorx 进行研究合作，利用 Synthorx 的 SynBio 平台开发新的免疫疗法。这个平台，称为“扩展遗传字母”，允许将非天然氨基酸掺入蛋白质中，这可能会导致开发具有改进特性的创新疗法。2020 年，辉瑞参与了 Zymerge 的 3 亿美元融资，该公司使用机器学习（ML）和 SyBio 来设计微生物以生产各种化学品和材料。

以前对 SynBio biology 的投资带来了红利，使生命科学公司免受未来供应中断和原料价格飞涨的影响。他们还在开发各种新产品方面具有很大的竞争优势

Sought - after properties, sustainably and at an attractive cost. The SynBio market growth at 20% per annum to 2030 年，<sup>3</sup>受可持续性问题的驱动，也受医疗保健需求、对制造效率的需求以及（在供应方面）不断增加的投资、低技术成本和不断发展的生态系统的驱动。

SyBio 提供的好处和潜在收益是显而易见的。然而，公司必须有一个明确的战略来成功实施它。主要考虑因素是投资于适当的技术，以扩大规模和提高成本效益，并确保足够的生产能力。鉴于 SyBio 的多样性，公司应仔细考虑哪些特定领域与其业务相关，并进行现实的基于市场的评估。随着技术发展的不断加速，时机是进一步的关键考虑因素。（有关 SynBio 的更多信息，请参阅 ADL 蓝移报告“合成生物学的勇敢新世界”。）

**Ulrica Sehlstedt 博士**, 全球实践领导者，医疗保健和生命科学实践，ADL

**Franziska Thomas 博士**, 合作伙伴，医疗保健和生命科学实践，ADL

1 Wang, Danyu, 等。“全球关键药用植物（Artemisia Annua L.）的分布和保护状况评估：气候和人为活动的作用”。《全面环境科学》，第 821 卷，2022 年 5 月。

2 “2023 年世界疟疾报告”。世界卫生组织，2023 年 11 月 30 日。

3 Meige, Albert, 等。“合成生物学的勇敢新世界”。ADL 蓝移报告，2024 年。

“森林精神赋予生命  
并夺走生命  
离开。生活和

独自一人。”

—莫罗, 幽灵公主

# Climatic nonsense (again)

In its relentless pursuit of saving the world from climate decline, humanity occasionally runs into dead ends. Green Undercover has infiltrated adaptation initiatives in Bangkok, Thailand – with surprising findings.

**A**ll started with good intentions, in what appeared to be a genuine attempt at harnessing both biology and technology to protect communities.

Let's rewind. In 2044, the low-lying Bangkok megalopolis is as vulnerable as ever to sea level rise. Bangkok was built on the delta of the Chao Phraya River. Rapid urban development in the 1990s and 2000s all but annihilated the mangroves that once covered the shoreline of the Upper Gulf of Thailand, leaving coastal settlements directly exposed to sea level rise.

As communities were evicted from their inhabitable homes, violent tensions simmered – reaching a breaking point in the infamous 2033 riots.

The municipality of Bangkok responded with an ambitious plan to revitalize the delta, including replanting mangroves on a large scale – mobilizing a large workforce and drones for seeding.

Ten years later, results were starting to show, with lower rates of coastal erosion and restored fauna and flora.

Unfortunately, this strategy is being derailed by... a grain of salt. Actually, a few tons of it.

In an effort to secure access to freshwater for irrigation, a group of peri-urban farms has built a desalination plant in a neighboring municipality at the eastern edge of the delta.

**“ desalination plants produce freshwater, they also release brine ”**

Indeed, repeated droughts and lack of governance over groundwater extraction have severely depleted the freshwater supply, and desalination was perceived as a quick, albeit expensive, fix.

Yet, while desalination plants

produce freshwater, they also release brine, a hyper-saline mixture of extracted salts and metal compounds which, little by little, spreads across the delta, throwing off the delicate balance of the ecosystem. Mangroves have started dying in droves.

With no constraining regulation in place and limited means for cross-jurisdictional adjudication, it's anyone's guess how the trade-off between freshwater and protection from the sea will be resolved.

In Bangkok and elsewhere, local adaptation governance appears critical to align stakeholders. Otherwise, we may just end up pouring salt on the wound... ■

**JULIE ICRE,  
GREEN UNDERCOVER**

## 投影 3： 狂野的绿色西部

在一个没有法规以确保协调和一致的世界中，善意的适应计划经常发生冲突，并可能适得其反，甚至更糟。为了说明这种紧张并强调潜在的后果，我们选择了调查性新闻的形式。小说揭示了一个以关键问题为中心的当地丑闻：水管理。

## 我们是怎么来的？

各国政府仍将重点放在缓解上，担心在适应方面对行业造成进一步的沉重成本。这导致缺乏全球商定的法规 / 做法来促进或

我们看到了以市场为导向的适应气候变化的方法，企业自愿投资以保持竞争力。

## 国际经济

领先的公司投资于先进的适应技术，以保护其业务免受极端气候事件的破坏。相比之下，由于缺乏拥有必要人力，数据和专门知识的强大机构，较贫穷和较脆弱的地区（例如东南亚）难以获得投资

to structure bankable adaptation initiatives. Business investment in climate change adaptation shows benefits, but the lack of societal focus on equality and long - term planning result in a lack of coordination and negative externalities. Such costs not only advert communities but also impact private companies, hindering overall progress toward sustainable 包容性增长。

## Society

几代人之间出现了越来越大的分歧：一个人优先考虑创新的新生活方式，而另一个人则努力维持传统的生活方式。对国际和国家政府支持的依赖减弱，私营部门公司，地区和当地社区采取了更多的主动行动。

## 赢家和输家

由于缺乏监管，具有战略意义的行业（例如农业，能源和沿海房地产）或具有较高经济回报的行业比其他行业获得更多的投资，从而导致关键领域就像生物多样性和公共安全被忽视一样。

## 文化转变

在缺乏强有力的监管的情况下，对创造力作为技术进步的催化剂的压倒性关注导致了道德困境和辩论不受控制的创新的后果可能会产生毁灭性的影响，重塑文化和政治心态。

## 对来源 / 制造 / 保护 / 销售模型的影响

- **来源。**确保资源安全的竞赛推动了供应链管理的创新，但也提示人们对**资源垄断和环境恶化**。公司投资于**海水淡化基础设施**确保水的可用性以及**局部网格**以确保工作效率。**地方基金**，大型农业企业投资于适应技术，如**精密灌溉**，**垂直农业和传感器监测**。
- **Make。**我们看到制造过程中的创造性适应，以提高他们的**效率和生产力**，主要是在原材料和 / 或电力成本较高的部门，例如**重工业、汽车和金属 / 化工生产**。随着原材料价格的上涨，制造企业需要关注**成本优化**在他们的生产线上（例如，通过减少机器时间、提高标准化和提高资源效率）。
- **保护。**公司独立投资以保护其资产，从而导致**广泛的解决方案**具有不同程度的有效性，例如**预测天气工具**和使用**先进材料**。基于自然的解决方案，其中 ROI 量化具有挑战性，不太可能得到传统财务战略的支持。
- **卖。**直接从事适应气候影响的行业蓬勃发展并引入**新商品和服务**。例如，建筑业专门从事**弹性建筑技术**，水管理行业的重点是**节水 / 循环利用**，而农业发展**抗旱作物和精准耕作技术**。

## 狂野的绿色西部：将移动性融入能源生态系统

到 2040 年，在私人投资和最低限度监管的推动下，个人流动行业不断创新，实现了增强零排放车辆，主要是电动，然后是氢气，占市场的大部分，占销售额的 50% - 75%。

然而，在自然灾害和能源供应中断越来越普遍的地区，燃料选择面临着更严格的审查。替代燃料在燃料获取、火灾风险和车辆到电网 (V2G) 电力能力方面存在不同的权衡。

随着天气紧急情况变得更加频繁，获得燃料对于维持日常机动性至关重要。预计电动充电桩将激增，在发达国家形成密集网络。然而，2012 年飓风桑迪等事件在受影响的地区提供了 15% 的充电基础设施

美国东北部由于停电和洪水而无法运行，变得越来越频繁。

电动汽车 (EV) 在紧急情况下提供独特的好处，例如在短时间内为本地电网或医院发电机供电。在 2019 年美国加州野火期间，太平洋燃气和电力公司 (PG & E) 使用特斯拉 Powerwall 电池，在该电池上激活了最大充电 "Storm Watch" 模式，以向受影响的社区提供临时电源。<sup>1</sup>同样，V2G 充电有助于在天气导致停电的情况下提供电力。加利福尼亚州圣地亚哥市正在试验一项试点计划，以实现校车的双向充电。<sup>2</sup>PG & E 首席执行官 Patricia Poppe 支持 V2G 充电以防止停电，并支持通用汽车在大多数它的车辆，它在福特的 F-150 闪电早期提供。<sup>3</sup>

包括洪水，极端温度和野火在内的不稳定天气事件为替代燃料车辆带来了权衡。极端温度会导致电池更快地退化，并需要能量来调节温度，从而降低行驶里程和效率。虽然电动汽车往往比传统或混合动力汽车更不容易着火 (美国国家运输安全委员会报告说，电动汽车已经参与其中。在美国销售的每 100,000 人中大约有 25 起火灾，而 1,530 起汽油动力和 3,475 起

混合动力汽车<sup>4</sup>)，电动汽车的火灾更难以扑灭。高压锂离子电池有热失控的风险，导致强烈、长时间的火灾，污染物和重燃风险。氢汽车对火灾更有抵抗力，因为氢比空气轻，燃烧时的辐射量比汽油低，减少了持续火灾和二次火灾风险。然而，氢汽车在空气和氢的临界浓度下存在 (低) 爆炸风险。此外，氢火焰往往更难检测，使应急响应工作复杂化。

由于这些权衡，最具弹性的舰队到 2040 年将采用混合车辆战略。大型公共和私人车队很早就采用了这种方法。例如，洛杉矶和旧金山致力于通过混合电动、混合动力、天然气和氢气等替代燃料汽车来绿化车队。到 2040 年，混合动力已经变成电动或氢气。

由于加利福尼亚州的零排放任务。美国陆军投资了氢燃料电池技术，例如雪佛兰 Colorado ZH2，而海军已部署电动汽车用于基础运输和物流。亚马逊在 2022 年从 Rivian 订购了 100,000 辆送货货车，并在德国测试了戴姆勒卡车的梅赛德斯-奔驰氢燃料电池卡车。

1 兰伯特，弗雷德。“特斯拉为加州大火中的“数百名”动力墙所有者激活了“风暴观察”。”Electrek，2019 年 6 月 11 日。

2 “当前 V2G 项目。”圣地亚哥天然气和电力公司 (SDGE)，2024 年 5 月访问。

3 “PG & E 首席执行官提议使用电动汽车将电力送回电网以防止停电。”ABC7 旧金山，2023 年 8 月 8 日。

4 “数据显示电动汽车比传统汽车火灾风险更小。”弗吉尼亚州费尔法克斯县，环境与能源协调办公室，2024 年 2 月 12 日。

为了建立对气候影响的系统弹性，电动汽车制造商和当地电网提供商之间的深度合作至关重要。2016年，日产和意大利公用事业公司 Enel 在丹麦启动了第一个大规模 V2G 项目，将电动汽车整合到国家电网中。该项目在丹麦安装了 10 个 V2G 单元

公用事业公司 Frederiksberg Forsyning 的总部，允许电动汽车所有者将其车辆连接到电网并在高峰需求期间出售多余的能源，稳定电网，同时为电动汽车所有者提供额外的收入来源。同时，美国的 V2G 选项对商用电动汽车引起了极大的兴趣。

To preparing for this (and other possible) futures, company leaders must maintain a broad spective. This including looking beyond short - term imposes and starting to prepared for the new world as structural changes begin

显著重塑商业环境。它还意味着超越明显的趋势，重新评估主要的不确定性领域及其影响。决策者将需要塑造情景，迅速采取不后悔的行动，并开发战略保险以减轻不必要的情景。这需要接受不确定性并将其嵌入决策中：开发情景开发和监控的能力。

触发事件，调整战略和运营计划以及相关的治理机制，塑造企业文化，使员工感到有能力应对不确定性。然后，公司将能够利用数字技术来提高智力，提高敏捷性和响应能力。（有关导航这个日益不确定的环境的更多信息，

请参阅 ADL 出版物“拥抱不确定性，驱动

增长”，“电气化未来”，“卡车电气化 - 利润助推器还是白象？”，“推动美国公共电动汽车充电的盈利能力”和“新兴市场中电动汽车电池交换的相关性”。）

Florent Nanse, ADL 汽车实践合作伙伴

马克·怀斯曼, 高级顾问，汽车实践，ADL

随着天气紧急情况变得越来越频繁，获得燃料对于保持日常机动性至关重要。

# COMPANIES FOR SALE

Fiske,  
June 15th 2016

## REASON: LACK OF INNOVATION

### REPALETAS

- Used Pallets Business (Spain)
- Year of establishment: 2017
- Revenue: €1,200,000
- Workforce: 12
- Risk: -
- Negotiable Price: €100,000
- Spanish Government Participation: No

To be taken over for immediate modernisation. Repaletas has lost all wood pallet stocks as accelerated deterioration — a direct result of climate change and significant temperature variations. Requires the construction of new thermo-regulated and humidity-controlled warehouses.

### REPALETAS

- Used Pallets Business (Spain)
- Year of establishment: 2017
- Revenue: €1,200,000
- Workforce: 12
- Risk: -
- Price: Not disclosed (negotiable)
- Government Participation: Depending on the nationality of the buyer

After years of climate disasters and droughts have reducing water usage in an industry highly dependent on it. The major manufacturing facility needs heavy investment in sophisticated treatment processes. The buyers will also be evaluated on their ability to give essential waterproof and thermo-regulation advice which are key necessities! This will require the input of new certified and skilled labour resources, along with intensive training for the remaining staff.

## REASON: CLIMATE CHANGE

### CALL A SPADE A SPADE

- Gardening tools business (Europe)
- Years of establishment: 2012
- Revenue: €22,350,000 p.a.
- Risk: +++
- Bid price: Guidance on application
- European Council Participation: As per takeover plan

*Call a Spade a Spade poses an excellent opportunity to purchase a former*

wholesaler and distributor of garden tools, with a range of flexible use assets. The previous business went into bankruptcy through failing to anticipate the changing gardening market, including increasing competition from the new "self-made gardeners" and community-run bartering schemes. The assets are of high quality.

### REPALETAS

- Used pallets business (Spain)
- Years of establishment: 2017
- Revenue: €2,300,000 p.a.
- Workforce: 12
- Risk: +
- Bid price: €300,000
- Spanish government participation: No

To be taken over for modernization. Repaletas has lost wood pallet stocks due to accelerated deterioration — a direct result of climate change and significant temperature variations. Requires the construction of new thermo-regulated and humidity-controlled warehouses.

### BAMBFABRICS

- Fabric processing plant (Asia)
- Revenue: \$42,500,000 p.a.
- Workforce: 450
- Risk: +++++
- Price: Not disclosed (negotiable)
- Government participation: Possible, depending on the buyer

Investment opportunity to leverage the assets and capabilities of an established major fabric manufacturing facility at low cost. Buyers should be aware that investment is required to reconfigure toward waterless or low-water-usage processes and to adapt to new product lines (e.g., waterproof and thermoregulating fabrics). The existing workforce is highly capable and fungible, although some re-skilling will be necessary.

## REASON: INFLATION

### REPALETAS

- Used Pallets Business (Spain)
- Year of establishment: 2017
- Revenue: €1,200,000
- Workforce: 12
- Risk: -

## Government Participation: Depending on the nationality of the buyer

After years of climate disasters and droughts have reducing water usage in an industry highly dependent on it. The major manufacturing facility needs heavy investment in sophisticated treatment processes. The buyers will also be evaluated on their ability to give essential waterproof and thermo-regulation advice which are key necessities! This will require the input of new certified and skilled labour resources, along with intensive training for the remaining staff.

### REPALETAS

- Used Pallets Business (Spain)
- Year of establishment: 2017
- Revenue: €1,200,000
- Workforce: 12
- Risk: -
- Negotiable Price: €100,000
- Spanish Government Participation: No

To be taken over for immediate modernisation. Repaletas has lost all wood pallet stocks as accelerated deterioration — a direct result of climate change and significant temperature variations. Requires the construction of new thermo-regulated and humidity-controlled warehouses.

### REPALETAS

- Used Pallets Business (Spain)
- Year of establishment: 2017
- Revenue: €1,200,000
- Workforce: 12
- Risk: -
- Price: Not disclosed (negotiable)
- Government Participation: Depending on the nationality of the buyer

After years of climate disasters and droughts have reducing water usage in an industry highly dependent on it. The major manufacturing facility needs heavy investment in sophisticated treatment processes. The buyers will also be evaluated on their ability to give essential waterproof and thermo-regulation advice which are key necessities! This will require the input of new certified and skilled labour resources, along with intensive training for the remaining staff.

## 投影 4：不要抬头

这本小说从报纸 ob 告中汲取灵感，但它没有纪念人们，而是专注于公司。这种方法突显了越来越多的企业未能迅速适应气候变化。通过借用我们强调，在瞬息万变的世界中，经济损失的紧迫性和严重性，呼吁迅速采取果断行动。

## 我们是怎么来的？

并非所有消费者都感受到气候变化的影响，这意味着那些不受约束适应的人根本不会。保险没有赶上现实，发展中国家用于适应的公共资金仍然有限，而私人资金（包括私募股权）在很大程度上仍然有限提供短期利润的项目。

## 国际经济

随着原材料价格上涨，中央银行努力遏制通货膨胀。除了少数关键材料（例如半导体）受到国家干预外，国际分工仍然存在。本地解决方案部署在气候脆弱的地区，可以获得资本（例如中东），但不会传播到其他地方。

## Society

社会仍然处于广泛变革的边缘。促进团结和气候适应的政策尚未制定；因此，对适应的抵制仍然普遍存在，特别是在风险最大的群体中，包括农民、招待工人、脆弱行业或地区的人以及被剥夺公民权的城市人口。

那些能够负担得起价格上涨的人和那些必须从根本上改变生活方式的人（仍然是少数）之间形成了更大的不平等差距，比如生活在没有汽车的情况下，从而限制了他们的流动性。由于火灾，飓风和海平面上升，整个社区，城镇和景观的消失造成了大规模的创伤，并挑战了国家内部和国家之间的移民流动。

## 赢家和输家

数字空间中的轻资产公司和制造设施位于低风险地区的公司从能够

持续生产商品，不受气候变化影响的干扰。出于监管原因已经将生产区域化的公司（例如，Procedre，生命科学）或由于运输限制（e.Procedre，大型汽车零件和建筑材料的制造商）更具弹性。商品消费品制造商（E.Procedre、纺织品和塑料）和较小的农业生产者立即受到威胁。

## 文化转变

公众仍然在适应气候变化和更紧迫的担忧之间左右为难，例如与通货膨胀引起的成本上升作斗争。

监管机构和一些行业领导者不足以移动针头，给人一种绝望和沮丧的感觉。

## 对来源 / 制造 / 保护 / 销售模型的影响

- **来源。**没有保险保护的小型农业生产者缺乏投资资金保护或优化改进面临的前景**重大整合**。**短缺和延误**成为一个给定的 - 大多数公司专注于**管理中断**，因为他们不能限制他们。
- **Make. Raw material**通常需要替代，需要能够在更广泛的环境下运行的机器投入范围。只有那些工业过程非常容易受到气候事件增加影响的制造商才会引入新的 / 创新的变化，尽管规模很小。
- **保护。**无法为大规模资产保护项目提供资金，公司专注于**限制 / 控制损伤**从气候变化的影响。**预防性维护**也是一个重点领域，以避免基础设施和机械破坏气候压力。更大的重点是放置在**选择正确的网站**在购买或建造新设施时，根据多个标准。**数据中心**在不断增长的需求中到正在进行的数字化，占据主要位置。也有增加的需求**连通性**，由于脆弱性较低，因此鼓励通过地面连接（光纤，电缆）进行卫星连接。
- **卖。**剩余**负担得起**是许多生产中等市场产品的行业的首要关注点，特别是在汽车。缺乏融资机制会导致关键部门的准备工作降低，例如围绕创建疫苗 / 药物来解决气候传播疾病的制药研发。

## 不要抬头：冷却以保持连续性

到 2040 年，由于能源供应波动，淡水稀缺以及频繁的热浪造成的具有挑战性的劳动条件，制造工厂将面临定期的生产中断。客户冷漠和缺乏适应投资减缓了系统性和大规模的变化，使制造商不得不在胁迫下应对和调整。结果，生产成本大幅上升。大多数成本都是。

以“气候变化通货膨胀”的形式传递给客户，使中等消费者（甚至在工业化国家）越来越无法负担汽车等中档产品，并威胁到整个市场。担忧包括：

### — 获得稳定、可靠的能源是

**critical.** 在印度或德克萨斯州等地区，电网中断在 2024 年已经很严重，

由于极端天气造成的损害和对电网的更大要求，2040 年都存在严重问题。这些中断迫使企业每年中断制造运营几天。例如，在法国，2024 年，工业现场的供应在 1 月中断了 10 - 15 天

when residential consumption was at its highest. Manufacturers are forewarned and financially compensated by utility providers. By 2040, such arrangements have multiplied.

— **本地发电有助于补偿电网供应的变化。** 可再生能源，如通常在现场实施的风能和太阳能在很大程度上不足以满足制造设施的需求，而且本质上是间歇性的。燃气发电机变得更加普遍。小型模块化核反应堆，容量高达 300 兆瓦，被认为是最大，最苛刻的行业，如化学品。此外，当地能源社区可能会零星发展，以抵消国家电网的风险状况，但“不要抬头”世界缺乏所需的规划、投资和协调（见下面的适应激增预测）。

— **水是同样重要的资源。** 气候变化导致水资源短缺和由于不断变化的降水模式和对集水基础设施的投资不足，导致供水不规范。这引起了对关键过程的主要关注，例如核，冶金和化工厂的冷却。尽管海水淡化厂是一些沿海枢纽的一种选择，但盐水的释放限制了它们的安装

在几个领域。最大限度地提高现有淡水的使用效率似乎是一个更安全的选择。水循环技术，如膜曝气生物膜反应器、雨水收集、灰水循环或闭路反渗透，它们处理废水以在制造过程中再利用，是这个领域创新的例子。

### — 全球热浪的频率和严重性增加，包括那些

**极端潮湿，显著影响工作条件。** 导致工作方式的变化，如缩短或移动班次到更冷的时候，可能会导致组织问题、生产力损失和增加的劳动力成本。制造任务的自动化和自动化通常实施以简化流程和提高生产力，也保护工人免受高温环境的影响。然而，自动化有其局限性，并非所有任务都可以执行

由机器人。此外，大多数自动化机械依赖于无法承受过热环境的电子设备（ $> 25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ ，或  $77^{\circ}\text{F} - 86^{\circ}\text{F}$ ）。

### — 迄今为止被认为过于昂贵的热舒适系统的投资可能会发展

**热舒适**实施可以部分控制成本。例如，空调仅安装在最热敏感的车间，或工厂都装有空调客舱，如空气创新设计的“客舱冷却”概念，直接为机器处理车辆操作员冷却空气。可以说，最经济的热舒适解决方案与热感知设计共生：改善气流，管理暴露在阳光下，并增加电机的使用（例如Procedre，电动压力机）。

### — 2040 年，可靠的电力和水供应将成为新

**生产场所**，向工业中心施加压力，要求它们为租户提供这些服务。

在现有工厂中，建议公司将适应纳入其全面的工业战略计划中，以确保它们能够在出现这些挑战时始终如一且经济实惠地应对这些挑战，从而建立持久的竞争优势。

Arnaud Jouron, ADL 绩效实践管理合伙人和全球实践负责人

“有些问题看起来很简单，结果很复杂，有些问题似乎

— 塞德里克·比拉尼，埃科洛吉政治基金会主席

1971 THE EARLY ADVENTS OF HENRY

Over again the success of good officers has resulted in a strengthening the best from the west among the island's businesses waiting on from adventures. And just like in the two previous scenarios, we obtain the Southless creative energy of South Asia, which dominates the awards in numerous categories.

Let's start with a special feature that is to be seen in a Chinese national that has turned into a great success story. The multipurpose resistance tube, initially intended to counter the rising threat of tropical forest by high temperature is now a highly effective in how they work. These tubes have been outfitted with a ray unit and still in perfect order, and more accurate designs thanks to which, with the help of the sun, they are being powered by solar generators. Thanks to the sun, the water filtering stations and the air conditioning systems are optimized to work in various conditions.

When looking at the results, we could like to see a second method to the burner's burner process with more success, but one to be noted relative to the burner's burner is adapted to the sun and weather conditions. It is resistant to drought and the sun combined with an irrigation system greatly reduces the need for the burner. As a result, the burner's burner is being wiped out by the burner's burner, creating a better solution by making the essential fuel stock is critical. At the same time, as the burner's burner is being wiped out, the burner's burner is being wiped out.

Finally, spending of major resources. The burner's burner is being wiped out by the burner's burner, creating a better solution by making the essential fuel stock is critical. At the same time, as the burner's burner is being wiped out, the burner's burner is being wiped out.

It is in the burner's burner that the burner's burner is being wiped out by the burner's burner, creating a better solution by making the essential fuel stock is critical. At the same time, as the burner's burner is being wiped out, the burner's burner is being wiped out.



投影 5：自适应浪潮

适应竞赛的竞争是如此激烈，以至于一些公司蓬勃发展，而另一些公司则遭受不适应。但是我们如何确保遵循适当的监管？我们如何区分最好的和最坏的？我们可以信任谁？

我们设想了一个致力于破译这个成熟的适应市场的全球公民协会。小说以一年一度的颁奖典礼为中心，该颁奖典礼突出了模范的努力并揭示了缺点。

## 我们是怎么来的？

为了应对最近的气候灾难，世界各国政府颁布了严格的适应法规，包括禁止在脆弱的沿海地区进行施工，而消费者越来越多地要求采取行动采取适应措施。提供了一些公共部门资金来支持适应项目，但这本身是不够的，需要私营部门提供额外资金。

## 国际经济

国际努力的特点是以气候倡议和技术交流合作的形式增加了全球化，同时增加了国家干预，将努力和资源集中在气候适应上。全球南北之间仍然存在差距，获得财政资源的机会不平等。然而，由于全球南方对农业和电子产品生产至关重要，因此开发了新的合作方式并分享了知识，大型大都市是适应的主要实验室。

## Society

随着日常生活和基本需求的变化，商业领袖与公众之间相对紧密的联系为转型创造了催化剂。例如，食品生产依靠实验室种植的肉类和垂直农业来限制土地使用和水的消耗，远程和数字协作占主导地位，电气化已在汽车和火车中蔓延。

## 赢家和输家

成功的案例在那些快速开发气候适应技术的承担风险的公司中可以找到，特别是有利于食品和基础设施行业的公司，其中一些公司达到了近乎垄断的地位。由于这是一场极端的比赛，创新程度较低的公司或行动太慢的公司都在挣扎。工业陷入“不适应”衰退的模式，导致整个地区崩溃，例如孟加拉国的纺织品。

## 文化转变

在消费方面，清醒，地方主义和弹性是关键趋势。

## 对来源 / 制造 / 保护 / 销售模型的影响

- **来源。**原材料的采购受到更严格的环境法规和 Consumer behavior. Information and tracking technologies enable significantly reduction in food waste. Farming practices adapt to biodiversity loss and water shorts by developing water management systems and lab - grown processes, while geo / climate - engineering techn

开发以增加作物产量。依赖矿物开采的行业也面临着对环境影响的更严格的规定，导致原材料使用受到限制。
- **Make.**制造流程经过重新设计，现在涉及数字等适应技术双胞胎和预测分析，这需要前期投资，但可以带来长期储蓄。在消费者需求和更大监管的驱动下，纺织业转向使用循环经济的闭环制造工艺，以最大限度地减少废物和水的使用。由于极端热浪的增加，工作时间已经适应在建筑等暴露行业。为了限制运营中断和生产损失，公司投资于确保能源供应安全的技术，包括可伸缩的太阳能电池板。
- **保护。**保险公司开发更复杂的风险评估模型并推动激励措施

对于气候弹性基础设施，领先的公司投资于保护其资产的措施。对主要基础设施（例如，海堤）的公共投资增加，以保护人口稠密的地区和工业中心。企业重新安置其资产

到较少受到潜在洪水或飓风影响的地区，任何新的工厂和资产的建造都是为了应对极端气候事件。
- **卖。**在这场极端的适应竞赛中，重点是技术发展的速度。

市场领导者在人才方面投入巨资，并为创新设定步伐，迫使竞争对手跟上步伐或面临过时的风险。公司必须适应这种转变

在确保产品差异化的同时，消费者对“气候适宜”商品的偏好。

## 适应浪涌：专注于本地以推动适应

这些社区的一个主要好处是它们能够减少国家电网的暴露，国家电网很容易受到自然灾害和其他事件的破坏。通过在地生产和使用可再生能源，这些社区可以确保更可靠和有弹性的能源供应，即使在极端天气事件或其他中断的情况下也是如此。例如，在纽约飓风桑迪之后，布鲁克林微电网项目的创建是为了向当地居民和企业提供电力，即使更大的电网处于离线状态。

当地能源社区的另一个好处是他们能够通过更精细的需求预测更有效地使用能源。通过分析当地能源使用模式和预测未来需求，这些社区可以调整和优化其能源生产和消费，以最大限度地减少浪费并降低存储成本。ML 可以在精确预测需求，发现问题，在异常情况下重新路由流以及维护网络安全方面发挥重要作用。这可以为消费者带来更低的成本和更可持续的整体能源系统。例如，西班牙北部的 **Today Navarra Eergy** 社区通过安装在市政建筑屋顶上的太阳能电池板产生可持续的“0 英里”能源，使大约 5,000 个家庭和小型企业可以节省高达 25% 的能源费用。

除了这些好处之外，当地能源社区还提供了将剩余能源卸载到区域或国家电网，进一步提高更广泛能源系统的效率和可持续性。通过在某些时期产生比消耗更多的能源，这些社区可以将多余的能源出售回电网，减少浪费并增加可再生能源的整体供应。例如，在德国，**soeCommity** 项目创建了一个本地能源社区网络，可以彼此共享剩余能源，也可以与更大的电网共享剩余能源。同样，**El Rosario** 太阳能本地能源。

特内里费岛的社区为当地工业区，家庭和 20 个电动汽车充电站提供服务，并可以为商业网络提供多余的能源。

在建立本地能源社区作为供应商时，需要考虑的一些挑战包括确定需求热点，设计具有集体利益的差异化产品以及建立运营模型。这包括定义卸载剩余发电和电动汽车充电的最佳时间，价格监控和优化 - 专用工具可以帮助完成的任务。

**路易斯·德尔·巴里奥**，合作伙伴，能源，公用事业和资源实践，ADL



# “是人！ Soylent 绿色”

- 赫斯顿, *Soylent 绿色*



# CHAPTER

# 响应 与技术

## 4 技术响应

### 常见线程

在本章中，我们将技术与第 3 章中描述的五个预测进行匹配，并确定可带来收益的无悔技术选择，无论未来的预测如何。

适应是一个高度本地化、多变量和多学科的问题。当地环境，如天气系统，土壤条件，建筑面积和类型，活动，自然资源和地球物理条件，差异很大。因此，存在各种各样的可用的适配解决方案。它们的配置和应用方式因行业、监管环境和地域而异。(这项研究并不声称在技术方面是详尽无遗的。我们建议探索“WIPO 绿色需求数据库”。

和绿色技术”和“WIPO 绿色技术书”

揭示最广泛的技术。)

同样，许多不是为适应而开发的技术在这一领域发挥着关键作用。对于“销售”类别尤其如此。在这里，为捕捉模糊和分散的需求趋势并实现远程品牌和购物体验而开发的技术都将满足适应需求。在“制造”类别中，最初为可见性和制造业的资源效率也非常适合应对适应挑战。

我们调查的大多数适应技术都是成熟的（技术准备水平 [TRL] 7, 8 或 9） - 除了一些分析系统和新能源。因此，缺乏成熟度不是执行的关键障碍。但是，创新对于以可接受的财务，环境和社会成本将这些技术应用于特定的本地适应需求至关重要。

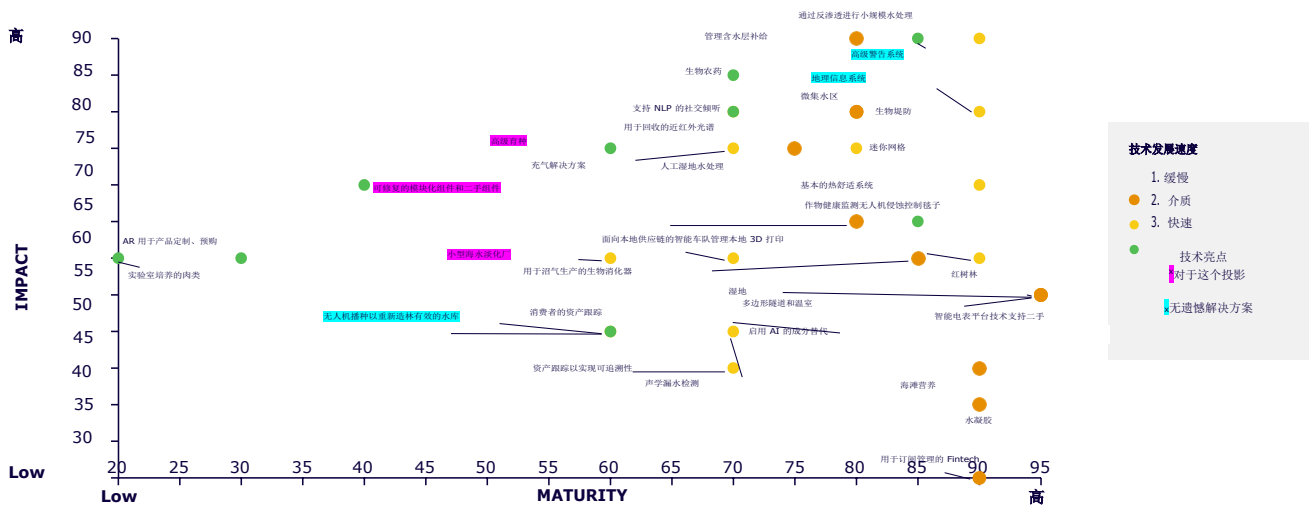
根据 WIPO 的上述资源，我们确定了 89 个技术系列，它们应对不同的适应挑战，并适用于一系列不同的方案。

[免责声明：本报告中使用的矩阵并不构成对任何特定技术的建议，也不旨在详尽无遗。相反，它们描绘了可能在每个特定投影中蓬勃发展的技术。]

### 绿色社区

绿色社区的预测 - 具有高度的消费者行为转变和有限的财务机制 - 适合于社区主导的倡议和基于自然的解决方案，特别关注食品和饮料供应链 (见图 7)。

图 7 - 绿色社区：技术成熟度，今天的影响和发展速度



AR = 增强现实； NLP = 自然语言处理； NIR = 近红外  
 注：技术可能适用于几种情况；一些已经成熟的技术显示出低发展率来源：Arthur D. Little，WIPO

## 功能期望和技术

Table 3 shows functional expectations for adaptation and potential technologies to deliver on requirements across the source / make / protect / sell categories in the Green Communities projection.

表 3 - 绿色社区功能期望和技术

区域	功能预期	技术
<b>消息来源</b>		
<b>水资源短缺</b>	以经济实惠的方式管理 / 保存供水；分散水分配网络和水处理	小型海水淡化厂；通过反渗透或人工湿地进行小规模分散水处理；集水，包括微型集水区、管理的含水层补给、高效水库的土工膜
<b>作物生产</b>	允许在更靠近消费者的新地点低成本种植作物；经济实惠地提高作物的抗灾能力	先进的育种，用于作物健康监测的无人机，生物农药，多隧道，温室，水凝胶
<b>关键材料</b>	系统地识别具有相似属性的原材料进行更换；使再利用和回收商业模式可行	实验室培养的肉类，AI 支持的成分替代，近红外光谱用于回收和再利用
<b>供应路线中断</b>	实现向更多本地供应链的转变；管理延迟和中断	可追溯性的资产跟踪、本地供应链的智能车队管理、本地 3D 打印
<b>MAKE</b>		
<b>能源和水的利用</b>	识别 / 调整能源效率低下；减少水浪费	微型电网、智能电表、声学漏水检测、沼气生产物消器
<b>提高生产率</b>	将客户的适应需求集成到制造流程中，同时保持低成本	模块化平台允许维修和二手市场
<b>工作条件</b>	保持工人凉爽干燥	基本的集中式热舒适系统 (热管理、蒸发、空调、遮阳、通风)
<b>保护</b>		
<b>检测和警报</b>	预测气象灾害，实时调整条件	预警系统和监控，用于紧急情况下信息众包的社交媒体应用程序
<b>屏蔽</b>	以低成本减少或缓解当地气候对生产的影响	基于自然的解决方案 (例如，红树林，湿地，生物堤防)，充气解决方案，以保持货物干燥，无人机播种植树造林
<b>补救</b>	在气候灾害期间 / 之后维护社区生命线	可再生能源移动设备、灾难恢复卫星连接、海滩营养
<b>搬迁</b>	促进关键资产在低风险地区的转移，以反映较短的供应链	地理信息系统
<b>SELL</b>		
<b>新产品和服务</b>	识别客户不断变化的需求和习惯；预测未来的消费趋势	支持 NLP 的社会倾听不断变化的利基消费趋势
<b>新的消费模式</b>	促进新的商业模式源于不断变化的消费模式	在线平台技术支持二手产品和商品，用于订阅管理的金融科技，用于产品定制和预订的 AR
<b>销售渠道</b>	支持供应链的重新配置；管理客户期望	消费者的资产跟踪

来源：Arthur D. Little

## 技术概况示例

### 耐逆性水稻品种



- **技术成熟度等级:** 介质
- **潜在影响:** 高

公司

#### 为什么需要它？

稻米是世界 50 % 人口的主要食物，环境压力限制了稻米的生产，影响了亚洲 7 亿生活在雨水滋养中的穷人中的约 30 % 水稻种植区。面对气候变化，水稻作物必须能够承受干旱，盐分，洪水和淹没等极端环境。过去，这种倡议需要公共资金，但自 1970 年代以来，知识已经分散在新兴国家的社区中。

#### 它是如何工作的？

国际水稻研究所及其合作伙伴正在利用先进的育种技术，特别是标记辅助育种，来开发耐极端气候事件的水稻品种。标记辅助育种使育种者能够以更高的准确性和速度将特定的理想性状纳入新品种。

#### 影响是什么？

在印度，菲律宾和尼泊尔等国家已经发布了 150 多种全球抗逆品种。干旱条件下每公顷平均增产 0.8 ~ 1.2 吨。植物育种者还通过发现和分离 SUB1 基因开发了抗洪水稻，该基因可以抵抗淹没长达 14 天，从而使 a 的产量增加 1 至 3 吨。10 至 15 天的洪水。

#### 绿色社区

- 在不需要国家干预的情况下提高作物抗性

资料来源：Arthur D. Little，WIPO，CGIAR 气候变化，农业和粮食安全研究计划（CAAFS），AfricaRice.org

### 太阳能小型海水淡化厂



- **技术成熟度等级:** 介质
- **潜在影响:** 介质
- **发展速度:** 介质

公司

#### 为什么需要它？

随着气候变化加剧水资源短缺，这些植物提供了分散和可再生的选择来增加淡水供应。与通常依赖公共投资的大型植物不同，这些小型植物具有由企业私有拥有的优势。

#### 它是如何工作的？

该过程利用反渗透技术。通过重复使用盐水中的剩余能量，可以减少能量输入和太阳能电池板的数量。还可以修改脱盐技术，以使用太阳能或风能将海水泵入位于山上高处的罐中。这允许系统利用重力为反渗透过程提供加压海水。

#### 影响是什么？

太阳能驱动的小型海水淡化厂适用于离网农村地区，偏远岛屿和沙漠，并在一个容器中交付，以提高安装和维护的速度和便利性。每天的产水量为 5,300 至 500,000 升。

#### 绿色社区

- 分散式水处理
- 实施低技术和小规模解决方案



来源：Arthur D. Little，WIPO

### 用于产品定制的模块化设计



- 技术成熟度等级:Low
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 快速



MQB = 模块化横向工具包； CNG = 压缩天然气来源： Arthur D. Little

#### 为什么需要它？

As climate change disrupts business operations (e. e., material characy, delivery delays), production costs are increasing, making it more expensive for end customers. Consisting of distinct 组件， 模块化产品被认为是提供定制产品的重要推动因素， 并通过定制实现二手销售来延长其生命周期。

#### 它是如何工作的？

模块化设计是一种设计策略， 可将系统拆分为可独立开发， 修改， 更换或更换的较小模块。每个模块化组件的设计由于零件数量较少， 易于组装 / 拆卸， 紧固件的结合消除了对螺钉的需求 和螺栓， 以及标准化和可互换的组件。

#### 影响是什么？

模块化产品使公司能够在不影响生产效率的情况下为客户提供广泛的选择。例如， MQB 平台使大众汽车能够在从 Polo 到 SUV 的同一型号中提供各种动力总成选项， 包括汽油， 柴油， CNG， 电动和插电式混合动力系统。

绿色社区	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 实现二手销售</li> <li>● 通过自定义</li> <li>● 降低客户的拥有成本</li> </ul>
------	--

### 生物堤防



- 技术成熟度等级:高
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 缓慢

社区



Practical ACTION



USWOPA

来源： Arthur D. Little

#### 为什么需要它？

随着气候变化导致更频繁和更恶劣的天气事件， 如暴雨和风暴， 洪水的风险增加。生物堤防提供了一种可持续和低成本的替代方案来减轻这些风险并保护社区。

#### 它是如何工作的？

生物堤防使用当地采购的材料建造， 如沙子、岩石、土壤、灌木和竹子。原则包括保持适当的河岸坡度， 并使用竹子沿着河坡和河长修建堤防。然后堤防被沙袋填满， 并用肥沃的土壤覆盖， 为植被提供基础。

#### 影响是什么？

通过充当天然屏障， 生物堤防有助于吸收波浪能， 稳定海岸线， 并减少洪水和财产损失的风险。

绿色社区	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 缓冲当地气候影响</li> <li>● 低成本， 但具有环保解决方案</li> </ul>
------	--

### 支持 AI 的社交倾听工具



- 技术成熟度等级:高
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 快速

公司



BRAND24



来源： Arthur D. Little

#### 为什么需要它？

随着气候变化成为全球消费者最关心的问题， 人们越来越期望品牌通过开发创新产品和服务来展示其对环境责任的承诺。

#### 它是如何工作的？

人工智能社交倾听工具利用先进的算法和 NLP 技术来监控社交媒体平台， 并解释消费者的对话、评论和反馈。通过识别关键词、情绪和趋势， 人工智能社交倾听工具可以提供对消费者态度的实时洞察。

#### 影响是什么？

通过保持领先的趋势和了解消费者的情绪， 企业可以制定战略， 以提高竞争优势和市场定位， 使他们能够开发创新 差异化产品。

绿色社区	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 识别客户的变化</li> <li>● 需求 / 习惯和预测未来趋势</li> <li>● 开发差异化产品</li> </ul>
------	--



## 功能期望和技术

Table 4 shows functional expectations for adaptation and potential technologies to deliver on requirements across the source / make / protect / sell categories in the Lonely at the Top projection.

表 4 - 在最高功能期望和技术方面的孤独

区域	功能预期	技术
<b>消息来源</b>		
水资源短缺	管理工业流域较低 / 不可预测的供水	连接地下水库、全尺寸海水淡化厂、小型海水淡化厂、高效水库的土工膜
作物生产	种植可承受气候危害的植物品种；在满足客户偏好的同时重新安置作物	垂直和水培农业，SynBio 作物，基因组编辑作物，高级育种，多隧道和温室，无人机数据收集，计算机视觉作物成像，无人机农药喷洒，物联网拖拉机
关键材料	确定替代品 - 更便宜，更可用的原材料，以维持产品和盈利能力	3D 打印，用于回收的近红外光谱，AI 功能的成分替代，SynBio 材料生产
供应路线中断	在供应链重新配置时提高效率和可靠性(频繁中断、结束“恰到好处”)	资产跟踪和供应链可见性平台，用于库存控制的 AI，用于更高效和更具弹性的路线的车队管理解决方案
<b>MAKE</b>		
能源和水的利用	在整个过程中有效地保存 / 再利用水；确保获得质量和一致的电源	智能电网、智能断电系统、工业加热 / 冷却泵、渗透动力膜、膜曝气生物膜反应器 (MABR)、水电凝、厌氧水处理、闭路反渗透、卫星漏水检测
提高生产率	实现适应性作为制造生产率提高的副产品	数字孪生，协作机器人，用于实时质量控制的 AI，近网形状的技术和支持技术，支持 AI 的材料替代，具有自适应功能的建筑信息管理 (BIM)，用于原型设计的 AR / VR
工作条件	改善员工的工作条件并保持业务连续性	先进的热舒适系统 (智能 HVAC 系统，保温，建筑自动化系统 [BAS] 与 HVAC 集成)
<b>保护</b>		
检测和警报	预测气象灾害；实时适应条件	高级预警系统，使用 GNN 进行实时预测
屏蔽	通过小规模基础设施和建筑增强功能保护站点和人类	可引发水闸系统、先进聚合物和复合材料、先进涂料、侵蚀控制毯
弹性设计	通过设计提高建筑物和场地的弹性	BIM 与适应功能，形状记忆合金，高级涂料，透水路面，增强建筑材料，分离墙，绿色外墙
补救	快速、有效、安全地恢复因气候危害而损失的生产能力	用于关键维修的机器人 / 无人机，用于灾难恢复的卫星连接，可再生能源驱动的移动设备
搬迁	支持将工业资产搬迁到不那么脆弱的地方	GIS
<b>SELL</b>		
新产品和服务	加快产品创新速度，丰富现有产品，同时适应气候变化	支持 AI 的创成式设计，可快速开发相邻的产品概念
销售渠道	通过适应叙述更好地与客户联系；实现购买便利；允许新的在线客户参与模式	先进的可生物降解包装，用于产品选择和定制的 AR，用于展厅和远程品牌体验的 VR，用于消费者的资产跟踪，用于交付的自动驾驶汽车

来源：Arthur D. Little

## 技术概况示例

### 利用 CRISPR 技术进行作物基因编辑



● **技术成熟度等级:** 介质      **公司**

● **潜在影响:** 中/高

● **发展速度:** 快



来源: Arthur D. Little

#### 为什么需要它?

由于气候变化, 更多的农作物将受到严重气候事件的影响, 例如热浪, 干旱, 洪水和病虫害增加, 迫使农民适应他们的经营方式。

#### 它是如何工作的?

CRISPR 技术通过使用引导 RNA 将 Cas9 蛋白引导到植物基因组中的特定基因。Cas9 蛋白切割 DNA, 使研究人员能够在修复过程中引入所需的变化, 最终创造出具有改善性状的植物, 以适应气候变化和其他挑战。(阅读更多关于 SyBio 在 2024 年 ADL 蓝移报告: “合成生物学的勇敢新世界。”)。

#### 影响是什么?

它使作物能够更好地承受不断变化的环境条件, 抵抗病虫害并更有效地利用资源。

**孤独地在顶部**

- 工程更健壮的作物物种
- 种植反季节作物

### 供应链可见性平台



● **技术成熟度等级:** 高

● **潜在影响:** 介质

● **发展速度:** 快速



来源: Arthur D. Little

#### 为什么需要它?

由于更严重的气候事件, 例如运河干旱和道路泛滥, 供应路线中断的风险增加。公司必须投资于能够增强决策和提高供应链效率的技术。

#### 它是如何工作的?

来自物联网传感器、GPS、RFID 标签和条形码等来源的数据可提供有关货物位置和状态的实时信息。这些数据被集成到一个集中的系统中, 以便于访问和分析。然后, AI 处理数据, 在顶部生成一层信息, 并提供数据驱动决策的见解, 例如优化库存和改进需求预测。供应链可见性促进了协作、主动识别问题和持续的绩效监控, 从而提高效率、降低成本和提高客户满意度。

#### 影响是什么?

影响包括增强对气候相关中断的抵御能力, 更好的客户满意度, 更好的供应链路线决策, 提高效率和生产率, 通过优化运营减少排放等等。

**孤独地在顶部**

- 确保整个供应链上的资产可追溯性
- 提高供应链效率

### 膜曝气生物膜反应器 (MABR)



● **技术成熟度等级:** 介质

● **潜在影响:** 介质

● **发展速度:** 介质

来源: Arthur D. Little, WIPO

#### 为什么需要它?

由于气候变化, 水资源短缺成为一个紧迫的问题, 高效的废水处理技术通过生产适合再利用的高质量废水来帮助保护水资源。

#### 它是如何工作的?

MABR 是一种相对较新的好氧废水处理技术, 这意味着它可以促进氧气向微生物的高速转移, 从而分解废水中的污染物。MABR 使用渗透膜将氧气直接传递给这些微生物, 这与传统的泵送空气并以气泡形式扩散空气的方法相反。该过程需要更少的能源和化学品。

#### 影响是什么?

MABR 技术可用于中小型装置, 以及现有工厂的改造。与传统工厂相比, MABR 可实现高达 90% 的节能, 使其适用于替代的高网能源和分散式处理。MABR 还允许生物处理能力提高 50%, 污泥减少 50%。

**孤独地在顶部**

- 有效地和跨流程地重复使用水废物
- 降低水浪费成本

地理信息系统



- 技术成熟度等级:高
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 介质

公司



来源: Arthur D. Little

GenAI 支持的生成设计



- 技术成熟度等级:介质
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 快速

公司



来源: Arthur D. Little

智能电网



- 技术成熟度等级:高
- 潜在影响: 高
- 发展速度: 介质

公司



来源: Arthur D. Little, WIPO

为什么需要它?

随着气候变化事件, 如洪水、海平面上升和热浪, 影响到公司拥有生产和/或制造基地的地区, 公司越来越需要做出明智的决定, 决定在哪里重新安置资产和基础设施, 以便不太容易受到气候变化事件的影响。

它是如何工作的?

GIS 软件允许用户叠加不同层次的数据, 如土地利用、人口密度和气候预测, 以识别模式以及可以为决策提供信息的关系。GIS 功能现在通过用于图像分析的计算机视觉和用于广泛变量的模式识别的机器学习显著增强。

影响是什么?

通过使用 GIS 技术, 公司可以就资产和基础设施的搬迁地点做出更明智的决策, 减少气候变化影响造成损害的风险。GIS 还可以帮助识别易受气候变化影响的地区, 从而实施有针对性的适应措施。

孤独地在顶部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 确定最有利的搬迁区</li> </ul>
--------	---

为什么需要它?

面对气候变化和不断变化的消费者偏好, 人工智能生成设计解决方案的战略部署是寻求推动可持续创新并对不断变化的市场格局做出响应的公司的关键工具。GenAI 可以推动创新, 特别是通过以低成本和高速度考虑多个相邻组合或不寻常的设计选项。

它是如何工作的?

GenAI 利用先进的算法和机器学习技术来生成新内容, 如图像、文本或产品设计。它涉及分析消费者偏好、市场趋势和产品属性的大型数据集, 以识别模式并开发新设计或功能的复杂算法。来自消费者和利益相关者的反馈被纳入到生成随着时间的推移, AI 系统可以改进和改进生成的产品。(在 2023 年 ADL Blue Shift 报告“生成人工智能: 迈向新文明?”中阅读有关数字双胞胎的更多信息)

影响是什么?

它帮助企业变得更加敏捷, 并能够开发新的差异化产品, 使其成为转型中的领导者。

孤独地在顶部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过开发与当前系列相邻的产品来提高强大的行业领导者的知名度</li> </ul>
--------	---

为什么需要它?

与风暴相关的停电更频繁地发生。这些供应和电网系统不稳定的波动导致业务中断, 从而对生产率 and 成本产生负面影响。

它是如何工作的?

智能电网是一种电力网络, 可以智能地整合与之相连的所有用户(发电机、消费者以及两者兼有的用户)的行动, 以有效地提供可持续、经济可行和安全的电力供应。智能电网可以在白天自动收集和存储来自可再生能源的电力, 以便在高峰时段使用或电网下降时使用。智能电网还可以将虚拟发电厂(i.e. Procdres., 分散的中型发电机组和存储系统的网络)。

影响是什么?

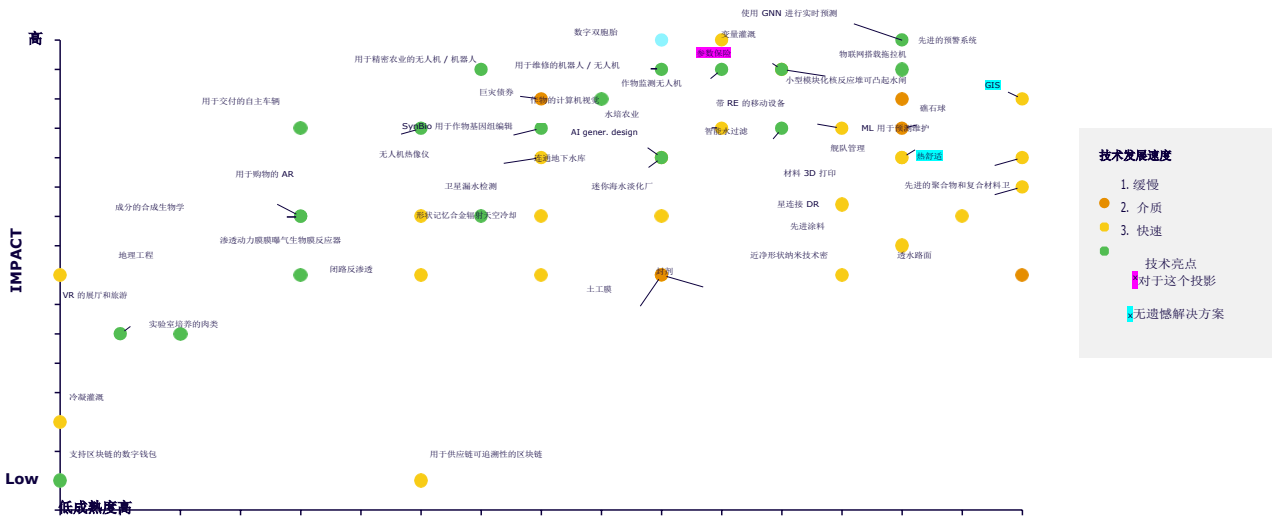
智能电网使工业站点能够自动适应变化的需求和电力流, 以在正常和紧急情况(例如, 极端天气事件)期间支持更平衡的网络。在电网中断期间, VPP 可以转移或卸载, 补充大容量能源。

孤独地在顶部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 确保对质量的访问和一致的电源</li> <li>• 优化能耗</li> </ul>
--------	--

## 狂野绿色西部

在 Wild Green West 预测中（具有充足的适应资金和很少的监管），所有种类的实验都是敞开的，导致关注具有高感知 ROI 的不太成熟的解决方案（见图 9）。

图 9 - 狂野的绿色西部：技术成熟度，今天的影响和发展速度



RE = 可再生能源；DR = 灾难恢复  
注：技术可能适用于几种情况；一些已经成熟的技术显示出低发展率来源：Arthur D. Little，WIPO

## 功能期望和技术

Table 5 shows functional expectations for adaptation and potential technologies to deliver on requirements across the source / make / protection / sell categories in the Wild Green West projection.

表 5 - Wild Green West 功能期望和技术

区域	功能期望	技术
<b>消息来源</b>		
水资源短缺	确保足够的淡水进行灌溉，包括在干旱地区	小型海水淡化厂，连接的地下水库，可变速率灌溉，用于高效水库的土工膜，通过冷凝进行灌溉
作物生产	保持农业产量；满足消费者对可用性、质量、季节性和价格的偏好	垂直和水培农业，SynBio 用于弹性作物，基因组编辑用于弹性作物，计算机视觉用于作物成像，无人机用于农药喷洒，物联网拖拉机，气象地球工程
关键材料	确保持续的访问，例如通过作物 / 材料优化 / 效率而不是替代	材料 3D 打印，SynBio，用于生产稀有和关键有机成分，实验室培育的肉类
供应路线中断	以分散和不受监管的方式确保可追溯性	基于区块链的可追溯性
<b>MAKE</b>		
能源和水的利用	确保获得高质量、一致的电力供应；有效地重复使用水和跨过程	小型模块化核反应堆、渗透动力膜、MABR、智能水过滤装置、闭路反渗透、通过无人机进行热成像以识别泄漏、卫星漏水检测、纳米技术密封胶
提高生产率	大幅改变制造流程，提高生产率，同时限制对气候变化的脆弱性	数字孪生用于提高生产力、近净形状和支持技术、支持 ML 的预测性维护
工作条件	改善员工的工作条件；保持业务连续性	先进的热舒适系统（智能暖通空调系统、仓库温度监控）、先进的辐射冷却
<b>保护</b>		
检测和警报	预测气象灾害，实时调整	先进的预警系统，使用 GNN 进行实时预测
屏蔽	保护资产免受气候变化的影响	可引发水闸系统、礁石球、高级聚合物和复合材料、高级涂料
弹性设计	通过设计提高建筑物和场地的弹性	形状记忆合金，透水路面
补救	以可负担的保费为资产针对气候事件提供保险，快速恢复因气候危害而损失的能力	参数保险，DR 的卫星连接，在困难条件下进行紧急维修的机器人 / 无人机，巨灾债券，可再生能源供电的移动设备
搬迁	支持将工业资产搬迁到不那么脆弱的地方	GIS
<b>SELL</b>		
新产品和服务	实现激进的创新路径；提供在线定制选项；加速原型设计和产品开发	支持 AI 的新产品概念生成设计
销售渠道	允许直接销售以支持初创企业风格的快速创新；加强品牌与受众联系的营销策略	用于产品选择和定制的 AR，用于可视化适应性需求的沉浸式销售体验的 VR，基于区块链的数字钱包，用于气候紧急情况下的商业，支持金融技术的订阅模型，用于交付的自动驾驶汽车

来源：Arthur D. Little

技术概况示例

在公共区块链上进行供应链验证以实现可追溯性



来源：Arthur D. Little

为什么需要它？

随着极端天气事件导致的航线中断越来越多，企业希望使其供应链更加可信和透明。公共区块链可以用于验证资产位置日志、移动和交易的解决方案。消费者还要求可见性以做出明智的购买决策（例如 Procédre、道德采购、保护工人、遵守法规）。

它是如何工作的？

通过将区块链支持的供应链验证集成到现有的 ERP 和产品生命周期管理系统中，企业可以跟踪材料流动并实时监控社会和环境数据。数据被安全地记录在公共区块链上，这使得它几乎不受篡改和增强信任的影响。在产品最终阶段，消费者可以轻松扫描 NFC 标签或 QR 码，以访问其旅程的全面记录，包括为其创建和确认做出贡献的工匠。使用物联网，该技术还展示了产品的环境足迹（水的使用，碳排放，运输）。

影响是什么？

一个生态系统，实时捕获产品从摇篮到坟墓的供应链，激励供应链的所有成员更加透明。

野生绿色西部

- 预防 / 响应供应链  
具有增强的资产可见性和控制的中断

数字孪生平台



- 技术成熟度等级：介质
- 潜在影响：高
- 发展速度：介质



来源：Arthur D. Little

为什么需要它？

气候变化正在导致关键资源的稀缺，导致越来越需要实现更可持续和有效的设计，以减少浪费和资源消耗并提高能源效率。

它是如何工作的？

数字孪生技术通过创建物理对象或系统的虚拟副本（例如 Procédre、工厂、建筑物和产品）。它通过传感器双向连接，以传输来自现实世界的的数据，与 AI 和高级算法一起，然后将数据结构化为虚拟模型，可用于仿真、分析和实时监控，提供有价值的见解，可用于自动优化性能，减少浪费等。（阅读更多关于数字孪生。）

影响是什么？

数字孪生正在帮助企业分析、优化和减少能源消耗，管理废物数据，实现主动维护，并评估应对气候风险的能力。覆盖整个供应链和制造链的未来发展可以显著提高业务弹性。

野生绿色西部

- 创建物理的数字副本  
预先模拟和预测的系统

农业参数保险



- 技术成熟度等级：介质
- 潜在影响：高
- 发展速度：快速



来源：Arthur D. Little

为什么需要它？

气候变化对全球农业构成重大挑战，亚洲和非洲农民尤其脆弱。从不稳定的天气模式到洪水，干旱和风暴等严重事件，农民在维护生计方面面临多重挑战。

它是如何工作的？

传统的保险模式往往不足以充分解决农民面临的独特风险。高昂的运营成本（部分原因是评估损害的农场性质）通常会导致无法负担的保费和冗长的索赔评估程序。参数保险模型提供了一种替代方法，可以根据预定义的触发因素（如降雨量或风速）提供快速支付，从而无需进行耗时的索赔评估。

影响是什么？

通过提供快速支付，参数保险可以帮助农民从与天气相关的损失中恢复过来，并投资于有弹性的耕作方式。它有可能成为增加融资渠道的催化剂，并可能成为农作物贷款的风险分析工具，并使小规模农民部门对金融机构更具吸引力。

野生绿色西部

- 以负担得起的保费为气候事件的资产投保

## 亚洲农民面临的挑战

亚洲人口占世界人口的很大一部分，高度依赖农业来实现粮食安全和经济稳定。然而，气候变化对这一重要部门构成了巨大的威胁。根据亚洲开发银行 (ADB) 的数据，该地区尤其脆弱，极端天气事件的频率和强度都在上升。<sup>1</sup>例如，在东南亚，农业雇用了很大一部分劳动力，不断变化的降水模式和上升的温度正在破坏传统的农业实践。IPCC 警告说，到 2050 年，东南

亚洲的农业产量可能会下降多达 30%，加剧该地区的粮食不安全状况。<sup>2</sup>除了产量损失，气候变化还放大了农民的金融风险。根据粮食和农业组织 (FAO)，在过去的 30 年中，估计

由于灾害事件，价值 3.8 万亿美元的农作物和畜牧业生产损失了，相当于每年平均损失 1,230 亿美元。<sup>3</sup>

### 参数保险：

#### 农民的生命线

传统的保险模式往往无法充分解决农民面临的独特风险。高昂的运营成本 (部分原因是评估损害的农场性质) 往往导致负担不起的保险费率 and 冗长的索赔评估过程。

参数保险模型提供了一种替代方法，可以根据预定义的触发因素 (例如降雨水平或风速) 提供快速支付，从而无需进行耗时的索赔评估。这种创新的保险机制为亚洲农民带来了巨大的希望。<sup>4</sup>通过提供快速支付，参数保险可以帮助农民从与天气相关的损失中恢复过来，并投资于有弹性的农业实践。

参数保险有可能成为增加亚洲农民获得融资的催化剂。它可以作为作物贷款的风险降低工具，并使小规模农民群体对金融机构更具吸引力。

### 示例：采用 Agtuali 参数保险

农业保险技术公司 Agtuali 设计了一个数据平台，简化了参数保险的设计，分配和管理，从而使世界各地的小规模农民都可以使用。

该平台集成了天气数据，卫星图像和 ML 算法，以准确评估气候风险

并定制保险产品以满足农民的需求。这种数据驱动的方法提高了风险评估的准确性，并促进了精算师的更快设计过程，从而缩短了上市时间。这种方法还可以与投入提供商 (种子，化肥) 和金融机构 (银行和小额金融机构) 建立重要的伙伴关系关键分销合作伙伴。这些合作伙伴关系降低了分销成本，并最终为农民提供了更实惠的产品。自 2022 年推出以来，Agtuali 平台已用于设计产品，保护了印度、赞比亚、坦桑尼亚和苏丹等国家的近 50,000 名农民。

*Vikram Sarbajna 是 Agtuali BV 的创始人兼首席执行官，Agtuali BV 是一家荷兰保险技术公司，致力于为全球小规模农民提供负担得起的风险保险。此前，Sarbajna 先生曾在一家领先的食物和农业银行 Rabobank 工作。他拥有代尔夫特理工大学计算机科学硕士学位。*

1 “气候变化的影响严重阻碍了可持续发展目标，亚行-联合国报告说。”亚行，2024 年 2 月 20 日。

2 Parry, M. L., et al. (eds.). "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Governmental Panel on Climate Change." Cambridge University Press, 2007.

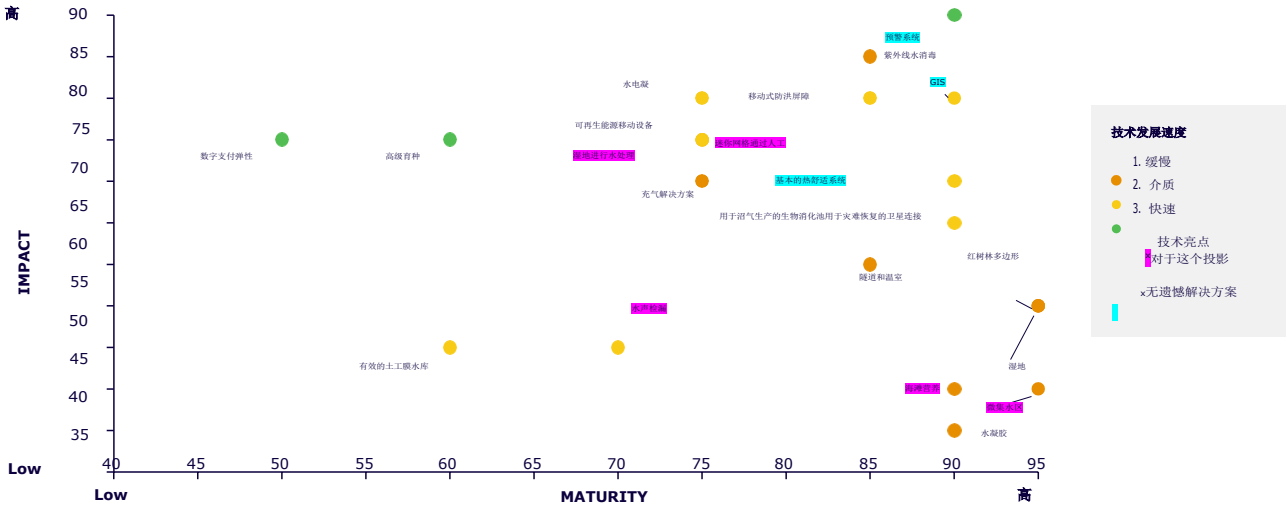
3 “灾害对农业和粮食安全的影响。”粮农组织，2023 年。

4 “农业指数保险如何促进发展中国家的风险管理和弹性。”加州大学戴维斯分校资助了市场、风险和弹性未来创新实验室 (MRR)，2024 年 5 月访问。

### 不要抬头看

在“不要抬头”预测中（其特点是适应资金有限，没有消费者行为转变），技术发展受到限制，专注于廉价的应对方式并适应（见图 10）。

图 10 - 不要抬头：技术成熟度，今天的影响和发展速度



UV = 紫外线  
注：技术可能适用于几种情况，一些已经成熟的技术显示出低发展率来源：Arthur D. Little，WIPO

## 功能期望和技术

表 6 显示了对适应和潜在技术的功能期望，以在“不查找”预测中的源 / 制造 / 保护 / 销售类别中交付需求。

表 6 - 不要查找功能期望和技术

区域	功能预期	技术
<b>消息来源</b>		
水资源短缺	提供经济实惠的水保存和处理选择	滴灌，用于水过滤的人工湿地，用于高效水库的土工膜
作物生产	限制气候对作物的影响	先进的育种，水凝胶，多隧道和温室，充气解决方案，以保护果树免受冰雹，热和霜冻
供应路线中断	管理供应链延迟和中断	用于商品基本可追溯性的 RFID / 条形码
<b>MAKE</b>		
能源和水的利用	低成本、当地努力适应不可靠的能源供应；通过节约和再利用水来减少水浪费	微型网格，沼气生产物消化器，紫外线水消毒，水电凝，声学水漏检测
提高生产率	提高生产率；保持制造业运转	协作机器人（实现生产力，但实现双重目的与适应）
工作条件	通过基本和 / 或局部热调节限制生产计划的中断	基本的分散式热舒适系统 (A / C 客舱)
<b>保护</b>		
检测和警报	预测当地气象影响	高级警告系统
屏蔽	通过临时和 / 或低成本解决方案限制对资产和货物的损害	充气解决方案，以保持货物干燥或保护区域，临时和移动防洪墙屏障，红树林，湿地
补救	有效且廉价地修复 / 恢复因气候危害而损失的生产能力	可再生能源供电的移动单元，用于灾难恢复的卫星连接，沿海侵蚀后的海滩营养
搬迁	促进将关键流程转移到更有利的气候	GIS
<b>SELL</b>		
销售渠道	在配送路线压力的情况下降低成本，同时保持便利性	在气候灾害中进行交易的数字支付

来源：Arthur D. Little

## 技术概况示例

### 雨水保护和灌溉



- **技术成熟度等级:** 中 / 高
- **潜在影响:** 中 / 高
- **发展速度:** 介质



公司  
Naireeta x  
服务



资料来源: Arthur D. Little, WIPO, 国际水管理研究所 (IWMI)

#### 为什么需要它?

随着气候变化加剧水资源短缺, 低成本和易于扩展的解决方案可以彻底改变农业中的水管理做法, 并确保贫困和脆弱地区的生计。

#### 它是如何工作的?

一种简单的雨水渗透和储存技术, 其中包含一个地下单元过滤, 注入和储存多余的农场或雨水。单元顶部包括一个水泥坑, 安装在有轻微倾斜的土地上。连接到水泥坑的是一根下降到 100 m 深度的管道, 允许将水存储在粗砂土层中, 然后在旱季泵送灌溉。

#### 影响是什么?

雨水保护系统有助于防止作物在季风期间淹水, 每年节省/收集超过 2 亿公升, 使印度, 孟加拉国, 越南, 卢旺达和加纳的 15,000 名农民受益, 并有助于农业生产力提高 30% 以上, 农业收入增加 22%。

#### 不要抬头看

- 实施基本的局部保水解决方案

### 迷你网络



- **技术成熟度等级:** 高
- **潜在影响:** 高
- **发展速度:** 介质

公司



来源: Arthur D. Little

#### 为什么需要它?

随着极端天气事件频率和强度的增加, 小型电网有助于确保传统电网基础设施不可靠的偏远或服务不足地区的能源供应。

#### 它是如何工作的?

小型电网由连接到配电基础设施的本地化发电源 (例如, 太阳能电池板, 风力涡轮机) 网络组成, 以向附近的社区或设施输送电力。包括智能电表, 储能系统和电网管理软件在内的先进技术通常被集成以优化能源生产, 分配和消耗。

#### 影响是什么?

迷你电网提供了一个负担得起的, 分散的和有弹性的能源解决方案, 可以独立运行或与大型电网一起运行, 减少了对集中式化石燃料电力的依赖, 即使在极端天气事件中也能维持运行。

#### 不要抬头看

- 实施低成本和分散式能源供应替代方案

### 减少非收入水的声学检漏系统



- **技术成熟度等级:** 中 / 高
- **潜在影响:** 介质
- **发展速度:** 介质

公司



注: 非收入水是指在到达客户之前已经产生并丢失的水来源: Arthur D. Little, WIPO

#### 为什么需要它?

据估计, 大型供水系统中 30% - 40% 的水由于泄漏而损失。由于气候变化, 水资源短缺正在增加, 导致更多极端天气事件, 如干旱和洪水。因此, 保护和保护供水系统中的水变得更加重要。

#### 它是如何工作的?

声学检漏检测通过使用敏感的麦克风或传感器来工作, 这些麦克风或传感器能够监测地下管道中漏水的声音, 以及先进的信号处理算法来滤除背景噪声。然后分析数据以查明泄漏位置, 从而进行有效的维修和节水。

#### 影响是什么?

通过更有效地发现和修复漏水, 声学检漏检测有助于节约用水, 减少浪费, 并确保有足够的清洁水。

#### 不要抬头看

- 以低成本识别能源效率低下
- 减少水浪费和相关成本

## 移动式防洪屏障



- **技术成熟度等级:** 中 / 高
- **潜在影响:** 高
- **发展速度:** 缓慢

公司



来源: Arthur D. Little, WIPO

## 海滩营养容器



- **技术成熟度等级:** 高
- **潜在影响:** 低 / 中
- **发展速度:** 缓慢

公司



注意: Rainbowing 是一个过程, 通过该过程, 疏浚船将从海底声称的沙子以高弧度 (类似于彩虹) 推向特定位置  
来源: Arthur D. Little

## 用于弹性的数字支付应用



公司



- **潜在影响:** 高
- **发展速度:** 快速

来源: Arthur D. Little

### 为什么需要它?

气候变化将加速海平面上升和极端降水事件, 这将增加有资产和基础设施的地区的洪水风险。移动防洪屏障组件比相应的沙袋堤防和更快地部署。

### 它是如何工作的?

移动式防洪屏障是由塑料等材料制成的临时移动式屏障, 可以快速部署以保护重要的基础设施, 商业物业和房屋。设计为独立式, 轻巧且易于操作, 无需工具, 仅利用洪水本身的重力就可以将其固定在适当的位置。

### 影响是什么?

移动防洪屏障允许个人计划和应对低水平洪水, 减少损失和损失。它们提供具有成本效益的解决方案, 更快的响应时间和最小的环境影响, 增强社区应对气候变化和极端天气事件的适应能力。

不要抬头看

- 在极端气候事件期间实施临时低成本解决方案

### 为什么需要它?

海滩营养有助于补充侵蚀海滩上的沙子, 防止风暴潮并保护沿海生态系统和基础设施。

### 它是如何工作的?

挖泥船从海底收集沙子, 并通过浮动和 underwater 管道, 雨淋或通过船底卸载将其沉积。

### 影响是什么?

通过维护健康的海滩并保护沿海社区免受侵蚀和风暴破坏, 海滩营养有助于保护宝贵的沿海资产和景点。这反过来又支持了沿海以及依赖旅游业的当地经济价值。

不要抬头看

- 快速, 有效和廉价地恢复损害

### 为什么需要它?

在自然灾害之后, 传统的银行服务或运输网络可能会中断。数字支付技术可以通过提供可靠的转移资金手段来增强社区和企业的弹性, 即使在物理基础设施受损或在这种情况下有限的流动性或减少由于流行病造成的身体接触。

### 它是如何工作的?

在灾难事件期间和之后, 移动钱包可用于支付受影响的工作人员和响应人员。由于进行物理识别验证的机会有限, 可以通过机构间协调创建唯一的识别号, 为用户提供对数字钱包和资金的访问。支付卡可以在以后发行, 并与数字钱包集成。

### 影响是什么?

在埃博拉危机期间, 数字化将付款时间从一个多月减少到不到一周, 通过使用 MoMo 和 Africell 提供的基础设施等应用程序, 结束了响应人员与付款相关的罢工。消除了双重付款, 与付款相关的身份欺诈和减少了成本节省与实物现金运输和安全相关的成本。

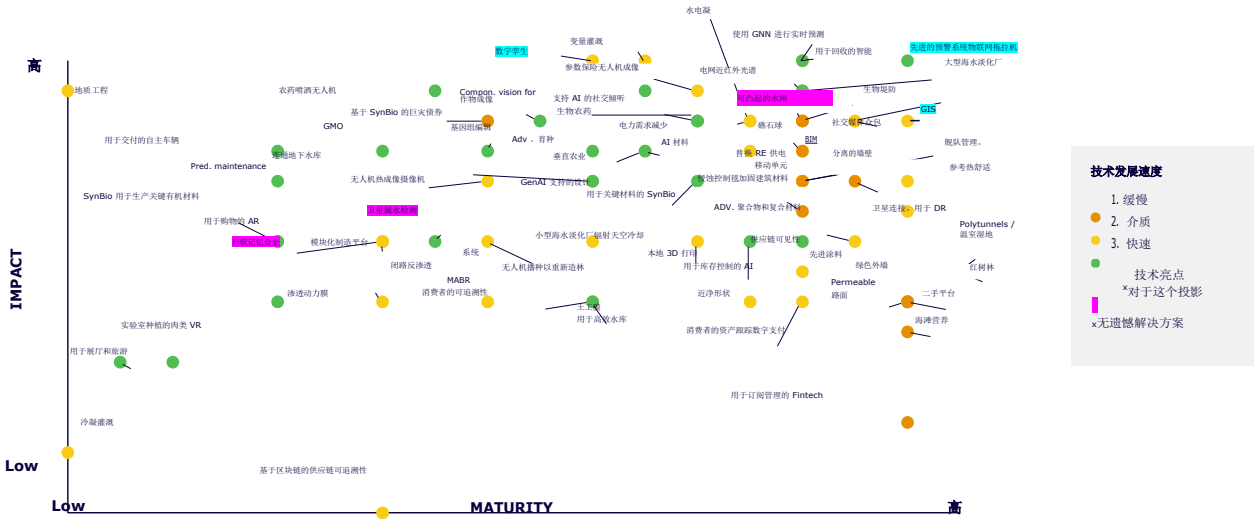
不要抬头看

- 在物理联系和移动性受限时启用事务

### 自适应浪潮

The Adaptation Surge projection — with strong competitive pressure, strong regulation, enough financing, and massive customer behavior shift — sees most adaptation technologies blowwards, particularly those that requires investment and the coordination of stakeholders.

图 11 - 适应激增：技术成熟度，今天的影响和发展速度



注：技术可能适用于几种情况：一些已经成熟的技术显示出低发展率来源：Arthur D. Little，WIPO

## 功能期望和技术

Table 7 shows functional expectations for adaptation and potential technologies to deliver on requirements across the source / make / protect / sell categories in the Adaptation Surge projection.

表 7 - 适应性浪涌功能期望和技术

区域	功能预期	技术
<b>消息来源</b>		
<b>水资源短缺</b>	实现当地供水的长期复原力；最大限度地提高农业用水的效率	连接的地下水库，用于高效水库的土工膜，全尺寸和小型海水淡化厂，可变速率灌溉，冷灌溉
<b>作物生产</b>	以可持续的方式在气候变化中确保作物的质量、产量和可用性	垂直和水培农业，通过 SynBio 进行转基因，基因组编辑，高级育种，用于作物健康监测的无人机，用于图像分析的计算机视觉
<b>关键材料</b>	增加替代材料和再生材料的使用，以响应客户需求和监管压力，以减少浪费	用于回收的近红外光谱，用于生产或关键有机材料的 SynBio，实验室培育的肉类，人工智能材料替代研究
<b>供应路线中断</b>	确保整个供应链的可追溯性和透明度；使生产更接近市场	物联网资产跟踪和供应链可见性、基于区块链的供应链可追溯性、用于库存控制的 AI、用于更高效路线的车队管理、本地 3D 打印
<b>MAKE</b>		
<b>能源和水的利用</b>	确保能源供应和水供应；在长期短缺和干旱期间减少对传统能源的依赖；识别和减少低效率	智能电网，智能功率脱落系统，渗透功率膜，膜曝气生物膜反应器，闭路反渗透，水电凝，用于泄漏和功能障碍识别的无人机热成像，卫星漏水检测
<b>提高生产率</b>	标准化和加快制造流程；预测停机时间；实施精益制造	用于复杂系统建模和生产率提高的数字孪生体、近净形状流程和支持技术、基于物联网和 AI 增强的预测性维护、用于修复的模块化制造平台以及二手产品和商品
<b>工作条件</b>	确保高生产率，同时满足工作时间规定和增加热浪；监测生命体征和环境条件	辐射天空冷却系统，先进的热舒适系统
<b>保护</b>		
<b>检测和警报</b>	预测灾害和对暴露区域的影响	先进的预警系统，使用 GNN 进行实时预测
<b>屏蔽</b>	土木工程减少社区 / 工业中心对气候变化的脆弱性	基于自然的解决方案：红树林，湿地，生物堤防；无人机播种造林；珊瑚礁球；可升高的水闸；侵蚀毯；先进的聚合物和复合材料；先进的涂料
<b>弹性设计</b>	先进的弹性设计，以减少资产和建筑物的脆弱性	带适应特性的 BIM，形状记忆合金
<b>补救</b>	加强灾难恢复规划以确保业务连续性，最大限度地减少停机时间	参数保险（包括基于指数的保险）、巨灾债券、可再生能源移动设备、灾难恢复的卫星连接、海滩营养
<b>搬迁</b>	通过对脆弱 / “安全” 区域的风险评估提供支持	GIS
<b>SELL</b>		
<b>新产品和服务</b>	预测未来消费趋势；通过开发与当前系列相邻的产品来增加市场领导者的投资组合	支持 AI 的社会倾听消费趋势，支持 AI 的生成设计，以快速开发相邻的产品概念
<b>新用途和购买模式</b>	使产品可再利用 / 更容易修复和开发循环经济平台，包括默认的可回收或生物来源的材料；提供可持续的消费方式	支持二手市场的平台技术，用于订阅管理的金融科技，用于产品定制和预订的 AR
<b>销售渠道</b>	促进更多的本地 / 非正式零售网络；支持从农场到餐桌的商业模式；重新定位交付网络；通过适应叙事更好地与客户联系；允许与客户在线互动的新模式	先进的可生物降解包装，用于展厅和参观的 VR，面向最终客户的数字可追溯性，用于交付的自动驾驶汽车，面向消费者的资产跟踪

来源：Arthur D. Little

## 技术概况示例

### 基于卫星的泄漏检测系统



- **技术成熟度等级:** 介质
- **潜在影响:** 介质
- **发展速度:** 快速

公司



SAR = 合成孔径雷达

资料来源: Arthur D. Little, WIPO, 智能能源国际

#### 为什么需要它?

随着气候变化增加水资源短缺, 保护和保护供水系统中的水变得越来越重要。对于覆盖大规模区域的企业来说, 与用于小规模区域的声学泄漏检测相比, 基于卫星的泄漏检测系统是一个很好的解决方案。

#### 它是如何工作的?

卫星使用 SAR 传感器捕获原始图像。当传感器检测到与土壤混合的水时, 传感器发出不同反应的信号。然后分析和过滤来自卫星的数据。每个潜在泄漏的位置都覆盖在地理地图上, 允许识别区域。卫星可以检测到地表以下 3 米的泄漏。

#### 影响是什么?

通过提供大规模监测, 基于卫星的泄漏检测系统能够早期识别漏水, 减少水浪费。这些系统改善了资源管理, 节省了人工检查成本, 并最大限度地减少了基础设施损坏。据报道, 市政供水网络的泄漏减少了 38%。

#### 适应举措

- 通过复杂的系统识别和减少水的低效率

### 形状记忆合金 (SMA)



- **技术成熟度等级:** Low
- **潜在影响:** 介质
- **发展速度:** 介质

公司



来源: Arthur D. Little

#### 为什么需要它?

气候变化正在引发自然灾害 (例如, 地震事件, 热浪) 的频率增加, 这些自然灾害可能会严重损害基础设施。SMA 可以通过将自我修复能力集成到基础设施和热舒适温度中来帮助增强结构弹性和适应性, 通过动态调整建筑物的配置来响应温度变化。

#### 它是如何工作的?

SMA 利用一种称为“形状记忆效应”的现象, 当它受到温度变化时可以发生可逆变形。在低于转变温度的温度下 (马氏体形式), SMA 可以变形。当加热到高于此温度时, SMA 可以恢复到其原始形状, “记住”其初始 (奥氏体) 形式。

#### 影响是什么?

SMA 提供了一种材料驱动的设计方法, 有助于可持续建筑实践, 并减少气候所需的能源消耗。SMA 的例子包括镍钛、铜铝镍和铁锰硅。

#### 适应举措

- 通过先进的设计提高资产和建筑物的弹性

### 可凸起的水闸



- **技术成熟度等级:** 高
- **潜在影响:** 高
- **发展速度:** 缓慢

公司



来源: Arthur D. Little

#### 为什么需要它?

可引发的水闸提供了一种方法, 可以保护沿海地区免受海平面上升和极端天气事件造成的洪水。随着海平面的不断上升, 沿海地区越来越容易遭受洪水的影响, 洪水可能对基础设施和社区造成重大损害。

#### 它是如何工作的?

有不同类型的水闸, 其中一些直接在海中提供屏障, 防止水在涨潮或风暴潮期间进入沿海地区。水闸设计为根据需要升高和降低, 在安全的情况下允许水流动, 并在必要时提供屏障。水闸可手动或自动操作, 视情况而定。在设计上。

#### 影响是什么?

可引发的水闸保护基础设施和社区免受破坏, 降低气候变化影响的经济和社会成本, 并提高沿海地区的抵御能力。

#### 适应举措

- 减少社区的脆弱性与先进的土木工程替代方案的工业中心

## 无遗憾技术

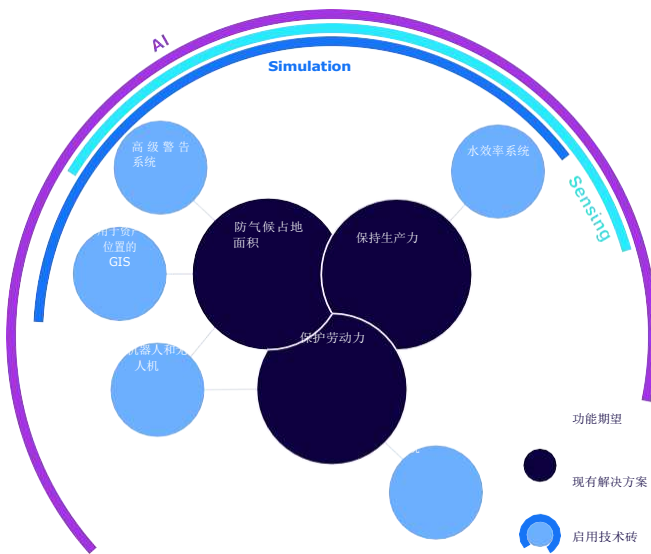
虽然未来的适应预测很难预测，但无论哪个预测通过，一些无悔的举措都适用于各个行业。三个主要的功能期望在预测中反复出现：（1）气候保护您的足迹，（2）保护劳动力，以及（3）保持生产力，包括效率和优化。这些最好通过实施一系列解决方案来解决，这些解决方案本身由通用技术砖和关键功能实现（见图 12）。

### 功能期望

如前所述，三个主要的功能预期在预测中反复出现：

- 1. 气候防护-** 涉及最大限度地减少对整个价值链运营的影响，保护资产，同时保护关键供应商和路线 (与保护相关和来源挑战)。
- 2. 保护劳动力-** 几乎总是涉及保护员工免受未来热浪的影响（很少受到寒冷的影响）  
通过控制工作环境中的温度或通过机器人化任务。更广泛地说，它还包括确保体面的工作条件，专业知识和时间表，尽管温度和风险不断上升（与制造挑战相关）。
- 3. 保持生产力-** 通常取决于两个关键资源：电力和水。两者都必须有效使用。而替代能源和分配创新可能有助于维持电力供应，缺乏淡水是很难补救的，因此水效率系统的关键性质。土壤健康也是保持农业食品生产力的关键。

图 12 - 无遗憾功能、解决方案和启用技术



来源：Arthur D. Little

## 能力

满足这些功能期望需要企业开发必要的基础能力来支持气候适应：

- **数据科学。**深度学习专业知识对于准确预测当地气候现象并量化其影响。
- **为稀缺而设计。**因为技术本身很少足以解决适应挑战，所以设计能力资源受限环境中的解决方案是关键（例如，重新设计建筑物内的气流）。
- **灵活的风险评估。**气候适应的风险评估涉及重大的不确定性，因此风险评估方法的灵活性，包括对动态感知和响应方法的关注。数据科学和人工智能专业知识也高度相关。
- **当地伙伴关系。**应对气候影响需要适合当地环境的解决方案，通常最好由当地供应商提供。在当地确定合作伙伴和合同的能力是有效、及时和负担得起的响应的关键。

## 启用技术砖

传感技术、数字孪生模拟和深度学习都是实现无遗憾解决方案的关键技术模块：

- **传感技术**,包括物联网和遥感，允许用于关键指标的精确和粒度测量（例如，用于高级预警系统的湿度，压力或烟雾，用于水效率的泄漏和水压）
- **IoT**
  - **技术。**传感器在超局部尺度上收集数据，包括湿度、温度、振动以及暴露于光和风，提供了低能量连接协议（包括远程 [LoRa]）和 5G 的增长使物联网越来越有吸引力。
  - **成熟度**（TRL 9 - 在操作环境中经过验证的系统）。实现精准农业的数据收集，包括精准灌溉，监控配水系统中的泄漏以及后续工厂中机器的地质风险。还可以通过监控农业，制造和物流中的资源支出来提高生产率。
  - **未来的发展。**最小侵入式传感器完全适合特定用途（例如葡萄园）的数据需求；负担得起的国际连接。

## 气候适应风险评估涉及重大不确定性。

## 传统的基于物理的模型被证明是缓慢且计算密集的

。

- **遥感**
  - **技术。**LiDAR 是一种用于检测远处物体并通过分析从物体反射到接收器的脉冲激光来确定它们的位置、速度或其他特性的方法。
  - **成熟度**（TRL 9 - 在操作环境中经过验证的系统）。LiDAR 系统特别有助于创建实时，高分辨率的 3D 地图或点本地环境云，具有多种气候适应应用程序，包括森林监测和防火，农业海拔和暴露调查，或建筑工地数字孪生的产生。
  - **未来的发展。**随着固态 LiDAR 和 MEMS LiDAR 等新迭代的发展，预计成本会更低，分辨率会更高，范围也会更长。
- **数字孪生**通过以下方式启用大范围的仿真实例总结和可视化 (例如，评估气候对当地的影响，以帮助资产本地化，建模完整的工业系统来校准所需的资源量，或预测风暴的可能路径)<sup>22</sup>
  - **技术。**数字孪生是 360 度虚拟模型，代表端到端的现实世界工业系统，包括公司外部的变量。
  - **成熟度**（TRL 8 - 系统完整且合格）。启用供应链优化和公司范围内的适应风险模拟。还可以提高生产率和减轻非气候风险。
  - **未来的发展。**GenAI 和计算能力的进步将允许系统在现有的基础上模拟更多可能的未来。
- **深度学习**(特别是 GNN) 在气象预测中实现了广泛的应用 (例如，实时预测)、机器人 (例如无人机群)，以及更广泛的优化问题 (包括资源效率)
  - **技术。**传统的基于物理的模型，解决了潜在的气象现象的方程，被证明是缓慢和计算密集。多层 ML 模型用于增强这些模型，特别是通过纠正物理模型中已识别的偏差（例如，风暴倾向于移动的方向）。与传统方法相比，一些 GNN，例如 Google GraphCast，拥有 90 % 的预测准确性。
  - **成熟度**（TRL 9 用于 DNN 增强，TRL 6 用于完全 AI 支持的预测）。实现实时预测，区域预测本地化以及物理模型偏差校正。
  - **未来的发展。**不断提高的计算能力和 AI 生成的训练数据集有望提高性能。

## 无遗憾适应解决方案

无悔的适应解决方案已经是现成的，成熟的，或者快速成熟的，并且可能会被广泛实施。在许多潜在的候选技术中，我们重点介绍了先进的预警系统，用于资产位置的 GIS，热舒适系统，机器人和无人机以及水效率系统，尤其重要：

### 先进的预警系统

- **复杂的气候模型**，偶尔由神经网络增强，以识别模式和趋势并预测未来事件
- **实时监控**天气条件，如温度，降水和风速，以提供最新的有关潜在天气危害的信息（例如，通过 IoT 传感器）
- **沟通和外联**努力告知公众和相关利益攸关方

### 用于资产位置的 GIS

- **气候风险和地形评估**，提供通过分析气候危害来识别低风险区域的能力，高程和地形数据
- **基础设施和土地利用分析**，评估基础设施脆弱性和土地利用模式
- **综合资源管理**(例如，沿海地区综合管理，流域管理)
- **接近度和人口统计学见解**，资源访问、交通网络和当地社区影响
- **热舒适系统场景建模和预测**
- **为最佳温度设计建筑物**，包括在先进材料的辅助下暴露于光线和气流中（例如，隔离和反射表面）
- **重新设计加热过程**，例如使用电力
- **冷却系统**,包括空调、冷 / 热泵和冷却水库，如果节能和基于可再生能源来源
- **基于自然的解决方案**，例如市中心的树木，以避免热岛，绿色的墙壁等

“我们现在对我们的绿地和棕地开发进行更深入的气候风险分析。

研究与创新主管，  
食品和饮料集团

“我们有 AC 客舱或 AC 车间，但我们也在考虑调整我们的运营时间和自动化该过程的新部分。解决方案将根据集团共享的“良好实践”在当地决定。”

Pascal Eveillard，圣戈班可持续业务发展总监

“我相信农业和植树造林中的无人机将是绝对巨大的。”

**Henri Seydoux**， 鸚鵡首席执行官

“在我们 2030 年可持续发展计划的背景下，我们已经改变了我们的流程，以使用更浓缩的水解决方案，我们还以 MVR 等耗水量较少的技术为例，特别是，我们正在寻求重复使用纯净水，包括用于冷却机器。”

**Virginie Dubois**， Roquette 研发执行副总裁

## 机器人和无人机

- 无人机为**航空成像和数据收集**
- 无人机和自动船舶（AMV）执行大规模**农业任务**，包括播种森林和红树林或分发杀虫剂
- 无人机和 AMV 执行**维护**难以到达的资产或处于危险的气候条件下
- 自动化 / 自动化多个制造任务，以**防止工人暴露**热和其他气候引起的危害

## 水效率系统

- 闭环和半闭环**水循环系统**
- 基于反渗透**过滤系统**，特别是用于使水适合植物内的新用途（例如，来自试剂冷却），尽管能源密集型，需要很高的维护，并产生废物，但仍然是最有效的工业水清洁方法
- **基于自然的解决方案**，如用于饮用水过滤的湿地

## 能力

为了支持上述内容，企业将需要开发或访问一些关键的基础功能，包括：

- **数据科学**。深度学习专业知识对于准确预测当地气候现象并量化其影响。
- **为稀缺而设计**。因为技术本身很少足以解决适应挑战，所以设计能力资源受限环境中的解决方案是关键（例如，重新设计建筑物内的气流）。
- **灵活的风险评估**。气候适应的风险评估涉及重大的不确定性，因此风险评估方法的灵活性，包括对动态感知和响应方法的关注。数据科学和人工智能专业知识也高度相关。

- **当地伙伴关系。**应对气候影响需要针对当地环境量身定制的解决方案，并且通常是最佳解决方案。由当地供应商提供。在当地确定合作伙伴和合同的能力是有效、及时和负担得起的响应的关键。
- **了解复杂系统。**复杂系统是由许多相互作用的单元组成的系统，显示出紧急的属性。无法从单个隔离组件的属性方面理解的属性。归根结底，气候是一个复杂的系统，对其在地方一级的影响进行建模对于细微差别和有效的适应战略至关重要。事实证明，神经网络在大型数据点阵列和相当复杂的情况下，可以快速进行模式识别和预测。然而，他们是有限的，因为他们只能从过去中学习，我们只有一个过去可以提供培训，这是不够的。此外，我们寻求建模的未来气候影响并不包含在过去：在每个可能的未来，都可能存在多种蝴蝶效应和不确定性。神经网络需要从大量合理的情况中学习。公司、生态系统的数字孪生。或城市可以与 GenAI 一起使用，以模拟综合训练集所需的多个训练表示。复杂的系统使我们能够理清看似矛盾的目标之间的关系，例如碳中和目标和盈利能力。在我们看来，这也许是我们最有效地解决气候适应问题，这是最基本的能力。

“复杂的系统特别适合解决由于不可预见的事件导致的供应链中断，例如苏伊士运河或巴拿马运河的交通中断。”

**Michel Morvan**，Cosmo Tech 联合创始人兼  
执行主席

LD



# CHAPTER

采取

ACTION

## 5 采取行动

适应的障碍尽管迫切需要适应，而且普遍可用。随着技术的成熟，公司在实施适应计划方面面临相当大的障碍。

总体而言，企业高管缺乏对最佳行动方案的了解被认为是业务适应的主要障碍（见图 13）。专家和高管之间的知识差异是惊人的。高管们还强调当前技术的局限性（53%）和缺乏财政资源（53%）是挑战，而学术专家则强调文化对变革的抵制（61%）。比较学术和商业观点，公司更多地关注适应的外部障碍（例如，Procedre，技术），而专家将内部、人为因素，如缺乏知识、文化和治理视为障碍。专家们还强调，缺乏推动技术进步所需的财务奖励和法规是公司不适应的关键障碍。

## 解决实施障碍

为了解决我们研究中强调的实施障碍，企业需要解决以下四个关键问题。

### 如何预测？

#### 构建假设

决策者应通过创建自己的全球变暖轨迹假设来开始适应过程。IPCC 提供了几种 RCP 轨迹 - 公司应根据自己的情况选择他们希望采用的轨迹，并定期监视他们的选择以确保其保持相关性。

由此，他们应该选择与自己和市场最相关的塑造因素。这可能取决于诸如它们在价值链中的位置等因素（例如Procedre，B2C 参与者直接受到消费者行为变化的影响），市场定位（市场地位较高的参与者更有可能导致适应，而其他人则遵循），其产业足迹和所服务市场的位置以及其行业的具体驱动因素，包括监管的作用和研发的结构。

*"在米其林，我们结合公共和私人行为者采用的各种发展战略制定了自己的变暖轨迹，从而产生了温室气体排放情景，我们将其转换为基于变暖的情景。"*

*关于 IPCC 模型。"*

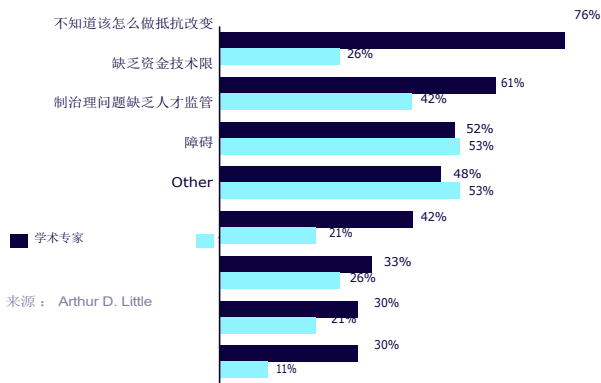
**Gael Queinnec，公司远见和发展专家**  
(米其林前瞻导演)

*"在我的行业中，严格意义上是 B2B，除非我的客户适应，否则消费者行为的转变不会产生很大的影响。"*

先进材料制造商首席技术官

图 13 - 阻碍气候变化适应的障碍

专家：有哪些障碍阻碍了公司在适应方面更快地前进？公司：有哪些障碍阻碍了公司在适应方面更快地前进？



“有适应资金的场景，但在我的行业中，没有监管是不现实的。”

**Isabelle Esser**，达能首席研究与创新、质量与食品安全官

然后，他们需要确定最相关的预测

本报告前面概述的五个因素。一些特定的因素组合可能并不与所有公司一致或相关；相反，一些因素之间的紧张关系可能是其适应和更广泛战略的核心。

#### 评估风险

Once these working hypotheses are in place, organizations should carry out a site - by - site assessment to understand potential risks, both acute and chronic. Analytical tools, such as GIS, can help provide

全面了解潜在风险，以及越来越多的相关免费可用数据。了解这些数据并使用

对于有见地的决策，它需要分析能力，理想情况下应该在内部构建或外包给第三方 (例如Procedre, 保险人)。最关键的操作可能会受益于数字配对，以预测气候影响的发生和严重程度。这里可以采用细粒度方法，只对最关键的机器或车间进行彻底监控。作为间接风险。

很难识别和建模，最好通过涉及供应链功能成员的单独流来解决。

#### 启动试点项目

Impact - quantification tools can first be deployed on a specific, well - bound, and local adaptation problem. For example, ADL worked with the executive committee of a rail operator to create a forward - looking risk capability to better expecting negative is

它专注于特定区域，进行了为期八周的概念验证，以创建一个基于地图的交互式仪表盘，该仪表盘汇集了实时气象和地理数据，以使用人工智能对风险进行建模，然后在 24 到 120 小时的时间范围内提供风险评分。

#### 如何决定？

Currently, adaptation topics are handled by a range of functions across organizations, most commonly within sustainability, R & D, and risk teams, as shown in Figure 14. In the most adaptation - conscious companies (self - rated as the most mature), the

和研发部门都参与其中。然而，大多数情况下，适应议程的部分由不同的职能拥有，造成信息丢失、摩擦和效率低下。

图 14 - 当前适应气候变化的责任



来源：Arthur D. Little

### 创建一个专门的团队

为了确保明确的重点和问责制，我们建议建立一个专门的适应工作组，能够集中：

- 迅速发展的气候科学文化
- 了解公司所有部门的战略和运营影响
- 具备可用技术的知识
- 私人 and 公共适应生态系统的知识
- 拥有适应解决方案帐户实验的能力
- 从适应中建立韧性和抓住机遇 (新产品、服务、渠道) 的方法

我们建议将适应与缓解分开管理，因为这两个目标对顶线的影响和监管的影响在很大程度上不同。然而，我们建议一个涵盖适应和缓解努力的总体治理结构，因为一些投资，如节水系统，为两者服务。适应工作队应提出标准和工具，以衡量其行动的有效性，而不是传统的风险管理效率。

### 理解并克服挑战

围绕适应决策有三个关键挑战，所有这些挑战都需要理解和解决：

1. **调整风险指标。**当出现新类型的风险时，需要考虑新的度量标准 (例如，生产时间损失到热量或更快的资产退化)。还必须重新评估和调整风险阈值，以将气候影响定位为  
core variable, while multi - speed timelines must be considered. For example, risk profiles for specific assets or operations may changes tenear and then suddenly — a change from traditional linear risk profiles.
2. **倾听客户的声音。**传统的倾听客户以揭示他们的偏好的方法可能不适用于适应背景，因为它超出了许多个人和企业的经验和直接理解。要收集有效的客户见解，最好是分析客户行为，以应对预示新常态的事件 (例如Procedre、短缺、流行病、灾难性风暴)；例如，通过使用 NLP 或神经网络增强的社交倾听工具。
3. **全球思维。**Climate - related risk will proporately affect some locations, leading some regional business units to bear the brunt of the adaptation cost and risk and become unproductive or unprofitable. This could bias corporate decision - making, leading to suboptipos  
低成本，脆弱的国家)。因此，需要由适应投资工具支持的全球治理，以正确评估有关总体生产足迹的战略选择。

与气候相关的风险  
将不成比例地影响某些地点。

### 分配优先级

决策者可能需要在不同的适应目标之间优先考虑努力和投资。使用热图方法，例如图 15 中所示的示例 - 涉及可持续性，效率和弹性（SER） - 在这方面通常很有用。

### 如何融资？

动员适应资金需要更新财务指标。这包括对资产损害、生产损失和可能的声誉影响方面的气候风险脆弱性进行定价。不太直观，它也可能涉及复杂的任务

定价正外部性（生产率收益，员工保留率）和适应的潜在市场机会（市场份额收益或新产品市场匹配）。它还需要比大多数公司决策的惯例更长的时间表（> 15 年）。

当公司适应投资影响社区时，可以利用将优惠公共资金与私人资本相结合的混合融资解决方案（例如Procedre，通过基础设施融资，就像新兴市场的情况一样）。混合融资可以使用债券和票据（私募证券或公开发行）等工具。气候复原力和适应融资技术转让基金（CRAFT）是混合融资计划的一个例子，为投资适应解决方案的公司提供技术援助赠款（由优惠支持资助）。它还可能依赖私募股权基金或具有优惠资本结构的基金中的基金等设施。<sup>23</sup>

然而，直到今天，适应性混合金融

仍然胆小，与缓解投资混合时大多蓬勃发展，即使如此，主要是在农业部门。

图 15 - SER 热图：净零碳示例

				SER IMPACT			
				可持续性		效率	复原力
				Environment	Social		
目标	交付计划		影响	Environment	Social	效率	复原力
步骤 1 中确定的高级别目标	实现高级别目标的具体活动			最大限度地减少排放、废物和资源使用	增加社会和经济价值	尽可能充分利用资源	应对和适应威胁和机遇
到 2050 年净零碳	100% 的运输能源来自可再生能源		3	(1)		(4)	(2)
	所有供应商都必须有净零战略		2				(3)
	淘汰旧机车车辆并更换		3			(5)	(6)
	将资本项目中的混凝土使用量减少 30%		5	(1)			(7)
	最繁忙路线的电气化		4				
	停止不必要的商务旅行		1	(1)			
	利用需求响应型运输		5	(1)		(8)	

(1) 净零碳交付计划的特定要素具有明显的强大可持续性优势。  
 (2) 减少组织能源结构的多样性将使组织面临供应问题。  
 (3) 高度规范的采购要求大大降低了供应商的多样性。  
 (4) 减少组织整体能源需求的增量收益。  
 (5) 大量的资源和资本投资来升级车队。

(6) 更现代化的节能车队将降低整体运营风险。  
 (7) 依赖需要专业资源和专业知识的替代施工方法会使组织面临单点故障。  
 (8) 通过消除未充分利用的服务，显著提高运营效率。

来源：Arthur D. Little

## 为如何管理 IP 设定明确的基本规则非常重要。

### 如何构建？

一旦克服了决策障碍并获得了资金，在明确的知识产权制度下，最好与当地合作伙伴一起建立解决方案，并有足够的时间实验。在实践中，这将是一个持续多年的重复过程。

### 建立本地合作伙伴的生态系统

适应问题需要本地解决方案，通常最好由对本地气候问题有深刻了解的本地提供商提供，他们可以快速且经济地在现场运营。这意味着，除了单一的机会主义合作之外，发展合作伙伴的本地生态系统至关重要，需要组织

建立识别和与当地合作伙伴签订合同的能力。

### 精通 IP

为了确保一个运作良好的合作伙伴生态系统来构建创新的适应解决方案，重要的是要制定明确的基本规则

如何管理知识产权。这些应该澄清知识产权识别、所有权、使用和文档的规则。知识产权的清晰度也是吸引资金和支持适应技术转移和扩散的关键。专利数据库是有用的

其中最全面的是 WIPO 的专利文件和欧洲专利局的 Espacenet。

### 实验时间的因素

由于以下三个因素，适应性解决方案通常比其他创新解决方案需要更长的实验时间：

1. **这一进程的长期性质**（例如，再生农业土壤需要时间）。
2. **气候风险的性质**（例如，洪水可能不会每年发生，平均温度升高可能是线性的，但可能需要时间来造成影响）。
3. **利益相关者接受**（例如，许多适应解决方案需要时间来获得接受和吸收，例如改变其农业做法所需的社区）。

因此，适应投资应考虑到试验时间，甚至需要更长期的规划。



# Conclusion

# 线束 适应技术 气候变化

# 结论： 利用技术适应气候 变化

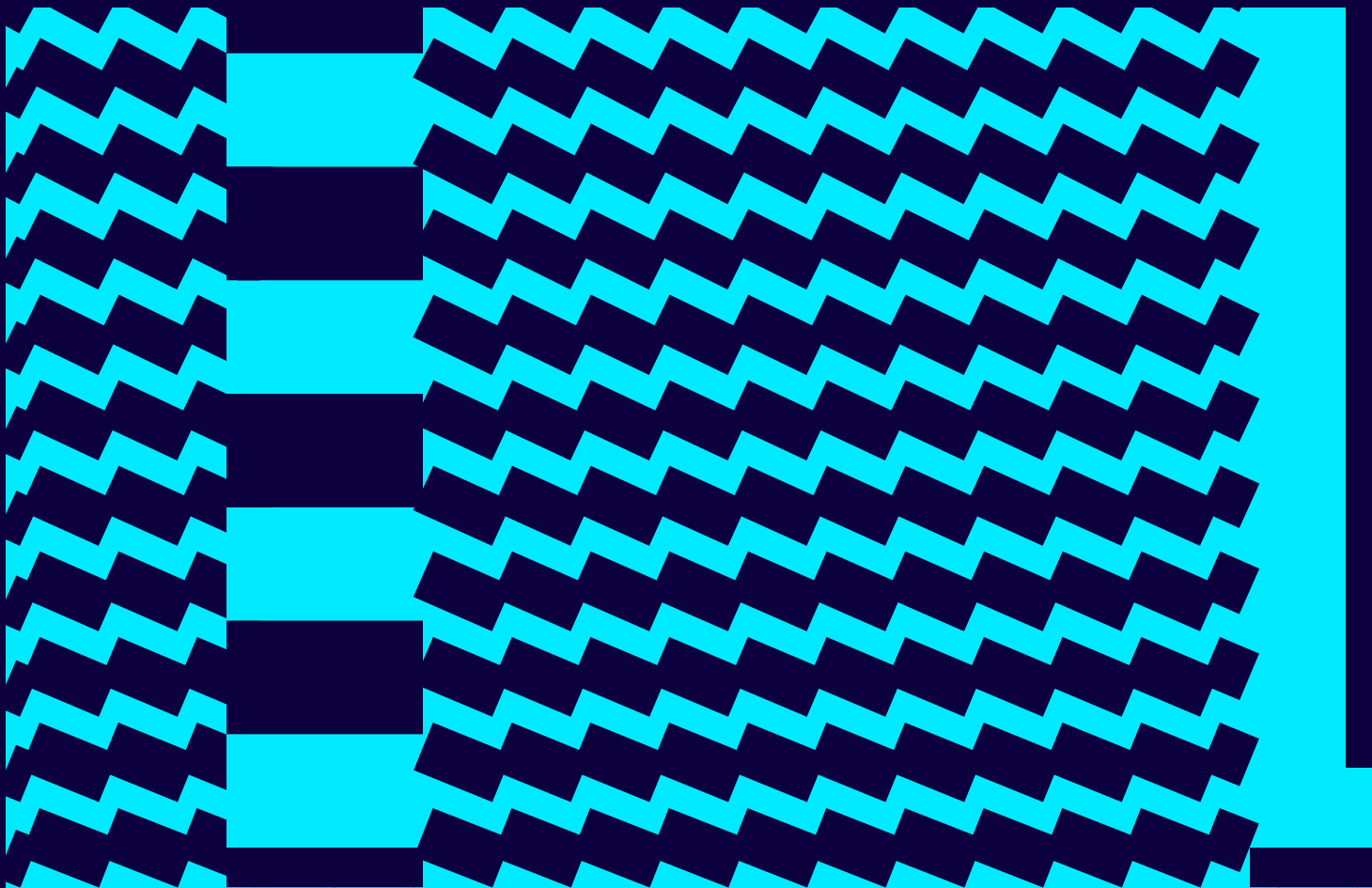
我们的研究重点是利用技术来帮助企业适应气候变化的影响。

通过本研究, 我们得出以下结论:

1. 技术为适应带来的价值不在于尖端性能或突破，而在于**应用现有技术来解决非常具体的和局部问题**在一个可接受的**财务、环境和社会成本**对于所有参与的利益相关者。这指向**以适应为重点低成本设计**作为创新的关键杠杆。
2. 无论考虑的适应未来如何，一些功能预期都会重现，包括**气候保护业务足迹，保护劳动力，并保持生产力**。这些期望通过一些成熟的、现成的技术来实现，这些技术的实施是毫无遗憾的举措，因为它们将在大多数未来被证明是有用的和大范围的行业。这些包括地理信息系统，先进的预警系统，热舒适系统，水回收系统，机器人和无人机。
3. 这些解决方案中的大多数完全或部分由三个主要技术支持：**(1) 用于数据收集的物联网，(2) 用于模拟的增强和虚拟现实，and(3) 人工智能包括计算机视觉和 GNNs**。这三块砖至少具有双重用途，因为它们同时满足适应和生产力的目的（例如，通过释放工业隐喻的好处）- 使它们成为未来竞争优势的明确驱动因素。建立数据科学，灵活的风险评估，复杂系统，在稀缺的背景下进行设计，并与当地建立伙伴关系对于获得这些技术砖的适应利益至关重要。
4. 除了这些常见的解决方案、推动者和功能之外，**没有解决适应挑战的最佳方法**。需要的是对企业生态系统对其运营的影响进行细致入微的考虑，反之亦然，以确定最相关的解决方案。气候变化将成为商业战略和前瞻性规划的日益重要的制约因素。到 2040 年及以后，我们可能已经处于适应战略几乎与业务战略密不可分的情况。
5. **仅靠技术无法解决适应挑战**。正如我们未来的预测所示，适应对策的有效性将是政府、企业、社会和个人如何互动和行为的结果。特别是，消费者是否改变习惯，是否制定法规，是否发展财务机制和释放资金以及大公司是否在适应方面发挥领导作用，都是非常不确定和非常重要的。
6. 适应往往需要本地化解决方案，然而**只关注自身利益，离散结果和“久经考验”的指标将无法应对系统级的全球挑战**并在补救措施比治愈方法差的情况下增加适应不良解决方案的风险。适应的行为容易陷入囚徒困境：推迟昂贵的适应投资并保持竞争优势，还是现在投资并依靠他人互惠互利做同样的事情更好？
7. 走出困境的方式需要一个**政府、当地社区、企业和个人之间的新型合作**结合了地方、国家和全球系统层面的利益和挑战。这种合作非常具有挑战性，并且将涉及痛苦的权衡。然而，变化确实来自必要性。企业将在塑造这个未来并确保“观望”不会导致持久损害方面发挥关键作用。

## 气候变化将成为对业务战略和前瞻性规划的日益重要的制约因素

。



# APPENDIX

# 采取行动 极端加热

本附录由 ADL 合作伙伴气候弹性咨询公司撰写，对极端高温的影响以及如何应对其影响进行了更详细的探讨。

## 附录： 采取行动 在极端的热

在全球范围内，许多研究表明，暴露于极端高温导致的死亡人数比任何其他与气候相关的危害都要多，而且影响正在增加。全球气温上升，主要是由温室气体排放引起的气候变化引起的，正在导致

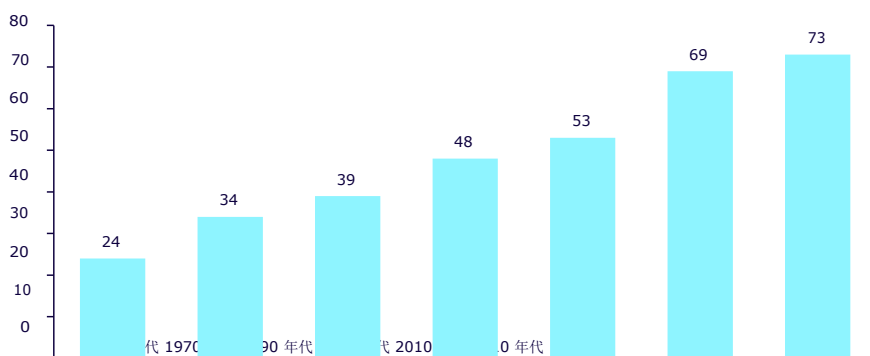
除了对人类健康的影响外，热浪还影响经济和基础设施，并可能加剧其他气候和非气候风险，如干旱和野火。

2023 年是迄今为止有记录以来最热的一年，上升到  $1.5^{\circ}\text{C}$ （高于工业化前的平均水平）。每个大陆都记录了多次热浪，全球超过 80% 的人口经历了至少三倍的气候变化。<sup>24</sup>

极端高温的威胁将继续增加。在印度，到 2030 年，在高影响（RCP 8.5）气候变化情景下，160 - 200 万人可能生活在 5% 的地区经历致命热浪的平均年概率超过健康人的“生存能力阈值”。<sup>25</sup>2023 年，多个城市接近达到  $35^{\circ}\text{C}$ （ $95^{\circ}\text{F}$ ）的“湿球”温度阈值，巴基斯坦和海湾地区的某些地区已经超过了阈值。<sup>26</sup>

图 16 显示，1960 年代至 2020 年代，美国热浪季节的年均长度增加了 200% 以上。

图 16 - 美国 50 个最大大都市地区每年第一次和最后一次热浪日之间的平均天数



来源：气候弹性咨询，EPA

## 很少有地区能够免受极端高温的影响



### 不成比例的脆弱性

极端高温对人类健康和经济的影响是不平等的，取决于脆弱性和暴露程度。最容易受到极端高温影响的地区是低纬度和低收入和中等收入国家，户外工人比例更高。

然而，很少有地区能够免受极端高温的影响，正如欧洲（2003年，2019年和2023年），俄罗斯（2010年）以及最近在2023年美国西南部的致命热浪所证明的那样。

### 曝光

虽然极端高温可能发生在人口最多的地区，但在人口密集和经济活动的城市地区，这种强度加剧。“城市热岛”（UHI）效应由于建筑物和建筑物表面在密集的发达地区吸收和保留热量而放大了环境温度。在建筑高度密集的地区生活和工作的人们经历了更长时间的极端高温暴露。

人们在工作的地方是暴露于极端高温的另一个因素；在无法获得阴凉处和凉爽的环境中工作的身体活跃的人有更多的暴露。对于在没有足够冷却的室内工业设施中工作的人来说，情况也是如此。热暴露也可能发生在工作时间之外。例如，需要在无阴影和炎热的环境中等待或在没有足够冷却的情况下过境的通勤者暴露量增加，居住在没有足够冷却的地方的通勤者也是如此。在通勤和/。

或生活环境增加了整体暴露，因为人体需要时间在24小时内冷却下来。

### 脆弱性

极端高温对个人的影响变化很大，一些群体更加脆弱，包括慢性病患者、老年人和非常年轻的低收入个人、服务不足的人群、独居者、孕妇、在脆弱性高的地区（如大城市地区服务不足、收入较低的人口）和高暴露的地区（如植被覆盖率低的建筑密集地区），人们因极端高温而面临更大的疾病和死亡风险。

## 健康、劳动和运输影响

极端高温使人口面临多种负面结果，影响健康、劳动力、生产力和交通。

### Health

暴露于高温可能会产生严重影响（例如，中暑和热衰竭）。对健康的影响差异很大，生活在投资不足地区的社会弱势群体面临更大的风险。

在极端高温事件中，紧急服务变得捉襟见肘。热浪事件增加了救护车的呼叫，导致所有医疗紧急情况响应时间变慢。这对有潜在健康状况的人和生活中的人影响最大。

在资源已经紧张的服务不足的地区。欧洲城市的研究表明，每增加一摄氏度超过热浪阈值，总死亡率就会增加 2.9% 至 5.5%。<sup>27</sup>

使用空调可以缓解热量带来的健康风险。随着极端高温事件变得越来越普遍，电网网络受到更大的压力，并可能面临停电的风险，这进一步增加了暴露于热量的风险。如果不适应城市和生活环境，仅在美国，与极端高温相关的死亡人数就可能增加六倍以上，到 2050 年，每年超过 59,000 例与高温相关的死亡人数。<sup>28</sup>

### 劳动生产率

极端高温会降低劳动力的生产率。在极端高温下进行体育锻炼更加困难，在 37.5 °C 时，人类的工作能力会降低 22% - 66%，具体取决于湿度。<sup>29</sup>极端高温还通过增加旷工，改变消费者行为和影响运输基础设施来降低生产率。在农业和建筑业等户外工作部门，生产率损失最严重，但在服务业中总体损失最大。<sup>30</sup>例如，即使暴露在高于约 30 °C（85 °F）的温度下，美国工人的工作日平均减少一小时。<sup>31</sup>

众所周知，暴露在 35 °C（95 °F）以上的工作温度下会导致工人工作缓慢并犯更多错误。炎热的日子会增加室外和室内活动中的职业伤害。在美国，极端高温事件平均每年解释约 12 万例职业伤害。如果不适应，这一数字可能增加近四倍，达到约 450,000 / 年。<sup>32</sup>

## 对健康的影响差异很大

。

## 极端高温事件已经对供应链造成了巨大的破坏。

在全球范围内，到 2060 年，考虑到气候变化的影响，极端高温造成的全球经济损失可能高达 GDP 的 4.6%，这些损失归因于健康（37% - 45%），劳动生产率损失（18% - 37%），以及供应链中断造成的间接损失（12% - 43%）。<sup>33</sup>健康和劳动生产率的损失将是最大的

在中南部和西部非洲以及东南亚的中小型发展中国家，供应链中断更为普遍，并将打击美国和中国等制造业密集型国家。

极端高温事件已经对供应链造成了巨大的中断，导致生产和分销的延迟，影响了向客户及时交付商品和服务，并影响了收入来源和整体业务运营。即使是单一的极端高温事件也可能产生全球影响。例如，在中国 2022 年的热浪中，电力短缺和极端高温甚至导致全球重要制造商暂停运营，导致全球供应链中断和延迟。

### 交通运输

极端高温会对交通基础设施造成严重破坏，对公路、铁路和航空旅行构成重大挑战。它可能会导致沥青路面和跑道损坏，车辆过热，轨道弯曲，火灾风险增加以及沿铁路基础设施的架空电缆下垂。此外，热浪会给航空旅行带来压力，因为高温会降低飞机升力，需要重量限制，并可能导致航班取消或延误。这些影响在使用场所尤其深远。

缓和气候，如欧洲，并强调需要适应新材料，技术和实践。

### 复合影响

极端高温会加剧甚至引发其他与气候相关的风险事件。例如，2023 年 6 月加拿大的大规模野火因极端高温和影响美国中西部和东北部大片地区的空气质量而加剧。

在撒哈拉以南非洲等特别脆弱的地区，有一些证据表明，更热的气候条件会加剧严重依赖农业的低收入地区的冲突风险。然而，气候变化对冲突和移民的影响的因果途径极其复杂，取决于情况。

## 复原力机会

在经济和社区中创造韧性是必要的，但这也是一个机会。对于各种规模的全球公司和组织来说，热弹性是创新和帮助社会适应的关键机会。可以实施多种措施来适应极端高温，每种措施都提供了创造新产品，改进现有产品和服务以及在新领域工作的机会。从本质上讲，这些机会分为两类：战略和技术。

## 战略

适应机会多种多样，大多数企业和组织都可以在不同的规模上实施。从商业角度来看，它们可以被视为提高工人生产率、影响消费者支出、改善社区健康和福祉的措施。我们在表 8 中分享了一系列战略机会。

表 8 - 减少极端热影响的战略干预措施示例

干预类型	干预目标	干预示例
以劳动力为中心的干预措施	在工作 and 家庭中改善工人的健康和福祉，减少缺勤并提高生产率	<ul style="list-style-type: none"> <li>有关极端高温安全的工人教育计划</li> <li>极端高温期间的操作政策</li> <li>高温事件期间改变的工作时间</li> <li>热应力监测系统</li> <li>职业要求（例如，补水、遮阳、休息、日落至日落工作时间表）</li> <li>基础设施升级（例如，冷却 / 通风系统）</li> </ul>
	提供信息以帮助保护公众健康和福祉，减少对消费者行为的干扰	<ul style="list-style-type: none"> <li>信息宣传运动</li> <li>通过企业社会责任支持政府举措（如制冷中心、绿色基础设施、空调、社会服务）</li> </ul>
	确保工作场所、住房和基础设施标准得到改善，坚持保护工人和居民；更大的公共福祉导致消费者支出增加	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府机构 / 私营部门就劳动力，学校体育，公共交通等的热适应法规进行合作。</li> <li>符合并超过法规要求的组织级气候复原力政策</li> <li>家庭公用事业补贴</li> </ul>
	通过设计和建造有弹性的、热适应的基础设施，为城市 / 社区的复原力做出贡献	<ul style="list-style-type: none"> <li>在设计实践中正式考虑热弹性（例如，包括更多的绿色空间，水景，公共空间饮用水，遮阳结构，反光材料）</li> <li>通过社会服务中介机构使用弹性专家和社区参与，以确保设计满足需求</li> </ul>

来源：气候弹性咨询

## 技术

The need to change and / or improve existing products and services to better protect workers and communities from extreme heat presents technology - focused opportunities. While heat - adaptation measures like air - conditioning have been available for some

随着时间的推移，他们需要改革和加强，使他们更有效、更节能，社区更容易获得 (即更实惠)

企业，特别是能源、建筑和电气行业的企业，可以在提供这些解决方案方面发挥巨大的作用，为成功创新的人带来营业额和收入收益。表 9 提供了私营部门创新可以受益于热弹性的例子。

## Conclusion

极端高温会增加发病率和死亡率，降低生产率，并扰乱全球供应链。然而，公司可以采取许多行动来减轻和适应这些影响。现在采取行动的公司将面临更低的中断，并在全球气温上升的情况下创造新的机会。极端的热量缓解和适应可以带来有利于社会和品牌形象的创新，并且应该如此。

由前瞻性风险、创新和财务人员优先考虑。

表 9 - 减少极端热影响的示例技术干预措施

干预类型	干预目标	干预示例
建筑物冷却	开发更有效，高效和易于访问的建筑物冷却技术，以保护工人和居民免受极端高温的影响	<ul style="list-style-type: none"> <li>在建筑物中推广被动冷却策略的技术（例如，自然通风，遮阳设备和热质量）</li> <li>高效 HVAC 系统</li> <li>可再生能源为 HVAC 供电</li> <li>设计创新的冷却系统，如蒸发冷却</li> </ul>
施工设计	利用创新材料和方法，确保建筑物和基础设施减少 UHI 影响	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷（高反射或植物）屋面材料和设计</li> <li>离网冷却，如被动式太阳能设计</li> <li>基于自然的解决方案（例如，树木保护和植树，将植被纳入设计，用植被或浅色表面代替热表面）</li> <li>定位具有高热质量的材料（例如，沥青，远离阳光直射，有利于高反射材料）</li> </ul>
耗材和产品	使工人和居民能够理解并采取行动，以提高个人和集体对热浪的抵御能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>智能可穿戴设备和应用程序（例如，配备有体温传感器、水合监测器和水合提醒）</li> <li>轻质冷却服装和配饰（例如，反光织物，包括恒温器技术的服装，使用导热材料，如石墨烯）</li> <li>经济实惠的便携式冷却装置</li> <li>个人补水产品</li> </ul>

UHI = 城市热岛  
来源：气候弹性咨询

**Joyce Coffee, LEED AP**，是气候弹性咨询公司的创始人兼总裁，该公司是经过认证的 **WBE**（女性企业），与客户合作，制定切实可行的战略，通过适应气候变化来增强市场和社区。她是韧性的先驱，曾为 **200** 多个客户创建和实施与气候相关的战略，建立伙伴关系，并直接合作实施复杂的计划。**Ms.**

**Coffee** 是 **20** 多个与韧性和社会公平相关的国际或国家非营利委员会和倡议的任命董事或主席，包括人类世联盟。她在每个主要领域都有 **25** 年的经验，包括在市政府和私营、非营利、慈善和学术领域的领导角色。

**Robert Macee** 是气候弹性咨询公司弹性服务的副总监。他是一位训练有素的气候影响专家，拥有环境管理博士学位，专注于极端高温对健康和社区的影响，在经济发展和社区公平建设韧性方面拥有六年的经验。**Mr.Macee** 通过利益相关者和社区参与，提供培训，支持伙伴关系建设和制定弹性战略，将他的知识和经验带给客户。他的工作。专注于帮助社区，政府和企业避免，准备和抵制全球和地方气候变化的影响。

## 尾注

- 1 布鲁顿, 米歇尔。“2022年滑雪和滑雪板行业将如何变化(以及接下来会发生什么)。”*福布斯*, 2022年4月27日。
- 2 有关“2100 + 3 °C”轨迹的更多详细信息, 请参见第3章的边栏。
- 3 Buchner, Barbara 等人。“2021年全球气候融资格局”。气候政策倡议(CPI), 2021年12月14日。
- 4 Lee, H., and J. Romero (eds.). “Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. IPCC, 2023.
- 5 格雷, 詹妮弗。“科学家说, 到2050年, 世界上几乎所有地区最具破坏性的飓风都可能翻一番。”*CNN*, 2022年4月27日。
- 6 Lee, H., and J. Romero (eds.). “Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. IPCC, 2023.
- 7 Igini, Martina。“由于全球变暖 and 森林砍伐带来的“前所未有的压力”, 到本世纪中叶, 多达47%的亚马逊雨林面临倒塌的风险。”*地球.org*, 2024年2月15日。
- 8 Cammalleri, C.等。“欧盟的全球变暖和干旱影响: JRC PESETA IV 项目 - 任务7。”欧盟委员会联合研究中心(JRC), 2020年。
- 9 Panagos, Panos 等。“2050年和2070年全球降雨侵蚀力预测”。*水文学杂志*, 第610卷, 2022年7月。
- 10 “纽约州纽约的气候变化危害评级。”气候检查, 2024年6月访问。
- 11 “全球水安全和卫生伙伴关系: 2023年年度报告”。世界银行, 2024年6月访问。
- 12 Kuzma, Samantha, et al. “Aqueduct 4.0: updated decision - relevant Global Water Risk Indicators.” World Resources Institute, 16 August 2023.
- 13 “孟加拉国: 水下的国家, 移动的文化”。自然资源保护委员会(NRDC), 2018年9月13日。
- 14 J à germeyr, Jonas 等。“气候对全球农业的影响在新一代气候和作物模型中更早出现。”*自然食品*, 第2卷, 2021年11月。
- 15 Schneider, Léonard 等。“气候变化对生物群落中入侵作物害虫的影响”。*昆虫科学的当前观点*, 第50卷, 2022年4月。
- 16 Semenza, Jan C. 等。“欧洲西尼罗河病毒感染的变化预测: 对血液安全实践的影响。”*环境健康*, 第15卷, 补充1, 2016年3月。
- 17 伯恩斯坦, 阿萨夫等。“地平线上的灾难: 海平面上升的价格效应”。*金融经济杂志*, 第134卷, 第2期, 2019年11月。
- 18 埃文斯, 海利。“你不必铲阳光: 在热浪中, 为什么人们仍然搬到凤凰城?” *亚利桑那共和国*, 2023年11月3日。
- 19 Clement, Viviane, et al. “Groundswell Part II: Action on Internal Climate Migration.” *Climate Diplomacy*, 14 September 2021.
- 20 Buchner, Barbara, 等人。“2023年全球气候融资格局”。气候政策倡议, 2023年11月2日。
- 21 Tandon, Ayesha。“在没有厄尔尼诺现象的情况下, 巴拿马运河2023年航运中断背后的干旱“不太可能”。”*碳简报*, 2024年5月1日。
- 22 有关数字孪生的更多信息, 请参阅: Meige, Albert 等人。“工业元观点”。ADL 蓝移报告, 2023年7月。
- 23 “2023年气候适应融资的状况和趋势。”气候政策倡议/全球适应中心, 2024年。
- 24 Igini, Martina。“地球上80%以上的人经历了气候变化引发的更热的七月: 报告。”*Ears.Org*, 2023年8月4日。
- 25 Woetzel, Lola, et al. “气候风险和应对: 物理危害和社会经济影响。”麦肯锡全球研究所, 2020年1月16日。
- 26 “湿灯泡”是对人体的热应力条件的测量, 将干燥空气温度与湿度相结合。湿球温度为35 °C (95 °F) 相当于常规环境温度为71 °C (接近160 °F)。
- 27 Sapari, Hadita 等。“热浪对低收入或中等收入国家医疗保健服务的影响: 系统审查协议”。*JMIR 研究协议*, 第12卷, 2023年10月。
- 28 Arsht, Adrienne。“极端高温: 对美国的经济和社会影响。”大西洋理事会, 2021年8月31日。
- 29 福斯特, 乔什等。“量化热量和气候变化对人类身体工作能力影响的先进经验模型”。*国际生物气象学杂志*, 第65卷, 2021年3月。
- 30 Arsht, Adrienne。“极端高温: 对美国的经济和社会影响。”大西洋理事会, 2021年8月31日。
- 31 研究人员说, 极端高温每年花费1000亿美元。*MSN.com*, 2024年5月访问。
- 32 Arsht, Adrienne。“极端高温: 对美国的经济和社会影响。”大西洋理事会, 2021年8月31日。
- 33 孙义达等, “全球供应链放大未来极端高温风险的经济成本”。*性质*, 第627卷, 2024年3月。

“拖延，半措施，舒缓的时代  
令人困惑的权宜之计，  
延迟，即将到来  
接近它。在  
它的地方，我们是  
进入一个时期  
后果”。

- 温斯顿·S·丘吉尔

# Acknowledgments

我们谨向世界各地尊敬的专家表示最深切的感谢，他们在我们为本报告进行的采访中慷慨地分享了他们的知识和见解。他们的贡献对塑造我们的研究是无价的。特别是，我们要感谢：

**Jean - Paul Adam**,联合国非洲问题特别顾问办公室政策、监测和宣传主任

**Armand Adjari**,Arkema 首席技术官**Herv é Arribart**,研究员，  
Presans，ADL 公司**Christophe Aufr è re**,Forvia 首席技术官

**Mathieu Augereau**,SETEC TPI 国际主任

**Mathieu Bancelin**,高级技术总监，智能外部系统，塑料 Omnium

**Bruno Bavouzet**,LVMH 研发执行副总裁

**Yves Caseau**,米其林首席数字官

**弗雷德里克·库伊耶**，集团材料工程总监，法雷奥

**杰罗姆·克里斯汀**,液化空气集团研发副总裁

**保罗 - 若埃尔·德里安**,集团副总裁，创新与可持续发展，艾薇儿**Virginie Dubois**,Roquette 研发执行  
副总裁**Isabelle Esser**,达能首席研究、创新、质量和食品安全官**Pascal Eveillard**,圣戈班可持续业务发展  
总监

**Cyrus Farhangi**,科西嘉岛参谋长

**丹尼尔·法弗拉特**,Cofounder, ExerGo & Fellow, Presans

**Dani Gajardo**,Cofounder，互惠

**Denis Gardin**,MBDA 创新与未来技术总监

**Marie - Luce Godinot**,Bouygues 集团创新、可持续发展和信息系统高级副总裁

**卡拉·戈欣**,SVP，碳净零战略和路线图，Stellantis

**罗兰·吉兰**,办公室主任，运营和孵化器主任，Linxens

# Acknowledgments

**Ede Ijjasz - Vasquez**,非居民高级研究员，布鲁金斯学会

**Keshav Jha**,ICLEI 研究与宣传经理

**Nahema Kassam Lemarchand**,PROPARCO 高级投资官

**Patrice Kefalas**,创新与伙伴关系高级副总裁，米其林

**亚历克斯·拉普拉斯**,Rainmaker 技术公司国际事务总监

**Michel Morvan**,Cosmo Tech 联合创始人兼执行主席**安吉拉·奥尔特加**牧师,气候适应金融专家**Alexis Ponnouradjou**,Hutchinson 首席技术官

**Christophe Perthuisot**,Mot Hennessy 首席研究与创新官

**雷吉斯·雷奥**,液化空气公司高级科学研发总监

**Guillaume Réveillac**,塞雷利亚总统

**安娜·罗西**,Forvia 技术合作伙伴关系总监

**Amélie Roux**,圣戈班首席经济学家

**Henri Seydoux**,Parrot 创始人兼首席执行官

**Bénédicte Simond**,SOMFY 集团产品与服务主管

**Irwin Wouts**,运动领域总经理，自行车，移动和城市滑翔，十项全能联合会

**Martijn Eikelenboom**,荷兰办事处主任，Arthur D. Little

**Trung Ghi**,合伙人，亚瑟·D·利特尔

**迈克尔·科尔克**,全球实践负责人，创新，Arthur D. Little

**Francesco Marsella**,增长与转型全球实践领导者，Arthur D. Little

**Dominique Trancart**,合伙人，亚瑟·D·利特尔

**Hiroyuki Sumi**,校长，亚瑟·D·利特尔

**Albert Meige 博士， 藍移主任，  
Arthur D. Little albert.meige @  
adlittle.com**


Arthur D. Little 的 Blue Shift 探讨了技术对商业，社会和人类的影响。蓝移报告涵盖这些主题深入，邀请客座作者，学者和艺术家为对话做出贡献。

想加入讨论吗？请将您的意见提交给我们位于 Arthur D. Little 的编辑部，New Fetter Place West，2 楼，55 Fetter Lane，伦敦 EC4A 1AA，英国

电话：+ 44 7710 536 471。

有关更多信息，请访问：[www.adlittle.com](http://www.adlittle.com)。版权所有

2024，Arthur D. Little。保留所有权利。



**BLUE  
SHIFT**

BY ARTHUR D. LITTLE