



中国证券投资基金业协会  
Asset Management Association of China

绿色与可持续投资委员会  
研究成果汇编（2023）  
方法论之二

股票型基金  
气候风险分析与披露

银华基金管理股份有限公司

2024年4月

本文为中国证券投资基金业协会绿色与可持续投资委员会研究成果之一，由银华基金管理股份有限公司供稿。文中观点、信息仅供研究、交流使用，不代表协会立场或对任何机构及其业务的背书。由于写作周期原因，报告内容未能反映各国市场与监管的最新变化，请读者注意鉴别。

本报告首发于 [www.amac.org.cn](http://www.amac.org.cn)，对本报告全文或部分内容的任何转载、引用须注明来源于中国证券投资基金业协会（AMAC）。AMAC 不对任何片面、不当引用或延伸性结论负责。

# 目录

<b>背景与概述</b>	<b>4</b>
<b>1、概念引入：气候风险与情景分析</b>	<b>6</b>
1.1 气候风险类型及影响	6
1.2 气候风险情景分析	8
<b>2、政策梳理：金融机构对气候风险的监管</b>	<b>13</b>
2.1 中国内地	13
2.2 中国香港	14
2.3 欧盟	15
2.4 英国	16
2.5 其他国家或国际监管机构	17
2.6 小结	18
<b>3、文献综述：气候风险对投资组合的影响</b>	<b>20</b>
3.1 气候风险与企业财务指标	20
3.2 气候风险与投资组合	27
<b>4、实证检验：沪深 300 指数气候风险特征分析</b>	<b>31</b>
4.1 气候风险数据与样本	31
4.2 气候风险数据的相关性分析	34
4.3 沪深 300 指数的气候风险刻画	35
4.4 CVaR 数据与财务数据的截面相关性分析	39
<b>5、机构实践：气候风险在投资组合中的应用</b>	<b>41</b>
5.1 气候信息披露情况	42
5.2 气候风险指标情况	44
5.3 气候情景情况	45
5.4 典型案例分析	47
<b>致谢</b>	<b>53</b>
<b>附录 A 术语表</b>	<b>54</b>
<b>附录 B 常见气候情景更新及迭代</b>	<b>55</b>
<b>附录 C 参考文献</b>	<b>60</b>

## 背景与概述

本研究课题希望以股票组合作为研究的出发点，梳理和分析可用于股票组合气候风险分析的理论、方法、数据、实证和披露典型案例，探讨对股票投资组合开展定量和定性的气候风险分析的可行方法。

利用气候在险价值（Climate Value-at-Risk, CVaR）作为研究指标，使用多家国内外专业数据提供商的 CVaR 数据对沪深 300 组合进行气候风险分析，从实证角度观察沪深 300 组合的气候风险敏感度。

快速的工业化进程在为经济社会发展带来红利的同时，也造成了环境污染加剧、生物多样性锐减等众多全球性问题的出现。气候变化已然成为现阶段人类发展的最大挑战之一。作为与生态环境安全、人类共同利益休戚与共的全球性议题，气候变化以其极为广泛深远的影响受到了社会各界的广泛关注与重视。我国也在该背景下提出“双碳目标”，促进我国能源及相关产业升级，加速社会低碳转型，实现国家永续发展，助力全球加速“净零”。

根据气候相关财务信息披露工作组（Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, TCFD）定义，气候相关风险是指气候变化对组织的潜在负面影响。气候风险一般可分为两类，即与向低碳经济转型相关的风险和与气候变化造成的物理影响相关的风险。其中，物理风险又可进一步分为短期物理风险与长期物理风险，短期物理风险主要是由极端天气事件驱动，而长期物理风险则与降水、气温等气候条件的长期变化有关。

气候风险已成为金融风险的来源之一。物理风险的发生将会严重损害企业、居民、银行和保险公司的资产负债、信贷供求以及市场流动性，导致经济金融系统运行不稳定。这种风险可以理解为未能有效解决气候变化问题所带来的金融风险<sup>[1]</sup>。转型风险则主要通过资产价格、转型政策和政策可信度等渠道对金融稳定性造成影响<sup>[2]</sup>。因此，国际上已有针对金融机构应对气候风险的讨论与措施。2019 年，央行与监管机构绿色金融网络（Network for Greening the Financial System, NGFS）在首份综合报告《行动倡议：气候变化成为金融风险的来源》中指出，气候相关风险是金融风险的来源之一，确保金融体系妥善应对这些风险是中央银行和监管机构的职责。目前，世界主要国家央行及其他监管机构主要通过开展宏观审慎监管、完善气候风险披露进行气候风险监管，通过构建方法论和开发工具，以期采取具有前瞻性的积极应对策略，降低气候变化对金融稳定性带来的负面作用。

金融机构是微观风险管理的主体。其对气候变化的影响，绝大部分来自于投资活动对减缓和适应气候变化的影响；而气候变化又通过影响投资标的财务表现、对金融机构的投资组合表现构成风险或是机遇。因此，妥善管理投资组合面临的气候风险也应该成为金融机构对持有人的信托义务的一部分。提高机构投资者气候风险识别与管理能力，是降低气候相关金融风险的关键一环。境外已有各类金融监管机构开始对资产所有者和资产管理人提出了气候风险分析和披露等相关要求，相关机构也在风险评估方面积极展开探索和实践。

国际上已经有以 TCFD 为代表的框架和倡议为金融机构提供在气候风险识别、评估与管理上的参考。TCFD 建议实体企业或金融机构在治理、战略、风险管理以及指标和目标这四个主题领域上进行气候相关财务信息的披露。其中，TCFD 建议机构识别评估气候风险的财务影响，利用指标体现相应影响程度及影响管理水平，并结合情景分析对气候风险进行前瞻性的评估，以更好应对气候变化的不确定性与复杂性

[3]。然而，披露要求之外，对评估气候风险的方法学指引尚存较大空白。对于资管机构而言，针对气候风险对投资组合影响的研究与分析方法尚待整合检验，而更加科学、合理的投资组合气候风险评估方法和风险管理应用是业界所亟需的。金融机构可利用系统性的评估方法论和工具，从而更好地了解气候变化对投资组合的潜在影响，并有针对性地提升气候风险管理能力，为制定涵盖投资组合的完整气候目标提供支持。

本研究课题希望以股票组合作为研究的出发点，梳理和分析可用于股票组合气候风险分析的理论、工具和披露典型案例，探讨对股票投资组合开展定量和定性的气候风险分析的可行方法，为基金管理人进一步的气候风险管理或可持续产品创新提供研究和实践基础。基于上述研究背景和课题预期达成的目标，本报告将从以下章节展开针对股票组合气候风险分析和讨论：

第一章，我们将简述气候风险概念、简要介绍气候风险的类型、驱动因素，以及气候风险向整体金融系统与个体资管机构传导的路径。

第二章，我们从政策监管的角度，着重列举全球主要资本市场和司法管辖区对气候风险评估、管理及披露要求的政策文件，为读者梳理了针对投资组合气候风险管理和披露的国际监管趋势和政策导向。

考虑到有关评估气候风险对投资组合影响的分析方法在业界仍相对崭新，本研究报告在第三章将以文献综述的方式，总结学术界已有的相关成果和结论，展示学术研究中针对公司主体财务影响以及股票组合气候风险分析的文献，以期从理论层面上了解气候变化对投资组合影响的共性，对关键性结论进行归纳总结，并对报告的实证研究部分提供参考。

本报告在第四章中利用业界常用的气候在险价值（Climate Value-at-Risk, CVaR）数据作为衡量气候风险指标，使用了多家国内外专业数据提供商的 CVaR 数据对以沪深 300 组合为代表的 A 股市场进行气候风险分析，以期从实证角度观察 A 股市场的气候风险敏感度，横向对比各家数据提供商 CVaR 数据在沪深 300 组合的输出结果差异，并与前述的文献结论进行结合，据此剖析理论与实证结论可能存在的差异和原因。

我们于报告第五章展开对国外大型资管机构对气候风险分析与管理的实践梳理，包含气候指标使用情况、情景分析开展情况及典型案例总结，以供读者参考并基于此了解前沿最佳实践。

最后，我们对研究成果进行总结与讨论，对未来研究和发展方向进行展望，以期为进一步推动中国资管行业的气候风险分析和有效管理实践提供实用的建议和参考。

我们预期本课题的研究只是一个起点，期待与国内外从业者一道，通过不断深入的研究，最终推动业界将气候变化风险管理在股票投资实践过程中落地，为将来资管机构制定有关投资组合的气候目标、监管机构把气候风险纳入金融风险管理体系中，提供一定的实证研究基础，最终形成投资活动和气候变化相互作用的正向反馈，形成金融行业加速全球“净零”，支持“双碳”目标实现和行业高质量发展的良性循环。

# 1、概念引入：气候风险与情景分析

## 1.1 气候风险类型及影响

TCFD<sup>a</sup>由 G20 成员国组成的金融稳定理事会在应对气候变化和气候风险基本成为国际共识的大背景下设立。TCFD 致力于为标准化的气候风险评估与披露提供统一参考框架，以帮助金融机构识别重大气候风险。框架的一个重要要素是对气候相关风险和机遇进行统一分类。因此，TCFD 定义了气候相关风险和机遇的分类：（1）与向低碳经济转型相关的风险；（2）与气候变化造成的物理影响相关的风险。在 NGFS 的文献研究<sup>[4]</sup>中同样将驱动金融风险的环境和气候来源映射到这两个关键风险类别——转型风险和物理风险。为与国际标准统一，我们此处引用 TCFD 对物理风险和转型风险的定义，将其作为本文讨论物理风险与转型风险的内涵参考：

- （1）转型风险与低碳经济转型息息相关。向低碳经济转型可能需要广泛的政策、法律、技术和市场变化，以应对气候变化相关的缓释和适应性要求。根据这些变化的性质、速度和重点，转型风险可能使各组织承担不同程度的财务和声誉风险。转型风险主要包括政策和法律风险、技术风险、市场风险与声誉风险。
- （2）物理风险是气候变化带来的相关风险，可能是突发事件（短期）或气候模式的长期变化（长期）。物理风险可能会为各组织带来财务影响，如资产的直接损失、供应链中断带来的间接影响。各组织的财务业绩也可能受到水资源可用量、采购、质量变化；食品安全；极端温度变化对组织经营场所、业务、供应链、运输需求和员工安全的影响。

转型风险的驱动因素则包含政策、技术、消费者行为等。分类别来看，作为驱动因素的政策主要是控制温室气体排放的气候相关政策，如巴黎协议、通过能源转型政策、污染控制法规、资源节约政策和公共补贴政策。技术转型风险则与现有技术或商业模式在低碳转型中被颠覆或替代的可能性有关。技术的进步是推动经济变革的关键驱动力，然而企业现有的商业模式可能仍然依赖于未来潜在被取代的技术，这使得它们需要采取措施来适应气候变化，以降低负面影响并保持企业竞争力。此外，消费者行为变化也是一个重要的转型风险驱动因素。逐步走向气候友好型消费观念的转变将引导人们更加注重气候友好型的交通、制造业和能源使用，随之也会带来气候友好型金融产品和投资需求的上升。

物理风险驱动因素与各类气候事件有关。物理风险驱动因素的地理异质性是一种全球现象，随着地区不同，表现出的气候模式和发展水平不同。对于投资组合来说，即特定的资产类别、地区或行业受到的影响程度也会有所不同，如果它们更容易暴露在物理风险下，则更容易受到特定类型的气候灾害及极端天气事件的影响。

转型风险与物理风险将通过微观及宏观传导渠道，对金融系统产生影响与冲击<sup>[4]</sup>（图表 1）。微观经济渠道包括通过影响企业与居民的收入状况、开支情况与资产状况等进而触发金融风险，宏观经济渠道包括通过影响经济体资本折旧与投入，商品市场、劳动力市场、国际贸易市场及外汇市场的动态等，给金融系统

<sup>a</sup> 2023 年 10 月，TCFD 宣布完成其职责并解散，金融稳定委员会（Financial Stability Board）已要求国际财务报告准则基金会接管对气候相关披露进展的监督。2023 年 6 月发布的 ISSB IFRS S1 和 IFRS S2 两项标准已全部整合 TCFD 的工作内容。ISSB 全称为 International Sustainability Standards Board，即国际可持续发展准则理事会。IFRS 全称为 International Financial Reporting Standards，即国际财务报告准则。

的稳定带来不确定性。物理风险与转型风险通过微观与宏观的传导渠道，转化成对金融系统的一系列风险，包括信用风险、市场风险、承保风险、操作风险与流动性风险等。

资产管理机构作为金融系统中的重要组成部分，同样受气候风险的影响。与气候风险传导至金融系统的渠道一致，气候风险对资管机构及其所管理的投资组合也存在着微观与宏观双重渠道的影响（图表 2）。气候风险一方面通过影响被投企业的财务状况、财务表现及现金流，进而影响被投资企业股票的表现，最后将其传递至投资组合层面，即微观传导路径。另一方面，气候风险的宏观经济传导途径将通过气候风险相关驱动因素对宏观经济、地区经济、产业的供求和定价产生影响，进而从整个股票市场乃至资本市场层面对投资组合回报带来影响。<sup>[5][6]</sup>

图表 1 气候风险向金融系统的传导渠道<sup>[4]</sup>



图表 2 气候风险向投资组合的传导渠道



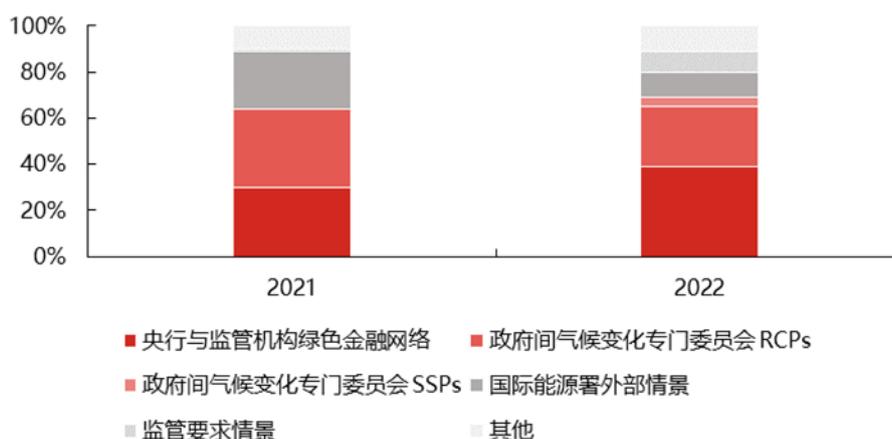
## 1.2 气候风险情景分析

气候风险以其非线性的变化方式、发生的高度不确定性以及长时间跨度影响的特征，极大地区别于传统金融风险，金融机构通常无法使用传统的风险管理工具对其进行管理，而气候情景分析为投资者开展气候风险分析提供了一种前瞻性的评估视角，用以协助投资者探索和思考在不确定的未来中气候相关物理及转型风险如何对投资业务及自身运营产生合理影响<sup>[7]</sup>。分情景类别来看，通常设定气候变暖上限的情景路径被称为“转型情景”，以追踪能源结构、技术及气候政策发展为主，能够协助评估投资者受突发低碳能源转型事件影响最大的股票，从而合理调整资产配置。由气候变化引起物理影响的模式可称为“物理气候情景”<sup>7</sup>，相关情景分析可帮助资产管理者根据投资组合中的资产类别或所处地理位置评估投资组合气候风险暴露敞口及影响程度，以帮助资产管理者制定针对短期或长期物理风险事件的策略。

### 1.2.1 常见气候情景及来源机构

使用外部情景的好处是能够为不同行公司、部门以及行业规划框定统一的未来变化，从而得出标准可比的结果，同时也有利于监管机构评估金融面临的整体气候风险。当前企业及金融机构较常提及或使用的气候相关情景主要来自于政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）、央行与监管机构绿色金融网络（NGFS）及国际能源署（International Energy Agency, IEA）公开发布的外部情景，这些气候相关情景为金融机构提供有关未来不同气候变化背景下经济社会以及自然社会发展路径的参考。

图表 3 金融机构主要使用气候情景类型及来源机构<sup>[8]</sup>



## NGFS

如图表 3 所展示的信息，NGFS 是近年来最受金融机构欢迎的情景来源之一。NGFS 是由中国人民银行、荷兰央行、瑞典金管局以及宏观审慎与处置委员会在内的八家央行和监管机构于 2017 年 12 月共同组建的国际组织，为绿色金融发展提供技术指导，重点关注气候变化对宏观金融稳定以及微观审慎监管的影响，协助强化金融体系的风险管理。NGFS 根据气候情景叙述和模拟的全球应对气候变化的反应，将对物理、转型和宏观金融风险的分析结合在一起，开发出三类针对金融机构的气候风险情景：

(1) 有序情景（到 2100 年气温升幅控制在 1.5-2°C，物理和转型风险均相对较低）

- (2) 无序情景 (到 2100 年气温升幅控制在 1.5-2°C, 转型风险高于有序情景)
- (3) 温室世界 (仅实施当前政策, 未来气温升幅超过 3°C, 导致较为严重的物理风险)

## IPCC

IPCC 作为气候变化科学领域的权威机构, 旨在为决策者提供关于气候变化影响和有关风险的定期科学评估, 其所开发的代表性浓度路径 (Representative Concentration Pathways, RCP) 描述了四种未来可能出现的不同程度的温室浓度和辐射强迫预测的独立路径。

由于 RCP 情景不包括关于任何社会经济变化的有关叙述, 为进一步补充描述未来经济社会发展的可能性, IPCC 又提出了共享社会经济发展路径 (Shared Socioeconomic Pathways, SSP), 描绘了未来经济社会系统五种不同的发展模式。SSP 情景的定量元素包含: 人口、GDP 等; 定性元素则包含全球发展路径的描述: 人口和人力资源、经济发展、生活方式、人类发展、环境与自然资源等。

作为开展气候影响评估的基础, SSP 情景可以与 RCP 情景结合进行使用: RCP 为温室气体浓度和本世纪末可能发生的温升幅度设定了路径, 而 SSP 则设定了社会经济发展的背景, 用以研究在 SSP 所描述的不同世界情景下, 该如何搭配减排措施以达到不同程度的气候减缓和适应。

### 1.2.2 气候情景更新及对比

考虑气候变化和气候相关技术与政策的不断发展, NGFS 机构目前已经进行了四个阶段的情景更新。2020 年, 在第一阶段, NGFS 首次发布三类气候情景: 有序转型、无序转型和温室世界; 在第二、三阶段则考虑了国际上最新的碳中和承诺和可再生能源技术发展情况, 并且首次对极端天气事件 (洪水和热带气旋) 的潜在损失进行了预测。在 2023 年 11 月 7 日, NGFS 发布了其最新的 (第四阶段版本) 气候情景技术文档, 包含 4 个类型 7 种情景, 分别在有序情景下新增了低需求情景的有序情景, 以及一种由于转型不及时且不充分导致的较为悲观的未来发展情景。在第三阶段版本中的“分歧净零 (1.5 摄氏度)”场景由于转型成功的可能性较低被移除。具体四个阶段的情景对应情况以及更新内容见附录 A 常见气候情景更新及迭代-A.2NGFS 气候情景更新历程。

IPCC 也在历次评估报告中不断精进对气候变化的科学研究, 并持续更新运用不同的气候情景, 包括: 1990 年第一次评估报告 (FAR) 的 A 情景 (SA90)、1992 年第三次评估报告 (TAR) 的 IS92 情景、TAR 关于排放情景特别报告和第四次评估报告 (AR4) 的 SRES 情景及第五次评估报告的代表性浓度路径 (RCP) 情景, 并在 2021 年发布的第六次评估报告中采用了第六次耦合模式比较计划 (CMIP6) 中新的气候模式, 即 SSP, 代替了 CMIP5 中的四个代表性浓度路径情景。同时 CMIP6 启动了 SSP-RCP 情景, 有关情景开发与运用的详细时间及更新内容见附录 A 常见气候情景更新及迭代-A.1IPCC 气候情景提出及运用。图表 4 简要对比了截至目前 IPCC 以及 NGFS 现阶段所保留和正在使用的气候情景主要特点。

图表 4 IPCC、IEA 及 NGFS 的情景对比

	IPCC RCP	IPCC SSP	IPCC SSP-RCP	NGFS
<b>评估风险</b>	物理风险	转型风险	物理与转型风险	物理与转型风险
<b>评估时间范围</b>	2100 年		2020-2100 年	
<b>主要特点</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>描述不同辐射强迫及温室气体浓度的未来变化路径；</li> <li>每一个 RCP 情景可以对应一组固定的社会发展假设；</li> <li>不包括关于任何社会经济变化的有关叙述</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>由不同社会经济模式驱动的未来发展情景；</li> <li>不包含未来气候变化影响和气候相关政策响应的假设</li> </ul>	考虑一定 RCP 目标下的均衡情景的同时也要对未来社会经济发	<ul style="list-style-type: none"> <li>从金融行业角度出发，综合考虑物理风险和转型风险对宏观金融稳定的影响</li> </ul>
<b>包含情景及世纪末预计温升</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>RCP1.9 ( 1.4°C )</li> <li>RCP2.6 ( 1.8°C )</li> <li>RCP3.4 ( 2.3°C )</li> <li>RCP4.5 ( 2.7°C )</li> <li>RCP6.0 ( 3.3°C )</li> <li>RCP7.0</li> <li>RCP8.5 ( 5.1°C )</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>SSP1 ( 3-3.5°C )</li> <li>SSP2 ( 3.8-4.2°C )</li> <li>SSP3 ( 3.9-4.6°C )</li> <li>SSP4 ( 3.5-3.8°C )</li> <li>SSP5 ( 4.7-5.1°C )</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>SSP1-1.9 ( 1.4°C )</li> <li>SSP1-2.6 ( 1.8°C )</li> <li>SSP2-4.5 ( 2.7°C )</li> <li>SSP4-3.4</li> <li>SSP5-3.4</li> <li>SSP4-6.0</li> <li>SSP3-7.0 ( 3.6°C )</li> <li>SSP5-8.5 ( 4.4°C )</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>有序情景：</b> 低需求情景 ( 1.1°C ) 2050 年净零排放情景 ( 1.4°C ) 低于 2°C 情景 ( 1.7°C )</li> <li><b>无序情景：</b> 延迟转型情景 ( 1.7°C )</li> <li><b>太少太晚：</b> 支离破碎的世界情景 ( 2.1°C )</li> <li><b>温室世界：</b> 国家自主贡献情景 ( 2.2°C ) 现有政策情景 ( 2.8°C )</li> </ol>

资料来源：基于 IPCC 与 NGFS 公开信息整理归纳。

### 1.2.3 气候情景应用

就气候情景分析实际应用而言，监管方及学界对气候情景分析框架方法的讨论较为有限，我们此处选取少数监管要求与研究报告，以展示气候情景的实际应用。

在政策监管上，英国有关部门对气候风险引入资管机构业务发布指引。英国审慎监管局 ( Prudential Regulation Authority, PRA ) 和英国金融行为监管局 ( Financial Conduct Authority, FCA ) 共同创办的气候金融风险论坛，为金融机构利用气候情景分析工具开展气候风险披露提供指引。其提出，资产管理应当首先确定、设计并评估与气候相关风险和机遇最相关的情景，然后评估不同情境下气候风险对标的企业持有资产价值的影响，进而考虑不同情景下气候风险的风险敞口、公司的适应或缓解措施以及行业内的竞争情况，最后将对这些资产价值的预测转化为企业“公允价值”减值进行估算。

在学术研究中，有学者通过实际应用情景分析工具，进一步分析不同情境下投资组合的回报表现对气候风险的敏感性。例如，Teo 与 Verdegaa 通过改变升温路径、碳排路径、政策技术相关假设、极端天气事件及损失程度、市场对气候变化冲击的反应速度等，共设置了四种情景：净零情景 ( Net Zero )、延迟无序转型情景 ( Delayed Disorderly Transition )、太少太迟情景 ( Too Little Too Late )、失败转型情景 ( Failed Transition ) ( 图表 5 )。研究将不同情景下的气候相关变量，如气温、碳排放、政策技术假

设、极端天气事件、市场反应速度等输入经济计量模型<sup>b</sup>，从而估算气候相关因素对宏观经济的影响，体现在真实 GDP 增速、通胀、劳动生产率等指标。其次，研究同样利用 Ortec Finance 的极端天气风险模型与来自 Munich RE's NatCatService 及联合国人口天气数据来测算极端天气风险的经济影响。综合经济计量模型与极端天气风险模型产出的 GDP 及通胀等指标的变化，同时考虑市场定价风险与情绪冲击（sentiment shocks），研究估算了气候变化驱动因素对资产类别风险-回报因子的影响，并以此为基础估算气候风险对投资组合的影响。研究以全球 60/40 组合为例，展示了不同情景对该组合的影响。实证结果表明，在未来 40 年内，相比于不考虑气候变化的基准情景（climate-uninformed baseline），气候变化有可能使该组合 40 年累计回报减少至少 10-40%。在最差情形（即失败转型情形）下，未来 40 年该组合的年化回报为约 3.4%，而基准情形为 4.6%（图表 6）。<sup>[6]</sup>

图表 5 Teo 与 Verdegaa 构建的 4 种气候情景

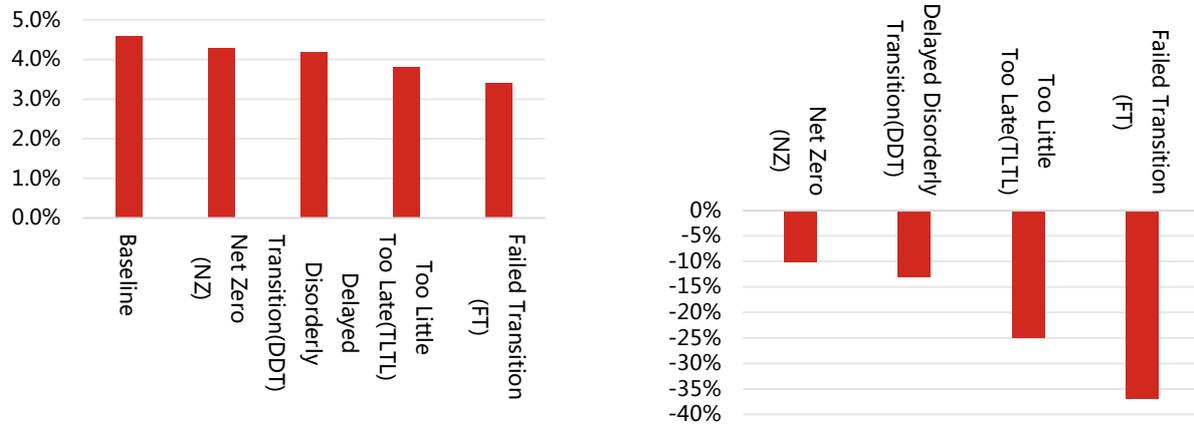
Drivers	Net Zero (NZ)	Delayed Disorderly Transition (DDT)	Too Little Too Late (TLTL)	Failed Transition (FT)
<b>Global warming outcome</b>	1.5°C	Below 2°C	2-3°C	~4°C
<b>Net-zero emissions year</b>	2050	2070	Not reached within 2100	Not reached within 2100
<b>Extreme weather shock</b>	No sudden surges in extreme weather events (EWEs)	Surge in EWEs in 2030	A series of EWEs shocks in the 2030s with each shock having a larger impact than the previous shock	EWEs rise in frequency and severity over time as temperatures rise
<b>Policy and technology</b>	Early policy action and adoption of low-carbon technologies	Delayed and sudden policy action to push adoption of low-carbon technologies	Delayed and cascading policy intensity with escalating impacts resulting in multiple abrupt policy changes to decarbonise the economy in the 2030s	Only current policy measures and technologies are implemented
<b>Market pricing-in risk</b>	Transition and physical risks priced in smoothly between 2022-25	Sharp pricing in of physical and transition impacts within a short period of time	Successively sharper pricing in of physical and transition risks over 2030s	Only physical risks are priced in and are more severe than in other scenarios
<b>Sentiment shock</b>	None	Large sentiment shock triggered by sudden policy action	Sentiment shocks corresponding with policy actions	None

资料来源：GIC、Ortec Finance

<sup>b</sup> 研究使用的是剑桥计量 E3M3 模型。该模型考虑了环境、能源与经济间的交互关系，可衡量不同宏观经济变量在气候相关因素下的改变。

图表 6 各情景下 40 年年化回报（名义值，以 USD 计价）（左）；

各情景下 40 年累计回报相对于基准情景的差值（名义值，以 USD 计价）（右）



资料来源：GIC、Ortec Finance

## 2、政策梳理：金融机构对气候风险的监管

气候变化引发的物理与转型风险成为现阶段全球面临的重大挑战之一。近年来极端天气事件发生频率不断升高，对居民生产生活造成冲击。同时，各国低碳转型政策接连出台，在推行过程中也会带来潜在的挑战。气候变化趋势短期内难以逆转，会通过多种渠道从实体经济向金融体系传导，同时考虑到气候风险具有非线性、高度不确定性等区别于传统金融风险的特征，金融机构如果未能及时评估并管理气候相关风险，可能会引起资产减值损失和投资组合波动，影响自身财务状况，并可能进一步引发系统性风险。近年来，气候变化带来的负面影响越发不容忽视，国际社会对气候影响重要性的认知日渐统一，当前全球大部分金融机构及金融监管者也认识到气候风险已成为金融风险的重要来源之一。

随着国际社会对于气候风险的重视程度不断提高，各国监管机构针对金融机构气候风险管理的要求也呈现不断细化、深入的趋势。初期的监管和指引主要聚焦金融机构初步评估自身识别和管理气候相关风险的能力，从而根据内部资源和对气候风险的管理能力对应开展气候风险评估工作。随着时间推移，监管机构已逐步开始建议金融机构在评估风险时考虑更多角度和方法，如对不同时间维度的考虑、开发前瞻性情景分析模型用于分析，并对于短期、中期、长期范围上分别审查气候风险对于公司财务、金融体系的影响等。

当前气候风险宏观监管政策主要集中在推动商业银行、养老金开展气候风险评估，以银行保险业机构为对象展开气候风险压力测试，而较少涉及专门针对资管机构投资组合层面的气候风险管理与评估要求。这与银行、保险业、养老金的行业性质及其对维持金融体系稳定性的关键作用有关。然而，考虑到这些机构的资金在机构投资者中的重要性，针对这些机构的气候风险管理和披露要求仍然可通过其委托投资行为向其他机构投资者传导。基于此，我们将涉及金融机构气候相关风险评估与管理的宏观监管政策进行统一梳理，并将特别针对于资管机构的气候相关监管政策进行整理，作为区分并单独呈现，供读者参考<sup>c</sup>。

### 2.1 中国内地

#### 中国人民银行：

**统筹指导气候风险管理与披露工作，发布绿色金融的纲领性文件，并对金融机构量化环境影响、披露环境信息做出具体要求**

2016年，中国人民银行等七部委印发《关于构建绿色金融体系的指导意见》<sup>[9]</sup>，该文件中明确提及要逐步建立起金融机构环境及气候信息披露机制，提出“提升机构投资者开展绿色投资，提升对所投资资产涉及的环境风险和碳排放的分析能力，就环境和气候因素对机构投资者（尤其是保险公司）的影响开展压力测试”的目标。2021年，中国人民银行发布《金融机构环境信息披露指南》<sup>[10]</sup>，要求金融机构披露“环境因素对金融机构的影响”，包括金融机构环境风险和机遇，以及环境风险量化分析。

#### 中国证券投资基金业协会：

**为资管机构识别并评估投资中的环境风险提供方法指引**

<sup>c</sup> 本部分政策内容根据官方公开资料整理归纳。

2018年，中国证券投资基金业协会发布《绿色投资指引（试行）》<sup>[11]</sup>，为基金公司开展绿色投资，识别投资组合及投资标的的环境风险提供了环境评价指标参考，其中与气候相关的负面影响评价指标为“碳排放强度”；在绿色投资自评表中第十三条提及“是否对所投资产进行环境风险压力测试”，提倡开展投资组合环境压力测试。

### **深圳市政府：**

#### **深圳对满足要求的金融机构明确要求披露定性及定量的环境风险与机遇，并参照国际实践要求披露碳排放等气候指标数据**

2020年，深圳市人民代表大会常务委员会审议通过了《深圳经济特区绿色金融条例》<sup>[12]</sup>（后简称《条例》）。该条例鼓励金融机构使用环境压力测试和情景分析等方法对金融机构在气候变化、环境监管和可持续发展等压力情况下面临的信用风险、市场风险和其他金融风险进行量化分析。2022年9月，为贯彻落实《条例》工作要求，深圳市地方金融监督管理局联合多部门研究制定了《深圳市金融机构环境信息披露指引》，针对环境风险，要求从定性及定量两个维度展现金融机构对环境风险与机遇的管理应对，同时与国际气候与环境披露实践接轨，率先提出金融机构开展自身运营范围一、范围二及范围三运营碳排放、整体投融资业务碳排放的核算与披露要求<sup>[13]</sup>。2023年5月，深圳市地方金融监督管理局公示161家需强制进行环境信息披露的金融机构名单，涵盖在深资产规模五百亿元以上的银行、在深圳市注册的金融行业上市公司、资产管理规模一百亿元以上的机构投资者或公募基金管理人以及资产管理规模五十亿元以上的私募基金管理人<sup>[14]</sup>。

## **2.2 中国香港**

### **香港证券及期货事务监察委员会（Securities and Futures Commission, SFC）：**

#### **对基金经理提出具体的气候风险管理与披露要求，包含风险评估与情境分析，投资组合碳足迹等指标披露**

2021年8月，SFC发布了《有关基金经理管理及披露气候相关风险的咨询总结》<sup>[15]</sup>，并一同修订了《基金管理人操守准则》，新增关于管理集体投资计划的基金经理的气候风险管理与披露要求。在投资组合气候风险评估与管理要求上，该准则要求基金经理就每个投资策略及产品识别与之相关的实质性气候风险，并将气候相关风险纳入投资组合风险管理，制定流程以识别、评估和管理重大气候相关风险。该准则进一步要求大型基金经理（资产管理规模在80亿港元以上）运用情景分析以评估投资策略的气候韧性，确定并披露与基金相关投资的范围一和范围二温室气体排放量的投资组合碳足迹<sup>[16]</sup>。

### **香港金融管理局（Hong Kong Monetary Authority, HKMA）：**

#### **就治理、战略、风险及披露四方面对银行业气候风险管理披露做出具体要求**

2021年12月，HKMA发布《气候风险管理》的通知，将银行所面临的气候风险情况及管理气候风险水平纳入HKMA监管范围，并要求银行逐步建立气候风险评估管理能力，包括治理、战略、风险管理及披露，其中，风险管理包含对风险管理政策与流程的构建、气候风险识别、气候风险的财务实质性影响分析、融入气候因素的情景分析与压力测试<sup>[17]</sup>。

## 香港绿色和可持续金融跨机构督导小组：

### 发布《香港绿色和可持续金融战略计划》，就气候相关披露与气候情境分析做出纲领性指导

2020年12月，SFC、HKMA共同设立的绿色和可持续金融跨机构督导小组发布了《香港绿色和可持续金融战略计划》<sup>[18]</sup>，宣布到2025年，将对金融业内所有相关部门“强制执行”基于TCFD推荐的信息披露，鼓励开展以气候为重点的情景分析，建立跨界合作平台，并宣称将“在切实可行的情况下，尽快扩大强制披露的覆盖范围”。

## 2.3 欧盟

### 欧盟委员会（European Commission）及欧盟三大监管机构<sup>d</sup>：

#### 发布《可持续金融信息披露条例》与相应技术指南，为规范欧盟可持续金融产品的气候环境等可持续风险披露上提供法规约束

2018年，欧盟首次提出《可持续金融信息披露条例》<sup>[19]</sup>（The Sustainable Finance Disclosure Regulation, SFDR），该条例于2021年3月正式生效。2021年2月，欧盟三大监管机构联合发布了针对SFDR的监管技术标准草案<sup>[20]</sup>，为金融产品提供遵循SFDR的技术指导。SFDR对金融市场参与者和金融顾问提出了可持续性发展相关的披露要求，提出要將可持续发展相关风险（包括环境、社会及治理风险）纳入其决策和咨询流程并进行相应披露，对于将适应或减缓气候变化作为目标的金融产品，还要求提供相应目标的进展及所采用衡量指标的表现情况。

### 欧洲中央银行（European Central Bank, ECB）：

#### 为欧洲银行业管理气候环境风险、开展气候风险评估及进行气候情景分析提供详细指引并进行监管

2016年，ECB成立欧洲系统性风险委员会（European Systemic Risk Board, ESRB），通过ESRB监测气候变化带来的物理风险、转型风险对金融体系的影响，并建议欧盟各监管当局开发气候压力测试模型。2020年，ECB发布《气候环境风险指南》<sup>[21]</sup>，对银行业金融机构气候环境风险管理和披露提出了一系列监管期望，并明确将欧央行直接监管的重要银行纳入强制实施范围。具体为：1）银行应了解气候相关风险和气候环境风险对其经营环境的短期、中期和长期影响；2）在审视其商业环境时，银行应在关键部门、地区以及产品和服务相关的层面上识别气候变化和环境退化带来的风险；3）银行应确定哪些气候相关和环境风险在短期、中期和长期对其业务战略具有重大意义，例如通过使用（压力）情景分析；4）在制定机构的总体业务战略、业务目标和风险管理框架时应考虑气候相关风险和气候环境风险；5）对气候相关风险和气候环境风险进行有效监督，明确根据三道防线以及为其委员会分配的气候相关和环境风险角色和责任，确保该机构将气候相关和环境风险充分纳入整体业务战略和风险管理框架；6）银行应将气候相关风险和气候环境风险作为既定风险类别的驱动因素纳入其现有风险管理框架，在确保资本充足率的整个过程中识别和量化气候相关和环境风险；7）根据其业务战略和风险偏好采用战略方法来管理和/或减轻气候相关和环境风险，并相应地调整政策、程序、风险限额和风险控制等一系列引导目标。

<sup>d</sup> 欧洲银行管理局（The European Banking Authority, EBA），欧洲保险和职业养老管理局（The European Insurance and Occupational Pensions Authority, EIOPA）以及欧洲证券和市场管理局（The European Securities and Markets Authority, ESMA）

## 欧洲银行管理局 ( European Banking Authority , EBA ):

### 针对 ESG 风险对银行业提出管理及披露要求，并计划开发相关工具用以监管银行气候风险

2019 年，EBA 发布《可持续金融计划》<sup>[22]</sup>，呼吁将 ESG 风险纳入银行风险管理及其他相关部门的监督和评估过程。在风险评估管理要求上，EBA 要求银行评估对与环境和社会目标实质相关的资产或活动相关的风险敞口，制定适当的评估物理风险和转型风险的标准，专门、审慎处理与环境 and/或社会目标和活动密切相关的风险敞口对欧盟金融稳定和银行贷款的潜在影响。在披露上，EBA 计划将在已有工作基础上，规范 ESG 风险的关键指标与信息披露体系，并确立定性与定量的披露性指标。此外，EBA 还在《可持续金融计划》中提出要开发专项气候变化压力测试模型，以衡量银行等金融机构的资本收益情况受气候相关环境风险的影响程度，有助于监管方更好了解银行的气候风险脆弱性。

## 2.4 英国

### 英格兰银行 ( Bank of England , BoE ):

#### 对银保机构管理与披露气候变化金融风险提出具体要求，并向 TCFD 框架建议看齐

2019 年，BoE 发布了《加强银行和保险机构管理气候变化金融风险的方法》<sup>[23]</sup>，对银行和保险机构的公司治理、风险管理、情景分析和披露制定了监管要求。BoE 对银保机构气候风险的管理与披露上与 TCFD 对齐。要求机构将气候变化带来的金融风险纳入内部管理及战略制定中，并强调要开展长期情景分析以支持气候风险的管理与识别。在披露上，BoE 高度重视气候披露在有效管理气候相关风险的角色。在“强制性气候相关信息披露路线图”中，BoE 规划银行、保险公司和大型养老金计划的气候信息披露要与 TCFD 框架建议保持一致，并计划在 2025 年前实现强制要求与 TCFD 框架建议一致的气候信息披露。

### 英国审慎监管局 ( Prudential Regulation Authority , PRA ):

#### 对银保机构持有应对气候变化的资本金储备提出要求

2021 年 10 月，PRA 发布《气候相关金融风险管理及资本要求》。其表示，将从 2021 年年底开始将气候变化纳入其监管框架，将对银保机构的资本金要求与气候风险敞口挂钩，即将考虑是否应强制银行持有额外资本金以应对气候变化带来的风险。此外，在风险评估上，PRA 希望银行业和保险业利用情景分析来了解气候变化带来的金融风险对其偿付能力、流动性以及保险公司支付保单持有人的能力的影响<sup>[24]</sup>。

### 英国金融行为监管局 ( Financial Conduct Authority , FCA ):

#### 将逐步开展对资管机构、养老金和保险公司的强制 TCFD 披露要求

2021 年，FCA 发布提案，提出将逐步强制要求资产管理公司、保险公司和受 FCA 监管的养老金开展基于 TCFD 的信息披露，并说明机构如何考虑气候相关因素对投资管理活动的影响，以及如何考虑气候相关因素对其利益相关者的影响<sup>[25]</sup>。在 PRA 和 FCA 共同主办的气候金融风险论坛专门针对金融机构的气候风险信息披露发布了指引，指出金融机构披露气候信息的目标应包括：管理系统性风险、推动市场资金从棕色资产流向绿色资产、识别机构的气候风险情况，以及推动低碳转型的战略管理等<sup>[26]</sup>。

## **英国就业和养老金部 ( Department for Work and Pensions , DWP ):**

### **计划将要求英国职业养老金计划托管人根据 TCFD 公开披露气候相关风险**

2021 年 6 月，DWP 向议会提交了建议修订《2021 年职业养老金计划（气候变化治理和报告）条例》的提案，拟要求英国职业养老金计划托管人根据 TCFD 框架建议评估并公开披露气候相关风险，要求受这些法规约束的受托人计算并披露投资组合调整指标，并说明其投资在多大程度上符合将全球平均气温上升限制在比工业化前水平高出 1.5°C 的目标。该条例拟从 2021 年 10 月 1 日起，适用于资产管理规模至少 50 亿英镑的职业养老金计划托管人，从 2022 年 10 月 1 日起，扩大至资产管理规模达到 10 亿英镑的职业养老金计划托管人，分阶段实施强制性气候相关治理和信息披露。目前该提案已结束公开咨询阶段<sup>[27]</sup>。

## **2.5 其他国家或国际监管机构**

### **巴塞尔银行监管委员会 ( Basel Committee on Banking Supervision , BCBS ):**

#### **为银行和监管机构进行其后相关金融风险管理提出纲领性指导意见**

BCBS 为国际清算银行下属的四大委员会之一，并于 2020 年 2 月成立了气候相关金融风险高级别工作组，负责推进气候风险的监管工作。2022 年，BCBS 发布《气候相关金融风险有效管理和监管原则》（以下简称《原则》）<sup>[28]</sup>，以指导银行和监管机构更好应对气候相关金融风险。该《原则》为全球银行业对于气候相关金融风险管理的纲领性文件，从治理架构、风险关联性评估、再到情景分析等措施都给出了具体指导，为银行业将气候风险嵌入战略和治理框架提供了切实的指引。作为全球银行业的行业协会，该原则虽没有强制监管效力，但是在央行和监管机构间接受程度较好。

### **新加坡金融管理局 ( Monetary Authority of Singapore , MAS ):**

#### **发布资管机构的环境风险管理指引，涵盖管治、战略及风险管理部分**

2020 年 12 月，MAS 发布《面向资产管理人的环境风险管理指引》<sup>[29]</sup>，该指引中的环境风险包含气候变化风险、土地污染风险等，要求资管机构董事会、高级管理层制定与环境风险有关的战略、业务政策以及产品开发策略；如果认为环境风险较为突出，需要将其纳入到研究和资产组合管理当中。以此为前提，MAS 要求资管机构夯实环境风险管理能力，加强环境风险的识别与衡量方法，并要求开展情景分析和压力测试。

### **新加坡绿色金融行业特别工作组 ( Green Finance Industry Taskforce , GFIT ):**

#### **对银行业、资产管理业及保险业发布气候信息披露指导，并明确气候情景分析要求**

2021 年 5 月，GFIT 编制了《金融机构气候金融相关信息披露指导文件》<sup>[30]</sup>，分别按照银行业、资产管理公司和保险公司三大行业给出气候相关信息的披露建议，并要求资管公司基于气候相关风险讨论 2°C 及以上的多个情景，量化并比较投资组合在不同情境下的气候风险。

### **澳大利亚审慎监管局 ( Australian Prudential Regulation Authority , APRA ):**

#### **发布银保机构及养老金受托人管理气候风险的指南**

2021年11月APRA发布《关于气候变化金融风险的审慎实务指引》，旨在帮助银行、保险公司和养老金受托人管理气候变化的金融风险，包括构建针对气候风险的管理架构与职责划定、气候风险识别及监管流程、气候风险情境分析等。

### **新西兰政府：**

#### **通过金融机构气候相关披露的强制要求法案，披露将与TCFD保持一致**

2021年10月，新西兰国会通过《金融领域（气候相关披露与其他事项）修订案》<sup>[31]</sup>，该修订案将要求约200家大型金融机构强制披露气候相关信息，包括所有资产规模超过10亿新西兰元的大型金融机构（包括银行、保险公司、信用合作社、投资管理机构）等。对于资产管理机构，该修订案要求基金经理对所管理基金进行逐只披露，以确保投资者获得了解气候变化对其未来投资绩效影响所需的信息。对于披露内容，该修订案要求机构就其业务带来的气候变化相关影响、风险和机遇做出说明，并将根据TCFD推荐框架进行具体披露标准的拟定。

## **2.6 小结**

为综合分析以及横向对比各个国家及地区间对于资管机构气候相关风险管理及信息披露的监管力度和侧重点，本文将当前各国监管政策归纳制表（图表7），得到关键发现如下：在气候风险评估和管理层面，国际上普遍已发布专门针对金融机构气候风险的监管政策，鼓励呼吁金融机构将气候因素纳入投资管理及风险管理流程中，但并非所有的国家都专门针对资管机构发布了气候相关的监管政策。在气候相关信息披露方面，各国监管当局及交易所普遍参考采纳TCFD工作组的披露指南，按照治理、战略、风险管理、指标与目标的核心框架要求金融机构开展信息披露工作，且已明确要求机构所需披露的气候相关指标类型及所使用的情景分析方法。

从地区层面看，欧盟在推动资管机构识别气候相关机遇与风险、使用情景分析及压力测试工具评估管理气候风险及指引机构开展气候信息披露的工作上均处于前列，亚洲地区较多将气候因素纳入环境风险的评估和管理要求中，而非专门针对气候风险出台政策。与此同时欧洲及大洋洲等地区的监管政策则较多围绕可持续及ESG风险，同时也会制定专门针对气候风险管理的监管政策要求。

总体来看，管理并要求资管机构披露投资活动产生的气候影响将会是确保金融活动与巴黎协定目标保持一致的长久任务。随着未来监管机构对于资管机构气候风险管理和披露的预期正在不断加强，气候风险管理与披露将逐步从自愿监管过渡到强制监管状态。然而现阶段，以披露和测算组合碳排放或碳排放强度为主的信息披露，更多体现了投资活动对气候变化产生的影响，而针对气候风险对投资组合影响的分析方法和披露存在着较大空白。更加科学、合理的评估方法是业界所需要的，金融机构基于系统性的评估方法论和工具可更好了解气候变化对投资组合和客户的潜在影响，从而有针对性地增加相关人力资源投入，提升相应技术能力，为降低系统性金融风险提供支持。基于此，以下章节将从文献综述角度，聚焦学术界已有相关成果和结论，整理展示学术研究中针对股票组合气候风险分析的文献，以期从理论层面上了解气候变化对投资组合影响的共性，对关键性结论进行归纳总结，推动弥补业界当前针对气候风险对投资组合影响的分析方法的空白。

图表 7 主要国家或地区对金融机构气候风险的监管政策比较

国家或地区 <sup>e</sup>	金融机构气候风险监管情况				气候信息披露要求与 TCFD 对齐程度					气候风险评估要求	
	金融机 构可持 续风险 (含气 候)政 策	针对资 管机构 可持续 风险 (含气 候)的 政策	金融机 构气候 风险政 策	专门针 对资管 机构气 候风险 的政策	政策提及参 考或建议参 考 TCFD 框 架	包含治 理披露 要求	包含战略披 露要求(包 含气候风险 识别)	包含 风险 管理 披露 要求	包含指 标与目 标披露 要求	指定特 定气候 指标披 露要求	要求使 用情景 分析或 进行压 力测试
中国内地	√	√				√		√	√		
中国香港	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
欧盟	√	√	√		√	√	√	√	√		
英国	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
新加坡	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
澳大利亚			√		√	√		√	√	√	√
新西兰			√				√		√		

资料来源：官方公开文件整理归纳。

<sup>e</sup> 此处主要针对适用于国家或地区全部法定管辖区的政策做梳理。

### 3、文献综述：气候风险对投资组合的影响

近年来气候事件频发、气温逐渐升高，主要国家地区监管机构对气候变化的重视程度也不断上升，气候风险逐渐进入全球投资者的视野中，越来越多的投资者已经或正考虑在投资中对气候风险进行识别、评估与管理。本章节将从学术角度展示气候风险将如何对企业主体和股票投资组合产生影响、如何评估气候风险的影响，以及如何将评估结果实践落地。

## 3.1 气候风险与企业财务指标

气候风险对投资组合的主要影响渠道之一即为通过企业生产活动及财务情况传导。正如在第一章节中所言，物理风险与转型风险可通过影响被投企业的财务状况、财务表现与现金流等，进而影响对应股票与投资组合。具体而言，不同风险类别的传导路径稍有不同。

对于物理风险，急性物理风险的传导链条较短，主要体现在对资产的直接破坏；慢性物理风险的传导链条则较长，通过在长期内对生产力、供应链、交通物流等方面的累计负面影响，对企业正常营运施加压力。转型风险类别广泛，其传导路径也更为多元，例如，开发低碳的新技术将增加研发投入，从而影响企业资产情况与现金流；低碳经济促增市场低碳产品需求，这对碳足迹较高的产品则将造成一定冲击，影响对应生产企业营收，同时也将改变市场产品矩阵的供求关系与生产成本的连锁变化；政府监管与财政支持或限制政策的变化，可能会对无法及时完成低碳转型的企业造成一定压力。这些对相关企业的经营状况的影响将体现在企业财务报表上的各种财务指标的变化<sup>[31]</sup>，进而影响投资组合中相应标的的价值。在本小节中，本文将通过文献梳理，展示气候风险对企业部分财务指标的影响，通过对典型传导渠道的分析以展示气候风险对企业财务表现的冲击。

### 3.1.1 气候风险与收入

气候相关物理风险对收入的影响可体现在企业直接运营和价值链两方面。

一方面，气候风险可能会导致产业供应链条的中断和延迟，进而影响产业链内企业的营收情况。有研究发现极端天气条件导致的气候风险对全球粮食生产和运输产生了重大影响，这种对食品、采矿和物流行业的直接影响会延伸到全球供应链网络，从而影响链条内企业的营收。气候风险与供应链之间的影响往往是双向的。除了气候变化会导致供应链的中断外，全球供应链运营过程中过度使用资源，会造成温室气体排放量增加，从而加剧气候变化<sup>[32]</sup>。

另一方面，气候风险的影响也会导致生产率的降低，从而影响企业营收情况。有研究指出气候政策的不确定性通过影响企业生产资本，进而对企业全要素生产率有不利影响<sup>[33]</sup>。不同地区企业的生产受气候风险的影响程度可能不同。例如，Liu 等人<sup>[34]</sup>则针对气候风险对中国制造业企业的影响，发现气候风险显著降低了制造业企业的全要素生产率，尤其在秦岭—淮河以北及中、东部地区；就影响渠道而言，气候变化通过影响劳动力工作效率等影响企业盈利能力，进而对企业融资、研发投入等形成限制，最终对制造业企业的全要素生产率造成负面影响。

### 3.1.2 气候风险与杠杆状况、融资成本

气候风险对企业资产负债情况也有一定影响，从文献上看可主要体现在负债期限结构与杠杆率上。急性和慢性物理风险以及危害程度一定程度上影响公司贷款期限。例如，有研究<sup>[35]</sup>发现，在急性物理风险（洪

水、火灾、热浪、飓风)高发的国家,企业往往持有更多的现金,对短期借款的依赖更少,而更多地依赖长期借贷。气候风险对企业杠杆率也有一定影响。Nguyen 和 Phan<sup>[36]</sup>的研究中指出,在碳排放政策收紧趋势下,高碳排放公司面临着更大的财务困境风险,进而促使其调低杠杆。

企业的气候风险敞口一定程度上与融资成本呈正相关关系。Park 和 Noh<sup>[37]</sup>的研究指出,温室气体排放量和单位营收能耗高的企业有更高的资本成本。Chen 和 Gao<sup>[38]</sup>的研究也指出企业的权益成本与债务成本将随气候风险暴露水平的增加而增加。就债务融资而言,气候风险一定程度上将增加企业违约率,拉低企业信用评级,进而限制企业的债务融资渠道,增加企业的债务融资成本<sup>[39][40][41]</sup>。就股权融资而言,气候风险也可能在一定程度上会增加公司的股权融资成本。例如,杜剑等人<sup>[42]</sup>采用文本分析和机器学习技术构建了气候风险指标来研究气候风险对权益资本成本的影响,结果发现,转型风险与权益资本成本显著正相关,且气候风险与权益资本成本的关系在高碳企业与低碳企业中存在显著差异。图表 8 对典型的文献进行了梳理。

为方便理解,我们也在图表 9 列举几个风险对企业的财务影响路径,以更直观地展示气候风险对企业生产运营的影响。

图表 8 气候风险对企业财务影响的文献梳理

主题	文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
收入	Climate policy uncertainty and firm-level total factor productivity : Evidence from China	Xiaohan Ren ; Xiao Zhang ; Cheng Yan ; Giray Gozgor	Energy Economics	2022年7月	2605家公司	2009-2020	文章使用中国 A 股上市公司在 2009-2020 年间的年度数据,开展了气候政策不确定性对公司全要素生产率的回归分析。文章所用的气候政策不确定性指数来自于 Gavriilidis (2021) 的研究,该指数基于美国主要报纸新闻文章开发,用于衡量美国气候变化政策不确定性。文章认为,美国作为世界最大经济体,其气候政策不确定性指数可代表全球气候风险,因此也会对中国经济发展产生影响,因而可以采用。文章在回归中同时也控制了公司规模、杠杆等变量。	主要研究结果如下:(1)气候政策不确定性显著降低了企业层面的全要素生产率,对低生产率企业的影响大于对高生产率企业的影响;(2)气候政策不确定性对私营企业、劳动密集型企业 and 资本密集型企业的全要素生产率的负向效应最为明显;(3)气候政策不确定性限制了研发投入,减少了自由现金流。这些结果表明,气候政策不确定性对企业层面全要素生产率的负向影响主要体现在对企业资本状况的影响上。经过一系列稳健性测试并控制内生性后,文章的研究结果仍然有效。文章结果体现,政府应出台前瞻性的气候政策,以减少政策不确定性的负面影响。
收入	Managing climate change risks in global supply chains: a review and research agenda	Ghadge, Abhijeet; Wurtmann, Hendrik; Seuring, Stefan	International journal of production research	2020年1月	90篇跨学科文章	2005-2018	文章通过系统文献综述方法 ( Systematic Literature Review )以及数据挖掘方法,研究了 2005 年至 2018 年间的 90 篇跨学科文章。专题和描述性分析确定了气候变化风险的来源、后果和管理机制。	研究发现,极端天气条件导致的气候变化对全球粮食生产、自然资源和运输产生了重大影响。这种对食品、采矿和物流行业的直接影响会延伸到其他相互关联的全球供应链网络。气候变化和供应链分别通过自然灾害和温室气体 ( Green House Gas , GHG ) 排放相互影响。
收入	气候变化冲击下的制造业企业全要素生产率—	刘波;李芸琪;蒋银娟	湖南大学学报 ( 社会科学版)	2023年1月	674,586 个观测	1999-2007	文章基于微观企业生产理论框架,利用县级地理单元的气候数据以及 1999-2007 年中国工业企业数据库,从机制分析和实证检验两个方面研究气候变化对制造业企业全要素生产率的影响及作用机制。文章使用 1997-2007	文章结果表明:气候风险显著降低了制造业企业的全要素生产率,秦岭—淮河以北及中、东部经济地区尤甚;机制分析表明,气候风险削弱了制造业企业的盈利能力,导致企业的融资约束强化、研发投入减少,最终降低了制造业企业的全要素生产率;进一步分析发现,

主题	文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
	一机制分析与实证检验				对象		年中国工业企业数据库,在基准回归中,使用改进后的 OP 方法测度全要素生产率,在稳健性检验中,采用 LP 方法测度全要素生产率。文章以标准化年均气温的绝对值来衡量气候风险,并控制了企业营业能力、研发投入、新增投资等一系列变量。	制造业企业所在区县较强的金融服务能力能够显著缓解气候风险对全要素生产率的负面冲击。
融资成本	Relationship between climate change risk and cost of capital	Park, Jeong hwan ; Noh, Jung Hee	Global Business & Finance Review	2018年6月	1083家公司 - 年观测值	2011-2015	文章利用 2011 年至 2015 年韩国温室气体信息中心公布的企业 GHG 排放和能源消耗来衡量企业面临的气候变化风险,并使用韩国 NICE 公司提供的加权平均资金成本来衡量企业资金成本。文章对按照企业 GHG 排放与能源消耗情况由低至高分别将样本企业分成 10 组,并对应赋值 0-9;根据 GHG 排放与能源消耗的赋值情况,文章对每个企业计算了同时考虑 GHG 排放与能源消耗的气候风险变量。该气候风险变量将作为核心自变量,加入到对 WACC 的回归分析中,同时控制了公司规模、杠杆等一系列变量。	文章分析发现,气候变化风险越高的企业,其资本成本越高。具体的, GHG 排放量和单位销售额能耗高的公司拥有更高的资本成本。同时,经行业平均调整后的气候变化风险指标与资金成本呈正相关。此外,文章发现在气候变化风险高的行业中,气候变化风险与资本成本之间存在显著的正相关关系。
融资成本	The impact of climate vulnerability on firms' cost of capital and access to finance	Gerhard Kling ; Ulrich Volz ; Victor Murinde ; Sibel Ayas	World Development	2020年8月	来自 71 个国家的 152 65 家公司	1999-2017	文章使用来自汤森路透 Eikon 数据库的公司级数据以及基于 ND-GAIN 气候脆弱性指数的不同气候脆弱性衡量标准,通过调用面板数据回归和结构方程模型。文章构建了一个新的气候脆弱性指数评价模型,并使用面板工具变量回归来解决内生性问题。	实证研究结果表明,气候脆弱性通过限制融资渠道的影响,直接或间接地增加了债务成本。然而,文章发现部分证据表明气候脆弱性会影响公平成本。从 1991 年到 2017 年,气候脆弱性对债务成本平均增长直接影响为 0.63%。此外,气候脆弱性对金融杠杆的影响的间接影响也增加了 0.05%。

主题	文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
融资成本	The Pricing of Climate Risk	Linda H. Chen ; Lucia Silva Gao	Journal of Financial and Economic Practice	2012年3月	182家公司的年观测值	2002, 2003, 2006, 2007, 2008	文章使用从 EPA 发布的 EGRID 中的美国上市电力公司碳排放指数去衡量气候风险, 同时为了衡量气候风险的市场定价, 文章测算了样本公司的隐含股权成本。文章用碳排放指数对隐含股权成本做回归分析, 并对公司规模等一系列公司变量做了控制。	通过对美国上市电力公司的二氧化碳排放率进行分析, 文章得出权益成本和债务融资成本随着气候风险暴露水平的增加而增加的结论。此外, 债务成本随着资本密集度的提高而降低, 表明债券投资者重视当期资本投资带来的效率提升。研究结果还表明, 随着新资产的增加, 权益成本降低, 债务成本增加。
融资成本	气候转型风险和物理风险的分析方法和应用——以煤电和按揭贷款为例	马骏;孙天印	清华金融评论	2020年9月	未说明	-	文章通过构建气候转型风险和物理风险模型, 分别就气候转型因素对我国煤电企业违约率的影响和未来台风对我国沿海地区房贷违约率的影响进行了分析。文章选用几个国内大型发电企业作为研究对象, 以企业过去几年的财务报表作为基础数据, 在考虑了上述可能发生的未来冲击和影响因素之后, 预测未来 10 年的财务指标; 再把这些受到影响的财务指标输入违约率模型, 最终得出受到转型因素影响下的违约率结果。通过对比受冲击情景 (假设企业未来不受转型因素影响, 业务发展一切照常) 违约率的差异, 可以得出冲击因素对煤电企业贷款违约率的影响。	在各种气候转型因素的影响下, 我国煤电企业的年度违约概率可能会从 2020 年的 3% 左右上升到 2030 年的 9% ~ 24%。在影响煤电企业违约率的各个转型因素中, 新能源价格竞争因素对煤电企业未来的影响可能最大, 将可能使违约率升高近 1000 个基点; 其次是碳价上涨和需求减少因素, 这些因素可能会导致违约概率分别升高 900 和 600 个基点。在比较极端的情况下, 未来 30 年内台风的加剧会将住房按揭贷款违约率从当前水平 (历史规律下的台风破坏影响已被纳入) 提高 2.5 倍。
融资成本	气候风险影响权益资本成本吗? ——来自中国上市公司年报文本分析的经验证据	杜剑;徐筱彧;杨杨	金融评论	2023年6月	3215家A股上市公司	2007-2020	本文采用文本分析和机器学习技术构建了气候风险指标来研究气候风险对权益资本成本的影响, 并对 2007 年至 2020 年的 3215 家中国 A 股上市公司样本进行实证分析。文章结合已有的英文“气候风险”词集、大量人工研读分析及国家气象科学数据中心披露的数据, 以 2007-2020 年中国 A 股上市公司	文章发现, 气候风险会导致企业权益资本成本升高, 该结果在一系列稳健性检验下依然成立。机制研究发现, 降低信息不对称程度、吸引机构投资者、多元化经营以及使用衍生金融工具可以缓解气候风险对权益资本成本的负面影响。进一步研究发现, 转型风险与权益资本成本显著正相关, 而物理风险对权益资本

主题	文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
							年报为研究对象,通过文本分析和机器学习方法确定中文“气候风险词典”,通过计算“气候风险”拓展词集总词频从而构建气候风险指标。文章利用 PEG 模型对企业权益资本成本进行估计,并做气候风险指标对企业权益资本成本的回归分析,同时控制了公司规模、资产负债率等一系列变量。	成本的影响并不显著;气候风险与权益资本成本的关系在高碳企业与低碳企业中存在显著差异。
融资成本	The impact of climate change on the cost of bank loans	Siamak Javadi ; Abdullah -Al Masum	Journal of Corporate Finance	2021年6月	524家	1986-2017	文章基于 Palmer Drought Severity Index (PDSI) 来开发气候风险衡量方法, PDSI 为研究中普遍使用的一项干旱指标,涵盖 48 个美国州。文章以公司总部所在地来决定气候风险暴露敞口,并利用回归实证分析来衡量美国公司贷款利率与气候风险敞口之间的关系。	文章实证结果表明,受气候变化影响较高的地区,企业支付的银行贷款利率要高得多。为了减轻公司总部确定气候风险敞口相关的担忧,文章利用公司与其客户之间的经济联系,发现公司客户面临的气候风险会对公司的借贷成本产生不利影响。在横截面数据中,结果发现评级较差的公司的长期贷款推动了这种效应。总体而言,文章证据表明,贷款人越来越多地将气候变化视为一个相关的风险因素。
财务杠杆	Carbon risk and corporate capital structure	Justin Hung Nguyen ; Hieu V. Phan	Journal of Corporate Finance	2020年8月	209家	2002-2013	研究利用澳大利亚批准《京都议定书》(该议定书要求该国减少碳排放,从而使澳大利亚公司面临更高的碳风险)作为一项准自然实验,以研究碳风险对公司资本结构的因果效应。文章利用双重差分模型来分析该事件对碳排放较高的公司与碳排放较低的公司财务杠杆变化的影响。	文章发现,《京都议定书》的批准(即转型压力的来源)导致高碳排放公司的财务杠杆率下降,而这种下降对于财务状况受限的公司更为明显。进一步的分析表明,碳风险的增加会导致财务困境风险的增加,从而促使企业降低财务杠杆。
财务杠杆	The impact of climate risk on firm performance and	Henry He Huang ; Joseph Kerstein ;	Journal of International Business Studies	2017年9月	353-906家	1993-2012	文章利用 Germanwatch 发布的全球气候风险指数来衡量气候风险,该指数在国家层次衡量了极端天气事件造成的损失。文章以回	文章发现了大风暴、洪水、热浪等所造成的损失可能与较低且不稳定的收益和现金流相关。与试图缓解这种影响的政策一致,文章显示,位于更易发生恶劣天气国家的公司更有可能持有更多的现金,从而建立面对灾害的财务缓冲空间,及对应对气候灾害的组织韧

主题	文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
	financing choices: An international comparison	Chong Wang			观察值		归分析作为主要研究手段，并控制了公司层面及国家层面的变量。	性。这些公司也往往有较少的短期债务,但有较多的长期债务,而且不太可能有现金分红。另外,文章发现某些行业在极端天气下不那么脆弱,所以面临较少的气候相关风险。

图表 9 气候风险对企业的财务影响示例

风险类型	风险描述	影响方式*	主要影响行业	主要财务影响
<b>急性物理风险</b>	极端高温/寒潮/台风	直接影响	农业、制造业、采矿业、交通运输业、建筑业	运营成本增加
		间接影响	批发零售业、房地产业	收入减少
<b>慢性物理风险</b>	干旱/水资源短缺	直接影响	严重依赖水资源的农业、食品制造、纺织业和水电行业	运营成本增加
<b>转型风险-政策风险</b>	低碳转型政策带来资产搁浅风险	直接影响	碳密集型行业	资产减值
	气候政策不确定性增加，给全要素生产率带来负面影响	直接影响	碳足迹较高的产品	收入减少
<b>转型风险-技术风险</b>	低碳生产技术研发失败	直接影响	有低碳生产需求的行业企业	融资成本提高
<b>转型风险-声誉风险</b>	投资者投资决策和偏好	直接影响	碳密集型行业	融资成本提高

\* 影响方式分为直接影响与间接影响。其中直接影响为气候风险直接影响企业的生产与运营，间接影响为气候影响企业的上下游，进而波及至企业业务活动，例如气候风险可能影响批发零售业的上游供应链，从而影响收入。

### 3.2 气候风险与投资组合

现阶段，聚焦于股票型基金气候风险的分析与应用相关的学术研究依然比较有限。因此，我们重点梳理了投资组合层面有关的两类研究：一是气候风险与股票表现的相关关系；二是气候风险情景分析在投资组合中的应用研究。

就市场表现而言，已有研究表明以温度变化为代表的物理风险对股票市场的负面冲击，而政策冲击等带来的转型风险研究相对较少。

从物理风险上看，股票价格对升温、干旱等物理风险较为敏感，在食品等高温敏感的行业表现更为明显。Acharya 等人<sup>[43]</sup>就热浪这一物理风险对包括股票在内的金融资产价格的影响做了实证分析，结果发现热浪压力与股票预期回报呈正相关关系，即股票市场对热浪这一物理风险的风险溢价为正。有研究通过做空干旱国家的食品行业股票和做多无干旱国家的食品行业股票的投资组合，实现了 30 年（1985-2015）年化回报率为 7%；其中，对于干旱历史少的国家，超额回报更高，体现气候意外事件对回报的重要作用<sup>[44]</sup>。此外，Cuculiza 等人<sup>[45]</sup>也证明，股票回报对异常温度变化非常敏感。研究利用对每家公司的超额回报与气温做滚动回归，以衡量公司对温度变化的敏感性，并据此设计交易策略，产生了 4.22% 的年化风险调整回报率。

从转型风险来看，部分研究者利用文本数据研究气候相关政策带来的转型风险对股票市场的冲击。例如，国际货币基金组织的一项研究聚焦于油气行业，利用自然语言处理模型分析针对气候变化的减缓政策带来的风险，并研究该风险对加拿大油气公司股票的影响。研究表明，与气候变化减缓政策有关的风险因子已在所覆盖的市场中被定价。就加拿大市场而言，从统计学角度，油气行业公司的股票表现对较宽松的气候减缓政策反应积极，而对严格的气候减缓政策则没有显著的负面反应<sup>[46]</sup>。

碳排放作为碳成本的决定因素之一，也可作为转型风险的衡量指标之一。有研究发现，碳排放能带来正的风险溢价。Bolton 与 Kacperczyk<sup>[47]</sup>在控制了规模、市净率、动量和其他预测回报的因素后，发现二氧化碳总排放量（和排放量变化）较高的公司的股票有更高的回报，这体现了市场上存在着正的碳风险溢价，可能表明投资者已经要求公司对碳排放风险敞口进行补偿。

也有研究表明气候风险越低的股票组合享有更高的回报率。State Street Global 利用第三方数据上提供的 CVaR 数据，选取 CVaR 数值较低（即转型风险较低）的股票构建投资组合，在 2018 年 6 月至 2022 年 3 月的时间段内进行回测。相比于其基准指数罗素 1000 指数，该组合有更高的回报率以及更高的夏普比率。同时，在回测期内出现极端天气事件的时期，该组合的回报率较基准更高。例如，在 2021 年 6-10 月间，美国遭遇热浪与飓风艾达，该组合回报率高于基准 86 个百分点。<sup>[48]</sup>

图表 10 气候风险对投资组合影响的文献梳理

文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
Is Physical Climate Risk Priced? Evidence from Regional Variation in Exposure to Heat Stress	Acharya, V., Johnson, T.C., Sundaresan, S., & Tomunen, T	Social Science Research Network	2022年9月	77214个观测值	2001-2020	文章研究热浪压力对包括大型美国股票的杠杆预期回报率和无杠杆预期回报率的影响。文章首先通过文献综述证明热浪与其对资产的系统影响（通过风险溢价表现）之间的关系是稳定存在的，随后，文章利用实证分析研究股票风险溢价与热浪压力间的关系。在衡量热浪压力上，文章采用全球-地方空间实证适应性衡量系统以及 Moody's 的气候压力数据。	实证结果发现，热浪压力与股票预期回报呈正相关关系，即股票市场物理风险的风险溢价为正，这一方面可能来自于所识别到的风险增加，另一方面来自于投资者对风险认识的上升。文章还探讨了热浪对资产定价的影响渠道，发现能源支出增加与劳动生产率下降是主要的影响渠道。
Do Investors Care About Carbon Risk?	Bolton, Patrick and Marcin T. Kacperczyk	NBER Working Paper Series	2020年4月	3421家公司	2005-2017	文章利用 Trucost 的公司碳排放数据以及 FactSet 的股票回报、公司基本面等数据，在控制公司规模、市净率等因素后，针对公司的三种碳排放指标：总排放水平，排放量增长率以及排放强度，分别对公司股票回报做回归分析。	文章发现，在控制了规模、账面市值比、动量和其他预测回报的因素后，二氧化碳总排放量(和排放量变化)较高的公司的股票获得更高的回报。具体而言，碳风险溢价与公司排放水平及排放增长率有关，与排放强度无关。高排放水平和高排放增长率的公司股票的回报率要高于低排放水平及低排放增长率的公司股票。

文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
Climate Risks and Market Efficiency	Harrison Hong, Frank Weikai Li, Jiangmin Xu	Journal of Econometrics	2017年3月	31个国家共1047家公司	1985-2014	文章主要研究食品公司的股票价格是否反映了干旱趋势。文章将食品加工、饮料及农业行业定义为食品行业，并利用 PDSI 来衡量干旱的时间趋势，并认为过往有干旱经历多的，干旱脆弱程度低，反之干旱脆弱程度高。文章随后则依据干旱脆弱程度高低对国家进行分组。在此基础上，文章对干旱脆弱程度对股票价格进行了面板回归分析，研究不同干旱脆弱程度对股票价格的影响。	文章发现，干旱脆弱程度的高低可以预测股票回报。干旱脆弱程度最低的国家，食品行业在研究时间段内实现的月化超额回报为 0.33%，而对于干旱脆弱程度最高的国家，对应月化超额回报达到 0.89%，体现气候突发事件对回报的重要作用。
Temperature Sensitivity, Mispricing, and Predictable Returns	Cuculiza, Carina; Kumar, Alok; Xin, Wei; Zhang, Chendi	Social Science Research Network	2019年2月	2178893个观测值	1968-2020	文章研究温度变化与公司股票表现之间的关系。文章创新性地采用了衡量公司温度敏感性的新方法，通过使用美国环境信息国家中心的数据，对每家公司的超额回报与气温做滚动回归，以衡量公司对温度变化的敏感性。在此基础上，文章进行了温度敏感性对公司表现与回报的回归分析。	文章发现，对气温敏感程度高的股票被过度定价，这类股票未来盈利能力较低，公司政策风险更大，且未来回报较低。相对于当地机构投资者，非当地机构投资者倾向于更多配置气温敏感程度高的公司，且非本地的卖方股票分析师对这些当地公司的预测精确度更低，一定程度上解释了错误定价的原因。文章结果显示，金融市场对公司有关气候变化的信息反应不足，这创造了回报可预测的机会。在样本期 1968-2020 内，利用该信息的交易策略产生了风险调整后的年化 4% 回报。

文章	作者	刊物	发表时间	样本量	样本时段	研究方法	结论
Decomposing Climate Risks in Stock Market	Yuanchen Yang, Chengyu Huang, Yuchen Zhang	IMF Working Papers	2023年6月	-	2005-2020	文章使用机器学习来研究气候减缓政策带来的风险是否在加拿大市场中被定价。文章用最新的自然语言处理模型，对 2005-2020 年的金融时报中有关气候减缓政策的新闻进行文本分析，利用监督机器学习模型生成气候减缓的风险指标。文章针对 S&P TSX 指数中的加拿大油气公司，利用一系列资产定价模型，去研究该气候风险因子是否有正的或负的风险溢价。同时，文章还对比研究了美国和欧盟的公司，分析加拿大的公司是否对气候减缓政策的新闻更加敏感。	文章发现，油气行业股票对严格和宽松的气候政策的反映是不对称的。宽松的气候政策与油气公司股票之间有显著的正相关关系，而严格的气候政策与油气公司股票之间的关系则不显著。相比于美国和欧盟的公司，加拿大的公司股票价格对气候政策的新闻更加敏感。

## 4、实证检验：沪深 300 指数气候风险特征分析

本章实证检验选用了业界常用的气候在险价值（Climate Value-at-Risk, CVaR）数据作为气候风险的衡量指标，使用了多家国内外专业数据提供商的 CVaR 数据对以沪深 300 组合为代表的 A 股市场进行气候风险分析。首先，检验了各家数据提供商 CVaR 数据的相关性；其次，分情景统计了不同程度的转型风险和物理风险区间样本上市公司市值分布情况，进一步，描述了样本转型风险和物理风险的总体情况，对比分析了多家数据供应商的差异；再次，分行业对比分析了样本的转型风险和物理风险特征；最后，将样本的物理风险和转型风险分别对企业自由现金流、企业营收等财务指标的相关性进行分析，以期探究气候风险与文献综述所提及的主要财务指标之间的关系。

### 4.1 气候风险数据与样本

#### 4.1.1 研究数据

此次研究中我们选取了五家提供 CVaR 气候风险数据供应商，分别是鼎力、妙盈、有机数、MSCI 以及商道融绿的气候风险数据作为研究样本进行投资组合气候风险的评估，同时对不同数据商对气候风险数据的一致性进行测试。在研究中我们选取情景分析的方式将各家的数据在同样的情景下进行比对，将物理风险和转型风险分别进行研究。为尽量对齐数据便于比较，物理风险上，我们统一五家数据商的物理风险数据在 IPCC 的 RCP8.5 情景进行组合物理风险评估和数据比对；转型风险上，我们则采用 NGFS 的 2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型和国家自主贡献四个情景进行评估和数据比对。

图表 11 各家气候风险数据详情及比较基准<sup>f</sup>

	MSCI	鼎力	妙盈	商道融绿	有机数
<b>物理风险</b>					
<b>提供情景</b>	提供所有 SSP 情景，NGFS 情景基于 NGFS PHASE3 进行搭建，里面包括五种 NGFS 情景，因为默认升温 1.5 度情景下 2050 年净零排放和分歧净零情景下的物理风险不会发生变化，输出数值是一样的。所以提供除分歧净零情景在外的所有 NGFS 情景	提供 3 种 RCP 情景，分别为 RCP2.6、RCP6.0 和 RCP8.5 情景	提供 2 种 SSP 情景，分别为 SSP2-4.5 和 SSP5-8.5 情景	提供 2 种 RCP 情景，分别为 RCP8.5 和 RCP2.6 情景	提供 RCP8.5 情景与 4 种 NGFS 情景，分别为 2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献情景
<b>模型更新时间</b>	模型于 2023 年三季度更新	模型于 2023 年 6 月 30 日更新	模型于 2023 年 5 月更新	模型于 2023 年 7 月 31 日更新	模型于 2023 年 4 季度更新
<b>EVIC 采用时间</b>	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日
<b>模型折现时间</b>	2080 年	2080 年	2080 年	2080 年	永续
<b>NGFS 情景阶段</b>	Phase 3	Phase 4	Phase 2	Phase 2	Phase 4
<b>比对采用</b>	SSP8.5 情景	RCP8.5 情景	SSP5-8.5 情景	RCP8.5 情景	RCP8.5 情景
<b>物理风险 CVAR 展示方式</b>	百分比	百分比	百分比	取 0-1 之间的绝对值	百分比

<sup>f</sup> 关于气候情景和术语的详细介绍，请参考附录 1。

	MSCI	鼎力	妙盈	商道融绿	有机数
<b>转型风险</b>					
<b>NGFS 情景</b>	提供 5 种 NGFS 情景，默认在 3° 现有政策情境下转型风险为 0，所有将该情景输出结果排除在外，提供情景分别为 2050 年净零排放、分歧净零、低于 2°、延迟转型和国家自主贡献情景	提供 7 种 NGFS 情景，分别为 2050 年净零排放、低于 2°C、低需求、延迟转型、国家自主贡献、现有政策和 3° 支离破碎的世界情景	提供 6 种 NGFS 情景、2050 年净零排放、分歧净零、低于 2°C、延迟转型、国家自主贡献和 3° 现有政策情景	提供 6 种 NGFS 情景、2050 年净零排放、分歧净零、低于 2°C、延迟转型、国家自主贡献和 3° 现有政策情景	提供 4 种 NGFS 情景，分别为 2050 年净零排放、低于 2°C、延迟转型和国家自主贡献情景
<b>模型更新时间</b>	模型于 2023 年三季度更新	模型于 2023 年 6 月 30 日更新	模型于 2022 年 12 月更新	模型于 2023 年 10 月更新	模型于 2023 年 4 季度更新
<b>EVIC 采用时间</b>	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日	2023 年 9 月 30 日
<b>模型折现时间</b>	2050 年	2050 年	2050 年	2050 年	永续
<b>NGFS 情景阶段</b>	Phase 3	Phase 4	Phase 2	Phase 2	Phase 4
<b>比对采用情景</b>	2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献	2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献	2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献	2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献	2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献
<b>转型技术机遇</b>	有	无	无	无	有
<b>是否区分股票和公司 CVaR</b>	有分类，公司，股票，债券都有 CVAR,股票 CVAR 拿股票市值做输出结果百分比的分母，债券 CVAR 拿债券面值做输出结果百分比的分母，公司层面 CVAR 拿公司 EVIC 做输出结果百分比的分母	无分类，输出方面为公司层面的 CVAR，分母为公司 EVIC	无分类，输出方面为公司层面的 CVAR，分母为公司 EVIC	无分类，输出方面为公司层面的 CVAR，分母为公司 EVIC	无分类，输出方面为公司层面的 CVAR，分母为公司 EVIC

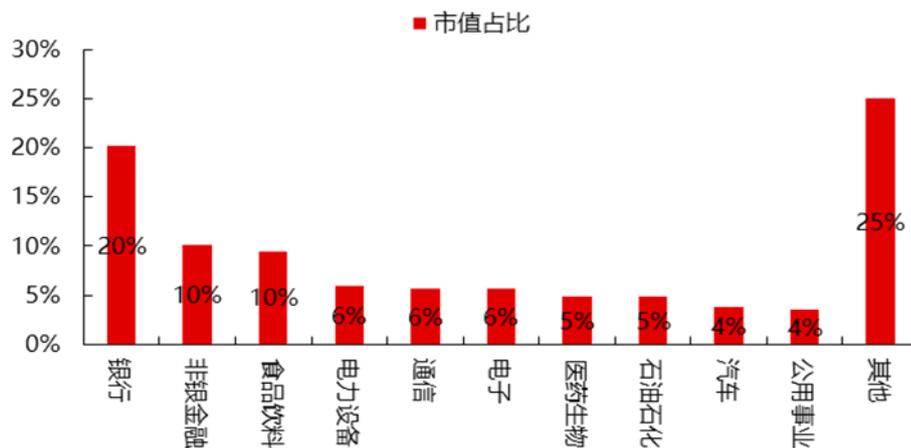
注：尽管不同数据供应商的气候风险数据模型是基于不同阶段的 NGFS 情景，我们根据现有数据供应商提供的气候情景，最后筛选 2050 年净零排放、低于 2°、延迟转型、国家自主贡献的气候情景分析，上述四种情景在不同阶段的 NGFS 情景。

### 4.1.2 样本空间——沪深 300

在股票组合上，我们选取截止到 2023 年 10 月 31 日的沪深 300 作为样本空间，观测不同情景下上市公司气候风险特征。从行业分布上看，沪深 300 涵盖申万一级行业 32 个，二级行业 125 个，三级行业 260 个，涵盖范围较广。前十大权重股基本上涵盖了 A 股市场各个细分行业中的龙头公司的股票，样本可以反映出 A 股市场大市值上市公司股票的总体表现。

截止到 2023 年 10 月 31 日，沪深 300 指数中数量最多的行业依次为：电力设备 34 家，电子 28 家，非银金融 26 家，医药生物 23 家，银行 21 家，计算机 18 家，食品饮料 13 家。沪深 300 指数中权重最大的行业依次为：银行 20%，非银金融 9%，食品饮料 9%，电力设备 6%，通信 6%，电子 6%，生物医药 5%，石油石化 5%。

图表 12 沪深 300 行业权重分布（按市值计算）



## 4.2 气候风险数据的相关性分析

计算各家数据公司间在不同情形下的转型风险数据相关性。相关系数矩阵显示，对于转型风险，各家数据商的数据均呈现了一定的相关性，其中 MSCI、商道融绿、有机数和鼎力的转型风险数据在各种情景下保持了较高的相关性。妙盈和鼎力的转型风险数据相关性在各个情景下均较高，但妙盈的数据与鼎力以外的其他数据供应商的数据相关性相对较低。对于物理风险，仅妙盈和 MSCI 间呈现弱相关关系，其余数据供应商提供的气候物理风险数据之间均没有明显的相关性。总体来看，各家转型风险的数据相关性高于物理风险的数据相关性，这可能表明在计算气候转型风险时，各家数据供应商底层数据、参数假设、构建逻辑等更为一致。

分情景来看，对于气候转型风险来说，在 2050 年净零排放情景下鼎力与妙盈的数据相关性最高，MSCI、有机数和商道融绿三个数据供应商提供的转型风险数据均保持较高的相关性；低于 2°C 情景下，上述规律与 2050 年净零排放情景相似；在国家自主贡献情景下，相较于 2050 年净零排放情景下，妙盈提供的气候转型风险数据与其他数据供应商数据的相关性下降明显。而在各种不同的情景下，鼎力与其他数据供应商数据相关性保持均较高。

图表 13 各家数据库转型风险相关性矩阵

2050 年净零排放	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
妙盈	1	0.5145	0.5021	0.5022	0.8240
有机数		1	0.7355	0.7328	0.6146
MSCI			1	0.7305	0.5283
商道融绿				1	0.5174
鼎力					1
低于 2°C	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
妙盈	1	0.3670	0.5488	0.5712	0.8160
有机数		1	0.6414	0.6258	0.5701
MSCI			1	0.7388	0.6018
商道融绿				1	0.6035
鼎力					1
延迟转型	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
妙盈	1	0.293	0.5658	0.4546	0.7937
有机数		1	0.6771	0.5442	0.6020
MSCI			1	0.6528	0.6849
商道融绿				1	0.5300
鼎力					1
国家自主贡献	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
妙盈	1	-0.0125	0.3624	0.1465	0.7082
有机数		1	0.6505	0.6404	0.5264
MSCI			1	0.8150	0.7861
商道融绿				1	0.6794
鼎力					1

图表 14 各家数据库物理风险相关性矩阵

RCP8.5	妙盈	有机数	MSCI	鼎力
妙盈	1	-0.0076	0.3672	-0.0422
有机数		1	-0.1561	-0.0392
MSCI			1	0.0137
鼎力				1

注：颜色越深表示相关性越强。

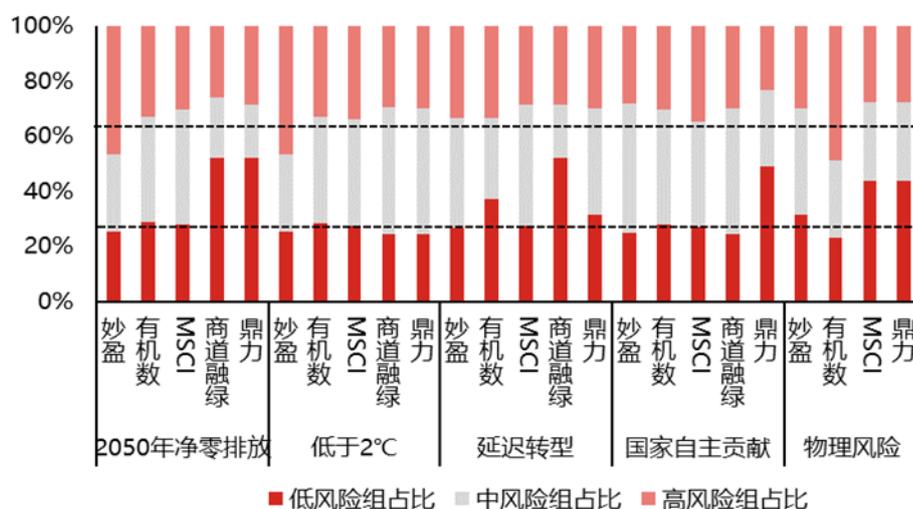
### 4.3 沪深 300 指数的气候风险刻画

参考文献研究和海外主流机构的 TCFD 报告情况，我们选取了一些常见的气候风险刻画方式来表示沪深 300 指数的气候风险暴露情况，并讨论不同情景下、不同数据商测算结果的规律和分歧。

#### 4.3.1 市值暴露比重情况

为呈现沪深 300 指数的气候风险暴露情况，我们在不同情景下将沪深 300 成分股按照气候风险从小到大排序并等分为三组，将气候风险数据数值最小的 33% 成分股记为低风险组、气候风险居中的 33% 成分股记为中风险组，气候风险最高的 33% 成分股记为高风险组，分别将这三个组成成分股价格按指数原始权重相加，计算三组市值占沪深 300 总市值比例。最终结果如图表 15 所示。

图表 15 转型风险和物理风险的上市公司分布情况



转型风险方面，在 2050 年净零排放情景和国家自主贡献情景中，五家数据商结果显示的转型风险暴露市值占比没有一致规律；在低于 2°C 情景下，五家数据商结果一致认为处在低转型风险公司的市值占比较小；在延迟转型情景下，五家数据供应商提供的气候转型风险数据一致认为高转型风险公司的市值占比较小。

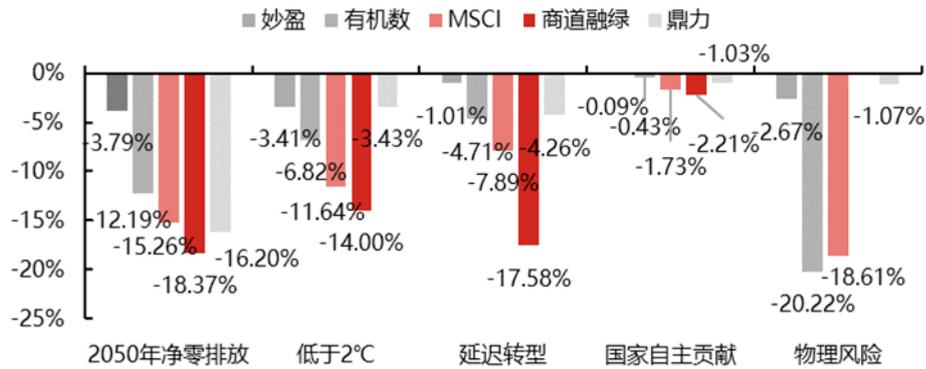
物理风险方面，四个数据供应商的分布情况均不一致，不存在明显规律。根据妙盈的物理风险数据，公司市值主要分布在中物理风险组；有机数的结果显示，公司市值主要分布在高物理风险组；MSCI 数据和鼎力数据结果类似，均显示公司市值主要分布在低物理风险组。

### 4.3.2 绝对暴露情况

为了更具体观察和描述沪深 300 指数的转型风险和物理风险市值暴露，我们可以将整个沪深 300 指数（按市值加权）在各情景下的转型风险与物理风险。整体来看，转型风险方面，五家数据供应商转型风险度量值虽相差明显，但大多呈现随着情景 2050 年净零排放、低于 2°C、延迟转型、国家自主贡献变化呈上升趋势，即转型风险随情景变化逐渐变小的规律（商道融绿和鼎力数据的除外）。这也符合升温越高的情景下，社会所做的气候转型努力越少，从而导致更低的转型风险的逻辑。从物理风险来看，MSCI 与有机数的测算结果接近，风险暴露结果相对较高；妙盈和鼎力的结果接近，风险暴露都很低。

此外，对比五家数据供应商气候风险的数值规律，我们发现妙盈的气候风险数据不论是物理风险还是转型风险，表明其数据的气候风险程度明显低于其他数据商的计算结果。而鼎力的结果仅在 2050 净零排放情景下较低，而在其他场景中数据结果也明显大于除妙盈以外的数据供应商的气候风险数据。

图表 16 沪深 300 转型风险与物理风险特征



### 4.3.3 行业暴露情况

我们还可以从行业视角比较各数据商测算结果的共识和分歧，以便从行业视角分析沪深 300 的气候风险暴露。图表 17 至图表 21 分别展示了在各个情境下各家数据商测算的转型风险最高的前十大行业（按申万一级行业分类）。从转型风险角度，各家数据商结果均显示建筑材料、钢铁、煤炭、石油石化、有色金属、基础化工、交通运输、公用事业等八个行业转型风险较高，在高风险行业筛选上一致性较好（不考虑绝对风险数值情况下）。不过，物理风险视角下，高风险行业分歧则更大，仅在钢铁、农林牧渔、房地产、建筑材料等三个行业有一定的共识。

从不同情景的行业相似度来看，2050 年净零排放情景下各家数据的行业相似度最高，各家数据库普遍认为在气候风险分布前十的行业中九个行业均具有较高的转型风险，分别是钢铁、建筑材料、煤炭、石油石化、有色金属、基础化工、交通运输、建筑装饰、公用事业；低于 2°C 和延迟转型情形下各家数据库略有分歧，各家数据库普遍认为七到八个行业具有较高的转型风险：分别为建筑材料、钢铁、煤炭、石油石化、有色金属、基础化工、交通运输（仅在低于 2°C 情景）、建筑装饰；国家自主贡献情形下各家数据库分歧最大，各家数据库普遍认为五个行业具有较高的转型风险：分别为建筑材料、钢铁、煤炭、基础化工、石油石化。从转型风险前十行业的风险绝对值分布来看，商道融绿和鼎力的行业风险值呈现一定线性规律，而其他三家数据供应商则呈现一定非线性规律，如妙盈排序前两大行业的气候风险值分别是-59%、-56%，远低于排序第三的煤炭行业-33%的风险值，MSCI 排序前两大行业的气候风险值分别是-99%、-93%，远低于排序第三的钢铁行业-73%的风险值，存在明显的数值断层。

物理风险方面行业相似度分歧较转型风险更大，其中仅钢铁、农林牧渔、房地产、建筑材料在每家数据库均处于高物理风险前十出现三次，石油石化、交通运输、建筑装饰、钢铁、有色金属在每家数据库均处于高物理风险前十出现两次。

图表 17 2050 年净零排放情景各家公司转型风险行业前十行业

申万一级	妙盈	申万一级	有机数	申万一级	MSCI	申万一级	商道融绿	申万一级	鼎力
钢铁	-59%	煤炭	-80%	煤炭	-99%	钢铁	-100%	石油石化	-89%
建筑材料	-56%	钢铁	-68%	石油石化	-93%	石油石化	-96%	煤炭	-83%
煤炭	-33%	公用事业	-66%	钢铁	-73%	煤炭	-88%	建筑材料	-66%

石油石化	-17%	石油石化	-48%	建筑材料	-47%	建筑材料	-87%	基础化工	-61%
有色金属	-10%	建筑材料	-47%	基础化工	-44%	基础化工	-78%	钢铁	-48%
基础化工	-6%	交通运输	-37%	公用事业	-25%	交通运输	-54%	通信	-40%
交通运输	-4%	基础化工	-24%	汽车	-23%	建筑装饰	-43%	交通运输	-34%
建筑装饰	-3%	有色金属	-24%	有色金属	-23%	农林牧渔	-29%	公用事业	-33%
公用事业	-3%	建筑装饰	-10%	建筑装饰	-22%	有色金属	-26%	建筑装饰	-32%
通信	-3%	通信	-8%	交通运输	-22%	公用事业	-23%	有色金属	-24%

图表 18 低于 2°C情景各家公司转型风险行业前十行业

申万一级	妙盈	申万一级	有机数	申万一级	MSCI	申万一级	商道融绿	申万一级	鼎力
建筑材料	-55%	公用事业	-66%	煤炭	-97%	钢铁	-100%	建筑材料	-55%
钢铁	-54%	钢铁	-40%	石油石化	-73%	石油石化	-89%	钢铁	-47%
煤炭	-31%	煤炭	-38%	钢铁	-62%	煤炭	-77%	煤炭	-23%
石油石化	-14%	石油石化	-22%	建筑材料	-42%	建筑材料	-67%	公用事业	-14%
有色金属	-9%	建筑材料	-21%	基础化工	-25%	基础化工	-51%	石油石化	-9%
基础化工	-6%	交通运输	-17%	公用事业	-22%	交通运输	-30%	有色金属	-9%
交通运输	-3%	有色金属	-14%	有色金属	-16%	公用事业	-22%	交通运输	-7%
建筑装饰	-3%	基础化工	-11%	交通运输	-15%	建筑装饰	-18%	基础化工	-6%
机械设备	-2%	建筑装饰	-3%	汽车	-12%	有色金属	-17%	通信	-4%
农林牧渔	-2%	通信	-2%	建筑装饰	-12%	农林牧渔	-11%	建筑装饰	-3%

图表 19 延迟转型情景各家公司转型风险行业前十行业

申万一级	妙盈	申万一级	有机数	申万一级	MSCI	申万一级	商道融绿	申万一级	鼎力
建筑材料	-31%	公用事业	-48%	煤炭	-81%	钢铁	-100%	建筑材料	-56%
钢铁	-15%	钢铁	-27%	钢铁	-54%	石油石化	-95%	钢铁	-47%
煤炭	-9%	煤炭	-25%	石油石化	-45%	煤炭	-87%	煤炭	-31%
石油石化	-3%	建筑材料	-14%	建筑材料	-40%	基础化工	-78%	公用事业	-15%
有色金属	-3%	石油石化	-14%	公用事业	-18%	建筑材料	-77%	石油石化	-13%
基础化工	-2%	有色金属	-13%	基础化工	-14%	交通运输	-52%	有色金属	-12%
建筑装饰	-1%	交通运输	-11%	有色金属	-11%	建筑装饰	-35%	交通运输	-10%
农林牧渔	-1%	基础化工	-7%	汽车	-6%	有色金属	-26%	基础化工	-9%
机械设备	-1%	建筑装饰	-2%	交通运输	-6%	公用事业	-23%	通信	-5%
通信	0%	通信	-2%	建筑装饰	-6%	农林牧渔	-22%	建筑装饰	-4%

图表 20 国家自主贡献情景各家公司转型风险行业前十行业

申万一级	妙盈	申万一级	有机数	申万一级	MSCI	申万一级	商道融绿	申万一级	鼎力
建筑材料	-5%	钢铁	-4%	建筑材料	-16%	钢铁	-25%	建筑材料	-24%
钢铁	-2%	公用事业	-4%	煤炭	-14%	建筑材料	-11%	钢铁	-13%

煤炭	-1%	交通运输	-3%	钢铁	-11%	公用事业	-10%	煤炭	-6%
有色金属	0%	煤炭	-1%	石油石化	-8%	石油石化	-6%	公用事业	-4%
石油石化	0%	石油石化	-1%	公用事业	-7%	煤炭	-5%	石油石化	-3%
社会服务	0%	基础化工	-1%	基础化工	-4%	基础化工	-4%	有色金属	-3%
农林牧渔	0%	有色金属	-1%	交通运输	-2%	轻工制造	-3%	交通运输	-2%
建筑装饰	0%	建筑装饰	0%	有色金属	-2%	电子	-3%	基础化工	-2%
基础化工	0%	建筑材料	0%	汽车	-2%	国防军工	-3%	通信	-1%
机械设备	0%	通信	0%	建筑装饰	-1%	家用电器	-3%	建筑装饰	-1%

图表 21 各家公司物理风险行业前十行业

申万一级	妙盈	申万一级	有机数	申万一级	MSCI	申万一级	鼎力
石油石化	-13%	房地产	-53%	石油石化	-65%	家用电器	-3%
建筑装饰	-12%	基础化工	-49%	钢铁	-49%	食品饮料	-3%
钢铁	-8%	电力设备	-46%	建筑装饰	-39%	传媒	-2%
有色金属	-7%	建筑材料	-45%	通信	-34%	轻工制造	-2%
建筑材料	-6%	钢铁	-45%	房地产	-31%	建筑材料	-2%
机械设备	-6%	电子	-44%	公用事业	-25%	国防军工	-2%
农林牧渔	-5%	有色金属	-43%	交通运输	-21%	医药生物	-1%
煤炭	-4%	交通运输	-43%	银行	-20%	银行	-1%
家用电器	-4%	轻工制造	-40%	汽车	-19%	电子	-1%
房地产	-4%	农林牧渔	-35%	农林牧渔	-19%	家用电器	-3%

注：颜色越深表示在不同数据库出现的次数越多，无底色的表示只出现在一个数据库中的行业。

#### 4.4 CVaR 数据与财务数据的截面相关性分析

如文献综述部分所述，企业所面临的气候风险将对其财务表现产生影响，如企业生产经营、自由现金流、资本成本等。一方面，气候风险直接影响企业的生产运营。在气候风险快速变化的时代背景下，随气候政策不确定性的增强，企业的全要素生产率将会降低，使得企业的自由现金流减少（Ren 等，2022）。这将对企业的盈利产生负向影响，将进一步加强企业的融资约束，使得全要素生产率进一步降低（刘波等，2023），造成负向循环。另一方面，气候风险也将使得市场的融资环境紧缩，对企业融资造成更大压力。处于气候风险较高的国家的企业可能面临更大的财务限制，需要承担更高的银行贷款利率（Javadi & Al Masum，2021），在融资渠道的限制下债务成本进一步上升（Kling 等，2020）。表现较差的现金流量也将影响到投资者投资情绪（吴琼，2023），负向影响市场投资决策过程（Park 等，2018），使企业的融资成本上升。为进一步探究气候风险对企业财务表现的具体影响，我们细化企业财务指标，对气候风险给企业财务表现带来的影响进行进一步检验。

由于各家数据商覆盖的周期不同，难以进行文献中多数采用的面板数据研究方法并直接验证其结论，因此，本次研究我们仅采用了截面数据并做截面相关关系分析，其中气候风险数据选取截止到 2023 年三季度。我们将沪深 300 成分股的物理风险和转型风险分别对该公司 2023 年第三季度的资产减值损失、Capex、企业自由现金流、企业营收、企业营收增长率、ROE、企业营业成本、债务融资成本进行相关性分析，首先对财务数据绝对值型数据进行去量纲的处理，再分别计算其相关系数。

当期物理风险、转型风险与财务指标的截面相关性检验结果如图表 22 所示，由于气候风险数值大小与风险实际大小呈相反关系，因此理解实际气候风险与财务指标关系需对图表 22 结果反向处理。结果显示，整体来看在不同情况下，不同数据供应商提供的转型风险、物理风险与公司财务指标相关性不明显，现有文献大部分是从气候风险对企业融资成本再到企业现金流等方面进行探讨，一般认为气候风险会提高融资成本，降低企业现金流，然而从截面数据来看，本文结果发现气候转型风险与债务融资成本、股权融资成本、企业自由现金流在不同情境下均没有明显相关性。

截面数据结果与已有文献观点一致的是，气候转型风险与企业营业成本呈现正相关，与已有文献认为的气候风险会提高企业运营成本的研究结果一致。2050 年净零排放情景下，MSCI 转型风险与企业营业成本低度正相关、营业收入呈现低度正相关，商道融绿的转型风险与企业营业成本呈现低度正相关。

综上，根据 2023 年各家数据供应商提供的气候风险数据来看，气候风险数据与企业财务指标呈现相关关系的数量并不多。不过从另一角度看，转型风险和物理风险的数据为上市公司风险度量提供了新的视角，这个视角下的风险因子与财务指标相关性不高，可以一定程度上避免或降低将其引入投资模型后与财务指标或相关常见因子存在的多重共线性问题，还可以间接验证前文案例分析中降低组合气候风险但控制与基准财务表现偏离的可能性。

图表 22 气候风险值与财务指标相关系数

2050 年净零排放	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
资产减值损失/资产合计	-0.01	0.08	0.07	0.08	-0.01
Capex/资产合计	-0.03	-0.02	-0.07	-0.14	-0.05
企业自由现金流/市值	-0.21	-0.14	-0.11	-0.02	-0.04
企业营收/市值	-0.10	-0.25	<b>-0.31</b>	-0.27	-0.12
营收增长率（同比）	0.06	0.01	0.08	0.02	0.11
ROE	-0.01	-0.16	-0.05	-0.16	0.00
企业营业成本/市值	-0.10	-0.27	<b>-0.33</b>	<b>-0.30</b>	0.06
债务融资成本	0.02	0.04	0.05	0.06	-0.11
股权融资成本	0.12	0.21	0.24	0.23	0.02
低于 2°C	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
资产减值损失/资产合计	-0.01	0.06	0.04	0.04	-0.01
Capex/资产合计	-0.03	-0.06	-0.05	-0.09	-0.05
企业自由现金流/市值	-0.22	-0.02	-0.13	-0.03	-0.04
企业营收/市值	-0.09	-0.16	-0.25	-0.21	-0.12
营收增长率（同比）	0.07	0.00	0.09	0.04	0.11
ROE	0.00	-0.12	-0.04	-0.12	0.00
企业营业成本/市值	-0.09	-0.18	-0.26	-0.22	0.06
债务融资成本	0.02	0.03	0.04	0.04	-0.11
股权融资成本	0.11	0.17	0.21	0.19	0.02
延迟转型	妙盈	有机数	MSCI	商道融绿	鼎力
资产减值损失/资产合计	-0.02	0.04	0.01	0.08	-0.01
Capex/资产合计	-0.03	-0.06	-0.05	-0.13	-0.05
企业自由现金流/市值	-0.23	0.02	-0.14	-0.05	-0.04
企业营收/市值	-0.08	-0.16	-0.22	-0.27	-0.12
营收增长率（同比）	0.09	0.02	0.09	0.02	0.11
ROE	0.03	-0.10	-0.01	-0.17	0.00

企业营业成本/市值	-0.07	-0.18	-0.22	-0.30	0.06
债务融资成本	0.02	0.02	0.03	0.06	-0.11
股权融资成本	0.10	0.16	0.18	0.22	0.02
<b>国家自主贡献</b>	<b>妙盈</b>	<b>有机数</b>	<b>MSCI</b>	<b>商道融绿</b>	<b>鼎力</b>
资产减值损失/资产合计	-0.03	0.06	0.00	-0.05	-0.01
Capex/资产合计	-0.01	-0.05	-0.07	-0.12	-0.05
企业自由现金流/市值	-0.25	0.06	-0.07	0.10	-0.04
企业营收/市值	-0.05	-0.13	-0.18	-0.10	-0.12
营收增长率（同比）	0.14	-0.02	0.07	0.03	0.11
ROE	0.09	-0.24	-0.02	-0.02	0.00
<b>国家自主贡献</b>	<b>妙盈</b>	<b>有机数</b>	<b>MSCI</b>	<b>商道融绿</b>	<b>鼎力</b>
企业营业成本/市值	-0.04	-0.14	-0.18	-0.11	0.06
债务融资成本	0.01	0.02	0.03	0.01	-0.11
股权融资成本	0.06	0.15	0.15	0.06	0.02
<b>物理风险</b>	<b>妙盈</b>	<b>有机数</b>	<b>MSCI</b>	<b>-</b>	<b>鼎力</b>
资产减值损失/资产合计	0.11	0.06	0.12	-	0.04
Capex/资产合计	0.03	<b>-0.31</b>	-0.06	-	-0.01
企业自由现金流/市值	-0.05	0.05	0.15	-	0.03
企业营收/市值	<b>-0.62</b>	0.06	<b>-0.46</b>	-	0.09
营收增长率（同比）	0.06	0.03	0.03	-	0.00
ROE	0.02	0.04	0.02	-	0.02
企业营业成本/市值	<b>-0.69</b>	0.09	<b>-0.48</b>	-	0.00
债务融资成本	0.05	0.03	0.09	-	0.06
股权融资成本	0.26	-0.04	<b>0.33</b>	-	0.00

注：灰色表示变量间中度相关；浅灰色表示变量间低度相关<sup>9</sup>。财务数据来源为万得。

## 5、机构实践：气候风险在投资组合中的应用

在梳理气候风险相关政策，气候风险对股票投资影响，以及对气候风险指标——气候在险值（Climate Value-at-Risk, CVaR）在中国市场上进行实证研究后，我们将在本章聚焦于气候风险在投资组合中的应用。我们将首先展示资管机构披露气候相关信息的情况，进而通过针对性梳理海外头部资产管理机构<sup>h</sup>的气候风险评估与管理，从指标使用与情景选择两方面更进一步地展示资管机构在气候风险评估上的实践情况。

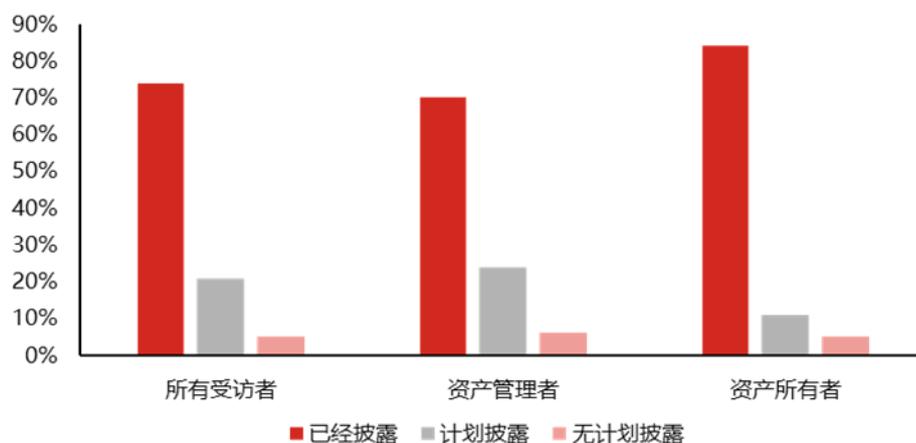
<sup>9</sup> 统计学家 Karl Pearson 将皮尔逊相关系数划分为 4 个区间，皮尔逊相关系数绝对值大于 0.8 时，可认为两变量间高度相关；皮尔逊相关系数绝对值小于 0.8 大于 0.5，可认为两变量中度相关；皮尔逊相关系数绝对值小于 0.5 大于 0.3，可认为两变量低度相关；皮尔逊相关系数绝对值小于 0.3，可认为两变量基本不相关。

<sup>h</sup> 参考 P&I Ratings (<https://www.pionline.com/largest-money-managers/2023-full-list>) 与 ADV Ratings (<https://www.advratings.com/top-asset-management-firms>) 按资产管理规模的资产管理机构排名，并结合机构披露 TCFD 报告情况，选取 32 家机构作为调查对象。P&I Ratings 与 ADV Ratings 是 TCFD 与其他机构在梳理头部资管机构气候披露或其他实践情况时所采用的主要排名参考。

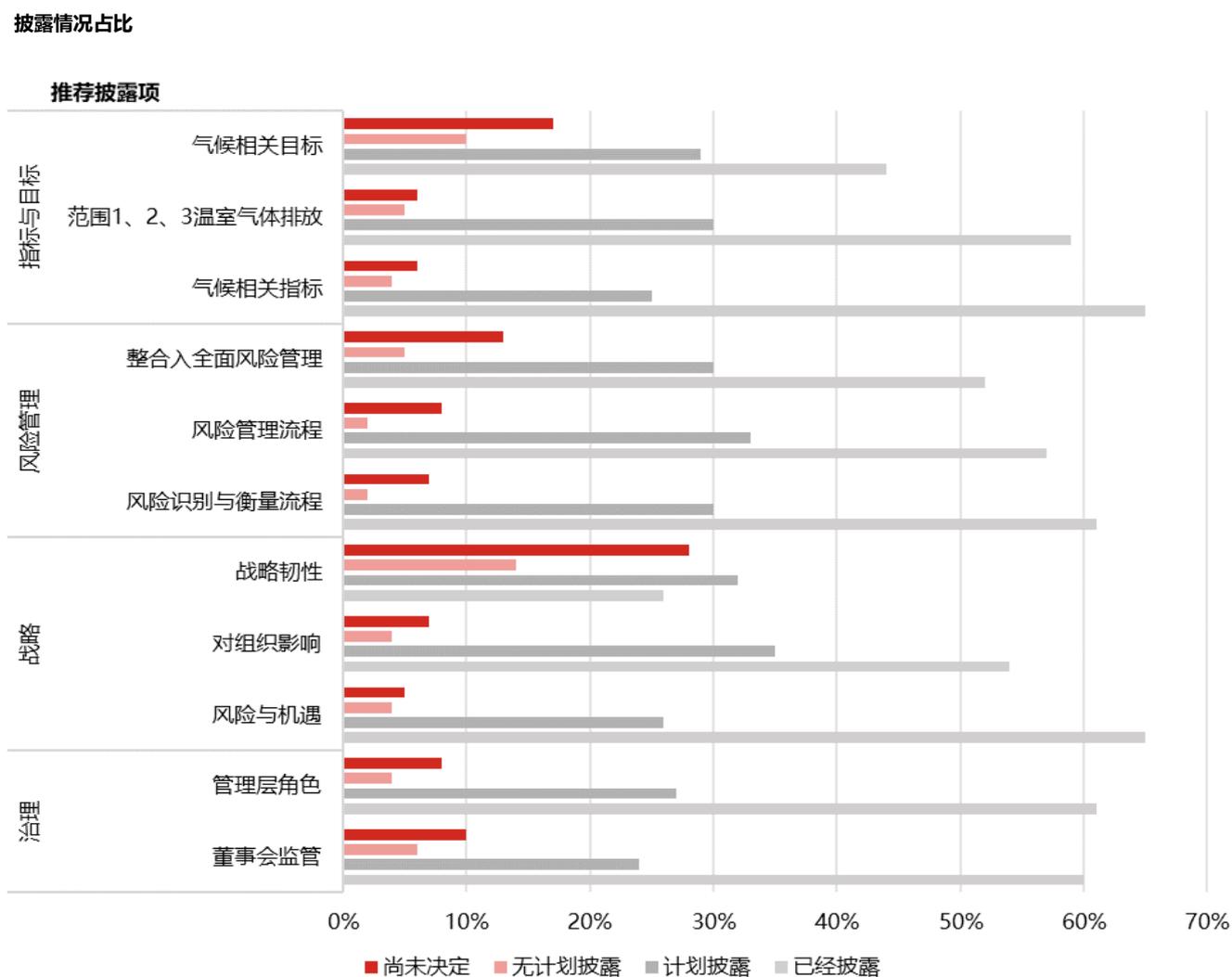
## 5.1 气候信息披露情况

从资管机构落实气候信息披露看，根据 TCFD 发布的 2023 年披露情况报告（2023 Status Report）<sup>[49]</sup>，在其调查的 150 家资产管理机构及资产所有者中，有 70% 的资产管理机构和 84% 的资产管理人表示已向客户及受益人披露报告气候相关信息（图表 23）。就资产管理机构而言，对于气候风险影响及风险管理办法的披露项，绝大部分资产管理机构已披露或有计划要披露（图表 24）。分资产管理规模来看，管理规模超过一千亿美元的机构在披露时与 TCFD 框架的一致程度最高（图表 25）。

图表 23 TCFD 在 2023 年披露情况报告中调查资管机构及资产所有人对气候信息的报告情况



图表 24 TCFD 在 2023 年披露情况报告中调查资管机构进行与 TCFD 一致的披露内容情况



图表 25 TCFD 在 2023 年披露情况报告中调查资管机构进行与 TCFD 一致的披露内容情况

推荐披露项		资产规模>\$100B (18家)	资产规模\$10-99B (24家)	资产规模\$1-9B (37家)	资产规模<\$1B (21家)
治理	董事会监管	72%	58%	57%	57%
	管理层角色	78%	58%	57%	57%
战略	风险与机遇	83%	54%	65%	62%
	对组织影响	78%	46%	51%	48%
	战略韧性	50%	8%	27%	24%
风险管理	风险识别与衡量流程	72%	54%	68%	48%
	风险管理流程	72%	50%	57%	52%
	整合入全面风险管理	72%	42%	51%	48%
指标与目标	气候相关指标	78%	63%	62%	62%

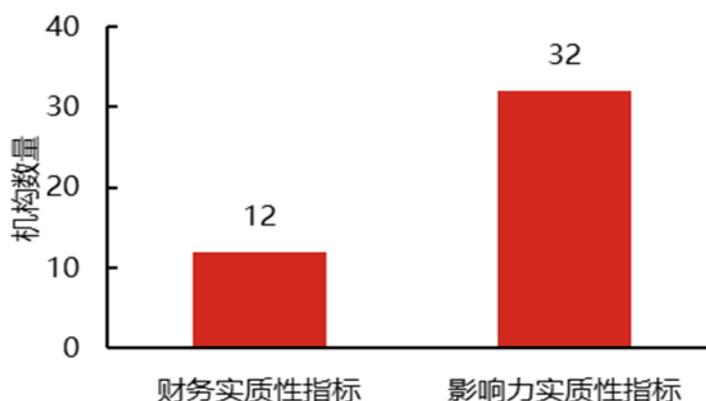
范围 1、2、3 温室气体排放	78%	58%	59%	43%
气候相关目标	50%	38%	46%	43%

## 5.2 气候风险指标情况

参考各家机构的 TCFD 报告或其他气候相关报告，我们整理了机构披露的所有气候相关指标，并将其分为财务实质性指标与影响力实质性指标。财务实质性指标着重体现气候变化相关的财务风险，主要体现为融入气候因素的金融指标或财务科目，例如 CVaR、绿色收入等。影响力实质性指标则着重体现气候风险的环境影响，多为带有物理性质的指标，例如碳排放、碳排放强度、隐含升温（Implied Temperature Rise, ITR）。考虑本课题目的之一为探索气候风险在投资组合中的应用方法，而财务指标相对更直观地为投资者展现气候风险对投资组合的影响，更容易纳入投资策略设计中。因此，我们将重点展示财务实质性指标的统计结果。

经过梳理，我们发现目前机构衡量气候风险的财务指标大致分为风险敞口衡量以及绿色/棕色收入占比两类。在调查的 32 家机构中，共 12 家在衡量气候风险过程中采用了财务指标（图表 26），主要为绿色/棕色收入、CVaR，公司自建的或未明确说明的气候风险敞口指标，以及气候风险成本。其中，部分机构披露了指标供应商，绿色或棕色收入的来源有 Trucost、MSCI、FTSE-Russel、ISS ESG 及 Beyond Ratings，而 CVaR 的数据来源多为 MSCI。具体见图表 27。

图表 26 调查机构采用指标类型情况



图表 27 对披露气候风险财务实质性指标的 12 家资管机构的梳理

指标类型	机构	所披露的气候指标	来源
绿色或棕色收入	BlackRock	持有“绿色”资产或收入的比例	-
	State Street Global Advisors	棕色和绿色收入	-
	Capital Group	石油天然气的收入百分比	MSCI
	Amundi	绿色或棕色收入比例	MSCI/FT-Russel/Trucost
	Deutsche Bank	绿色或棕色收入比例	ISS ESG

指标类型	机构	所披露的气候指标	来源
CVaR	AXA	绿色收入	MSCI/Beyond Ratings/S&P Trucost
	Vanguard Group	CVaR	MSCI
	State Street Global Advisors	CVaR	MSCI
	Wellington Management Company	CVaR	MSCI
	Schroders plc	CVaR	MSCI
	AXA	CVaR	MSCI
碳风险/气候风险敞口	BlackRock	企业的升温风险敞口	-
	Amundi	物理风险暴露评分	Trucost
	Deutsche Bank	碳风险等级	ISS ESG
	Credit Suisse	对碳相关行业和气候敏感行业的风险敞口	MSCI
	Northern Trust Corp	碳相关资产的风险敞口	MSCI/ISS/Trucost
	Wellington Management Company	碳相关资产的风险敞口	MSCI
		自建指标-物理风险敞口(P-ROCC)	-
	Invescos	碳相关资产的风险敞口	-
碳风险/气候风险成本	Allianz Group	实际碳定价	未说明
	AXA	气候变化相关成本	MSCI
		转型风险成本	MSCI
		物理风险成本	MSCI

资料来源：根据官方公开资料整理归纳

除财务实质性指标外，我们发现调查的所有机构使用了气候风险的影响力指标来衡量气候风险（图表 26）。梳理调查的资管机构气候信息披露情况，主要的气候风险影响力指标为碳相关指标，包括碳排放、碳强度等。此外，有近半数的样本资管机构把投资组合或投资标的对控制气温上升的贡献情况，或与巴黎协定升温路径一致的程度，纳入气候风险的评估中。有少数几家机构也将投资组合或投资标的的碳减排情况或减排目标（特别是净零排放目标）实现情况纳入考量。

### 5.3 气候情景情况

在调查的 32 家资管机构中，有 30 家披露了自身采用情境分析与使用的情景。我们发现，多数样本资管机构都使用或参考 NGFS 发布的情景设定，仅在采用的情景种类数量上有所不同。有机构全部采用 NGFS 发布的所有情景，也有机构仅采用 3 到 4 个 NGFS 情景，如有序转型、无序转型、温室世界等。有少部分机构参考 IPCC 及 IEA 发布的场景，有约 20% 的机构参考 IPCC 情景，约 25% 的机构参考了 IEA 情景。此外，也有少部分机构参考其他组织发布的情景，例如 Mission Possible Partnership、Institute for Sustainable Futures。我们还发现，有极少数机构选择自建情景进行分析（图表 28）。

图表 28 调查的 30 家机构使用气候情景的情况

机构名称	情景分析-使用情景-公司披露口径	机构名称	情景分析-使用情景-公司披露口径
Allianz Group	(1) NGFS-2050 年净零排放情景 (2) NGFS-低于 2°C情景 (3) NGFS-分歧净零情景 (4) NGFS-延迟转型情景 (5) NGFS-现有政策情景 (6) IPCC-RCP2.6、 (7) IPCC-RCP4.5、 (8) IPCC-RCP6.0、 (9) IPCC-RCP8.5; (10) Inevitable Policy Response (IPR)-一个地球气候模型 ; (11) IEA-2050 净零排放情景 (12) IEA-可持续发展情景 (13) IEA-超过 2°C 情景 (14) IEA-承诺目标情景 (15) IEA-2°C 情景	Legal & General Investment	(1) 自建-不作为情景 (2) 自建-低于 2°C 情景 (3) 自建-净零排放且 1.5°C 情景 (4) 自建-延迟转型且低于 2°C 情景
Amundi	(1) IEA-2050 净零排放情景	Macquarie Asset Management	(1) NGFS-2050 净零排放情景 (2) IPR RPS
AXA	(1) IPCC SSPs	Morgan Stanley	(1) NGFS-有序转型情景 (2) NGFS-无序转型情景 (3) NGFS-温室世界情景
Bank of America	(1) IEA-2050 净零排放情景 (2) IEA-可持续发展情景 (3) NGFS-2050 年净零排放情景 (4) ISF-2050 净零排放情景; (5) MPP-能源结构谨慎转型情景 (6) MPP-可再生能源发展乐观情景	Natixis Investment Managers	(1) IEA- 2°C情景 (2) IEA- 可持续发展情景 (3) IPCC-RCP6.0
Bank of New York Mellon	(1) NGFS-Net Zero 2050 (2) NGFS-延迟转型情景 (3) NGFS-现行政策情景	Northern Trust Corp	(1) IEA-2050 净零排放情景 (2) IEA-可持续发展情景
BlackRock	(1) NGFS-2050 年净零排放情景 (2) NGFS-低于 2°C 情景 (3) NGFS-分歧净零情景 (4) NGFS-延迟转型情景 (5) NGFS-国家自主贡献情景 (6) NGFS-现有政策情景	Nuveen	(1) IPCC-RCP8.5
BNP Paribas	(1) IEA-2050 净零排放情景 (2) International Aluminium Institute-1.5°C情景	PIMCO	(1) NGFS-分歧净零情景 (2) NGFS-延迟过渡情景 (3) NGFS-现行政策情景

机构名称	情景分析-使用情景-公司披露口径	机构名称	情景分析-使用情景-公司披露口径
Capital Group	(1) NGFS-有序转型情景 (2) NGFS-无序转型情景 (3) NGFS-温室世界情景	Principal Global Investors	(1)自建-未来十五年升温 1.5°C (2)自建-未来十五年升温 2°C (3)自建-未来十五年升温 3°C
Credit Agricole	(1) IEA-2050 净零排放情景	Prudential Financial	(1) IEA-2050 净零排放情景 (2) IEA-既定政策情景 (3) IEA-可持续发展情景
Deutsche Bank	(1) NGFS	Schroders plc	(1) NGFS-2050 净零排放情景 (2) NGFS-低于 2°C情景 (3) NGFS-激进转型情景 (4) NGFS-一般转型情景
DWS	未说明参考来源，根据情景描述可判断为参考 NGFS-低于 2°C情景与 2050 净零排放情景	State Street Global Advisors	(1) IPCC; (2) NGFS
Federated Hermes	未说明参考来源，根据情景描述可判断为参考 IEA-2050 净零排放情景	Vanguard Group	(1) NGFS
Fidelity Investments	(1) NGFS-有序转型情景 (2) NGFS-温室世界情景		
Invesco	(1) NGFS--2050 净零排放情景 (2) NGFS-现行政策情景 (3) NGFS-低于 2°C情景 (4) NGFS-延迟转型情景	Wellington Management Company	(1) NGFS-2050 净零排放情景
JPMorgan Chase	((1) NGFS-分歧净零情景 (2) NGFS-现行政策情景 (3) IPCC-RCP8.5		
KKR	(1) IEA-2050 净零排放情景		

资料来源：根据官方公开资料整理归纳

## 5.4 典型案例分析

### 案例 1：Norges Bank Investment Management——多元化方式分析气候风险敞口并调整投资组合 [50]

#### (1) 概览

Norges Bank Investment Management ( NBIM ) 运用了多种气候风险评估指标并使用情景分析工具，以全面了解基金的股票投资组合在未来面临的气候风险敞口，并通过制定可信的转型计划、将气候

风险分析纳入投资决策和基于气候风险驱动的撤资活动等多元化的风险管理手段以提高投资组合的气候韧性，达成在 2050 年前实现投资组合净零排放目标。

## (2) 方法

在利用情景分析评估投资组合层面的气候风险时，NBIM 参考了 NGFS 的四种转型情景以及 IPCC 提出的一种无气候政策干预的高排放物理情景，估算在未来不同气候情景下股票投资组合的潜在损失，具体为 1) 2050 净零情景；2) 延迟转型情景；3) 无序转型情景；4) 国家自主贡献情景以及 5) RCP8.5，以评估基金面对不同排放轨迹和未来气候发展情景时的敏感程度。

为了控制投资组合碳强度水平，对于范围 1 和范围 2 排放较为集中的特定行业，NBIM 采取了行业政策来管理投资组合的气候风险敞口。例如，其引入煤炭的具体排除标准从而降低投资组合碳强度。此外，对于直接面临物理风险和转型风险的房地产投资组合，NBIM 将目前的建筑排放与房地产碳风险监测公司 (CRREM) 开发的 1.5°C 路径进行比较，以了解投资组合中房地产受到洪水等物理风险影响的概率与受影响的房地产净值比例。

对于公司层面的气候风险评估，NBIM 重点关注承诺净零目标的公司占投资组合净值比例、自主披露碳排放公司占比、参与气候主题合作的公司数量、投票及道德剔除等气候风险指标进行风险识别与评估。

## (3) 实践结果

### ➤ 利用情景分析前瞻性评估气候风险

NBIM 使用 MSCI 的气候风险价值模型 (Climate Value-at-Risk model)，测算出其股票投资组合在不同气候情景下的潜在损失分布在 1%~13% 之间。其中，组合在无序转型情景及 RCP8.5 情景下损失将最大。然而，由于物理风险难以准确量化预测的特点，该模型可能低估了热浪、干旱、缺水、极端天气以及生物多样性和自然资源的损失对全球市场的影响

图表 29 NBIM 股票投资组合气候情景分析

Climate scenario analysis, equity portfolio		
Scenario	Estimated Reduction in value, percent by 2080	Estimated reduction in value, billions of kroner by 2080
Transition risk: 1.5°C Net Zero, orderly (NGFS)	4	350
Transition risk: 2°C, orderly (NGFS)	1	100
Transition risk: 2°C, disorderly (NGFS)	13	1,100

Transition risk: Nationally Determined Contributions (NGFS)

1

100

Physical risk: RCP 8.5

13

1,100

### ➤ 基于气候风险的撤资

NBIM 利用以上提及的风险评估方法，对气候风险持续跟踪，并定期公布基于风险的撤资及其对回报的影响。在 2022 年 NBIM 进行的 74 项撤资中，有 5 项是由气候风险驱动的，自 2012 年以来，与气候变化相关的基于风险撤资使累计回报率增加了 0.14 个百分点。

## 案例 2 : Morgan Stanley Investment Management——将气候情景分析应用于投资策略<sup>[51]</sup>

### (1) 概览

Morgan Stanley Investment Management (MSIM) 利用情景分析以支持评估气候相关风险与机遇对投资的影响，并在所评估的时期内识别风险敏感度。具体而言，MSIM 通过利用前瞻性情境分析，监测不同资产类别的某些投资组合所面临的气候风险，以衡量气候变化的财务影响。目前，MSIM 的情景分析方法主要应用于识别股票和债券组合所受转型风险与机遇的影响。

### (2) 方法

在情景选择上，MSIM 采用了与 NGFS 一致的三种情景：1) 净零世界情景 (Net Zero World)，对应 NGFS 有序转型情景；2) 两极分化的气候进程情景 (Polarised Climate Progress)，对应 NGFS 无序转型情景；3) 优先复苏情景 (Prioritizing Recovery, Not Climate)，对应 NGFS 温室世界情景，并研究特定行业在三种情景下到 2050 年的变化情况。每个情景对低碳转型与升温路径的设定有所不同，包括全球的二氧化碳减排路径、温度上升情况、政策组合演变情况、清洁能源等低碳技术发展情况、碳价的发展及全球分布情况、高碳行业转型情况与低碳产品的需求情况，等等。目前，这些情景已应用于部分定量分析当中，被投资团队所采纳。

就分析方法而言，在不同情境下，MSIM 利用普遍受行业认可的综合评估模型 (Integrated Assessment Model)、宏观经济模型与行业模型等，计算宏观金融及行业指标，包含大宗商品价格、地区 GDP，行业收入等等。这些指标进而被用于量化气候风险的市场冲击，并进一步被纳入风险管理系统中，用以测算压力情景下的不同产品的投资组合与基准组合的回报情况。

### (3) 分析结果

MSIM 披露了不同行业在三个情景下的对风险机遇的敏感程度，有助于建立对行业投资组合的气候风险敞口的感知。

图表 30 MSIM 行业气候风险机遇热力图

SECTOR/INDUSTRY	NET ZERO WORLD	POLARISED CLIMATE PROGRESS	PRIORITIZING RECOVERY, NOT CLIMATE	SECTOR/INDUSTRY	NET ZERO WORLD	POLARISED CLIMATE PROGRESS	PRIORITIZING RECOVERY, NOT CLIMATE
Consumer Discretionary	Medium Risk	Medium Risk	Medium Risk	Information Technology	Low Risk or Opportunity	Low Risk or Opportunity	Low Risk or Opportunity
Consumer Staples	Medium Risk	Medium Risk	Medium Risk	Real Estate	Low Risk or Opportunity	Medium Risk	High Risk
Energy	High Risk	High Risk	Medium Risk	Communication Services	Medium Risk	Medium Risk	Medium Risk
Materials	High Risk	High Risk	Medium Risk	Utilities	High Risk	High Risk	Medium Risk
Industrials	Medium Risk	Medium Risk	Medium Risk	Renewables	Low Risk or Opportunity	Low Risk or Opportunity	Low Risk or Opportunity
Healthcare	Medium Risk	Medium Risk	Medium Risk	Transportation	Low Risk or Opportunity	Low Risk or Opportunity	Medium Risk
Financials	Low Risk or Opportunity	Medium Risk	Medium Risk				

 Low Risk or Opportunity    
 Medium Risk    
 High Risk

## 6、总结与展望

气候变化问题已成为现阶段人类发展面临的巨大挑战之一。作为与生态环境安全、人类共同利益休戚与共的全球性议题，近年来，气候变化以其系统深远的影响受到了社会各界的广泛关注，其对金融系统的风险传导也受到了国际社会、各国央行的高度重视。气候变化可能通过不同路径和风险传递方式导致经济金融体系发生结构性变化，影响金融系统运行稳定性。资管机构是微观风险管理的主体之一，气候变化引发的风险对资管机构及其所管理投资组合的影响不可忽视。基于此背景，本报告从资管机构视角出发，在政策、文献、实证及实践等方面对气候风险进行全面梳理。

从政策上看，全球主要监管机构对气候风险分析与管理的要求趋严，督促金融机构持续推动气候风险融入自身风险管理与投资决策流程。本报告发现，在气候风险评估和管理层面，国际上普遍已发布专门针对金融机构气候风险的监管政策，但专门针对资管机构的气候监管政策尚在少数。在气候相关信息披露方面，各国监管当局普遍参考采纳 TCFD 工作组的披露指南以要求金融机构开展信息披露工作，并要求机构所需披露的气候相关指标类型及所使用的情景分析方法。考虑气候风险重要性及监管方对该议题的重视程度，针对资管机构的气候风险管理披露要求将逐步深化。无论是满足潜在监管要求，或是控制自身风险，资管机构都应重视气候风险评估，推动评估结果在实际运营中的落地。

面对该趋势，全球资管机构已陆续开展在公司及投资组合层面的气候相关风险评估，结合投资策略和数据可得性，采取定性、定量或二者相结合的方式开展分析评估，并基于评估结论将气候相关风险因素纳入投资和风险管理流程中，已形成了一些相对成熟的方法论和领先实践用于参考。本报告从气候信息披露完备情况、气候指标应用以及气候情景选取情况等，多层次展现当前气候相关披露领先的海外资管机构在气候风险管理上的实践。在具体披露指标上，较多机构采用碳排放强度等影响力实质性指标刻画气候风险，而针对气候变化对股票或投资组合带来的财务影响的评估仍然相对有限，尚有完善和提升的空间。

为进一步分析气候风险对投资组合的财务影响，本报告开展了学术论文综述。我们发现，气候变化带来的物理风险和转型风险可通过影响被投企业的营收、财务状况、融资成本与现金流等，进而影响对应股票与投资组合表现。例如，气候风险可能会导致产业供应链条的中断和延迟，或导致企业层面生产率的降低，从而影响企业营收情况。此外，气候风险对企业资产负债情况带来的影响也在负债期限结构与杠杆率上有一定体现，企业的气候风险敞口一定程度上也与融资成本呈正相关关系。

为了更好地了解理论研究和实证结果之间的差异性，本报告利用业界常用的气

候在险价值（CVaR）数据作为衡量气候风险指标，使用了多家国内外专业数据提供商（分别为 MSCI、鼎力、商道、妙盈和有机数）的 CVaR 数据对沪深 300 组合进行气候风险分析，从实证角度观察组合的气候风险敏感度，横向对比各家数据提供商 CVaR 数据在沪深 300 组合的输出结果差异，并与前述的文献结论进行结合，据此剖析理论与实证结论可能存在的差异和原因。

通过数据供应商 CVaR 数据的相关性分析、沪深 300 绝对气候风险暴露和行业风险暴露水平等多维度开展分析，本研究发现，对于转型风险，各家数据商的数据均呈现了一定的相关性，然而细化至个别情景假设下，各家测算结果差异有所放大。物理风险方面，各家数据商的数据彼此间尚未呈现出强相关性，分歧更明显。

与此同时，我们对沪深 300 成分股的物理风险和转型风险分别对该公司 2023 年第三季度的资产减值损失、

Capex、企业自由现金流、企业营收、企业营收增长率、ROE、企业营业成本、债务融资成本等开展截面数据的相关关系分析(仅做截面分析是受到 CVaR 数据可得性限制),气候风险数据与企业财务指标呈现相关关系的数量并不多。然而该结论也为上市公司气候风险度量提供了新的视角,即这个视角下的风险因子与财务指标相关性不高,可以一定程度上避免或降低将其引入投资模型后与财务指标或相关常见因子存在的多重共线性问题,还可以间接验证前文案例分析中降低组合气候风险,但控制与基准财务表现偏离的组合优化可能性。在控制 CVaR 风险暴露的前提下减小对组合收益的影响,也可作为未来研究方向之一。

本报告尚未对不同数据供应商底层方法学和测算结果分歧的来源开展深度剖析,然而从各家数据相关性分析结果可发现,国际、国内不同数据供应商在构建 CVaR(尤其是物理 CVaR)模型上的底层方法可能存在较大差异,这可能源于不同数据供应商选用的量化物理风险和转型风险所用的底层指标的类型、用于前瞻性分析所选用的气候情景参数等的不一致。尽管各家在构建 CVaR 上有不同评估维度的侧重点和考量,但其本质均旨在可以将气候变化对股票或组合层面的财务风险进行量化。

特别需要指出,本报告参与对比的几家数据供应商结果显示,转型风险评估的一致性远高于物理风险维度,这可能与底层灾害数据、气候模型、极端天气和气候非线性变化等多重因素导致的不确定性增加有关,侧面凸显了股票资产在物理风险评估、应对和有效管理的挑战。

本报告采用多家第三方数据开展实证研究且对分析结果进行横向比较,其目的并不在于反映数据供应商之间孰优孰劣,而是通过集合国际国内主流供应商数据测算的结果,呼吁建立一系列针对气候风险评估与管理的规范化方法。对于投资组合气候风险的监管也亟需尽可能地规范投资机构和数据商测算的底层假设和数据依据,从而保证测算结果的可比性,以确保不同机构披露数据可汇总。在应对气候变化这样一个可能引发系统性金融风险的全球问题的解决上,业界和监管都需要更加统一的气候风险分析方法论和指标。

我们相信,气候风险分析数据的不断涌现会加速业界不断推动对于股票市场气候风险信息披露的透明度,从而加速国内乃至全球相对统一的气候风险分析和管理方法学和指标的开发,更好连接监管要求与机构实践,将气候风险评估结果实质性落地于机构风险管理中,为应对气候变化贡献金融行业的力量。

## 致谢

银华基金的本课题研究团队对鼎力可持续数字科技（深圳）有限公司对本次研究的支持表示感谢，包括创始人兼 CEO 王德全博士对报告提供的建议与帮助，以及以下研究团队成员在政策梳理、文献综述与机构实践部分提供的支持和对此报告付出的时间与贡献：赵俊峰、李奕熹、王芑丹、韦霄娜、程佩瑶、王可钧。

另外，银华研究团队也感谢银河证券的马宗明博士、肖志敏博士，以及提供气候风险数据的各家数据提供商的支持，包括：鼎力可持续（GSG）、妙盈科技（MioTech）、商道融绿（SynTao Green Finance）和有机数（YoujiVest）。

本报告中阐述的观点不一定代表内容提供者所在机构的观点。

## 附录 A 术语表

APRA	Australian Prudential Regulation Authority
BoE	Bank of England
BCBS	Basel Committee on Banking Supervision
Capex	Capital Expenditure
CVaR	Climate Value-at-Risk
DWP	Department for Work and Pensions
EVIC	Enterprise Value Including Cash
EBA	European Banking Authority
ECB	European Central Bank
ESRB	European Systemic Risk Board
FCA	Financial Conduct Authority
FSB	Financial Stability Board
GFIT	Green Finance Industry Taskforce
HKMA	Hong Kong Monetary Authority
ITR	Implied Temperature Rise
IPR	Inevitable Policy Reponse
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IEA	International Energy Agency
IFRS	International Financial Reporting Standards
ISSB	International Sustainability Standards Board
MAS	Monetary Authority of Singapore
NDC	Nationally Determined Contributions
NGFS	Network for Greening the Financial System
PRA	Prudential Regulation Authority
RCP	Representative Concentration Pathways
ROE	Return on Equity
SFC	Securities and Futures Commission
SSP	Shared Socioeconomic Pathways
TCFD	Task Force on Climate-Related Financial Disclosure
SFDR	The Sustainable Finance Disclosure Regulation

## 附录 B 常见气候情景更新及迭代

### B.1 IPCC 气候情景提出及运用

#### IPCC 主要情景

情景类型	具体分类	提出/运用阶段	情景描述
RCP 情景	RCP1.9	IPCC-AR6	将全球温升限制在 1.5°C 内，与巴黎协定相一致
	RCP2.6	IPCC-AR5	气候减缓强度较高的情景，与 2°C 控温目标相一致
	RCP3.4	IPCC-AR6	作为严格减排的 RCP2.6 情景和较不严格的 RCP4.5 情景之间的一种中间情景
	RCP4.5	IPCC-AR5	一种中间情景，全球碳排放在 2040 年左右可能先上升后下降，碳达峰后全球排放水平将迅速下降，在 2080 年前下降 50%。该情景落后于巴黎协定目标，但与各国的排放现状和 2015 年提出的国家自主贡献目标（NDC）相一致
	RCP6.0	IPCC-AR5	一种中高排放情景，全球温室气体排放将在 2060 年达峰，在随后的一个世纪内呈下降趋势
	RCP7.0	IPCC-AR6	最近添加的一种中高排放情景，作为一种“business-as-usual”的基线情景，而非减排目标情景
	RCP8.5	IPCC-AR5	高排放情景，基于不实施气候政策的最高排放情景
	SSP 情景	SSP1	CMIP6
SSP2		CMIP6	中间路径，世界走的是一条社会、经济和技术趋势不会明显偏离历史模式的道路。发展和收入增长不平衡，一些国家取得了相对较好的进展，而另一些国家则达不到预期
SSP3		CMIP6	区域竞争路径，民族主义的复苏，对竞争力和安全的担忧以及地区冲突，促使各国越来越关注国内问题或者最多是地区问题
SSP4		CMIP6	不均衡路径，人力资本投资的高度不平等，加上经济机会和政治权力的日益不平等，导致国家之间和国家内部的不平等和分层现象日益严重
SSP5		CMIP6	化石能源发展路径，全球市场日益一体化，在推动经济社会发展的同时，世界各地也在开发大量的化石燃料资源，采取资源和能源密集型的生活方式

## IPCC 主要情景

SSP-RCP	SSP1-1.9	CMIP5	将气候变暖在 2100 年限制在 1.5W/m <sup>2</sup> 以内, 略高于工业化之前的水平
	SSP1-2.6	CMIP5	和 SSP1-1.9 同属于低强迫情景, 2100 年辐射强迫稳定在约 2.6 W/m <sup>2</sup> 。在该情景下, 相对于工业化革命前多模式集合平均的全球平均气温结果将显著低于 2 °C
	SSP2-4.5	CMIP5	CMIP5 中 RCP4.5 的更新版本。属于中等辐射强迫情景, 在 2100 年辐射强迫稳定在约 4.5 W/m <sup>2</sup> 。
	SSP4-3.4	CMIP5	低辐射强迫情景, 它填补了 CMIP5 中低强迫情景的空白
	SSP5-3.4	CMIP5	最初遵循高排放的 SSP5-8.5 情景, 直到 2030 年, 然后显示出所有 SSP 情景中最急剧的年减率, 到 2100 年净负排放最多。
	SSP4-6.0	CMIP5	CMIP5 中 RCP6.0 的更新版本。属于中等排放情景, 2100 年辐射强迫为 5.4 W/m <sup>2</sup> , 2100 年以后稳定在 6.0 W/m <sup>2</sup> 。
	SSP3-7.0	CMIP5	属于中高等辐射强迫情景, 在 2100 年辐射强迫稳定在约 7.0 W/m <sup>2</sup> 。它填补了 CMIP5 中高强迫情景的空白
	SSP5-8.5	CMIP5	CMIP5 中 RCP8.5 的更新版本。属于高强迫情景, 情景还将设计来解决其他 MIPs 的科学问题。

## B.2 NGFS 气候情景更新历程

更新阶段	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
有序 转型	<p><b>2050 净零排放情景</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>假设各国立即采取符合《巴黎协定》的减排行动。</li> <li>它假设在 2020 年引入排放价格, 每年每吨二氧化碳增加 10 美元, 并将全球变暖控制在 1.5°C 以下。</li> <li>假定二氧化碳去除 ( Carbon Dioxide Removal, CDR ) 技术完全可用。这相当于在 2050 年至 2070 年间实现二氧化碳净零排放。</li> <li>由于政策措施较早出台并逐步增加, 因此假定在此期间物理风险和转型风险保持在较低水平。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>通过严格的气候政策和创新, 将全球变暖限制在 1.5°C, 在 2050 年左右实现全球二氧化碳净零排放。</b></li> <li><b>美国、欧盟和日本等一些司法管辖区达到了所有温室气体的净零排放。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过严格的气候政策和创新, 将全球变暖限制在 1.5°C, 在 2050 年左右实现全球二氧化碳净零排放。</li> <li>美国、欧盟、<b>英国、加拿大、澳大利亚</b>和日本等一些司法管辖区达到了所有温室气体的净零排放。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过严格的气候政策和创新, 将全球变暖限制在 1.5°C 以内, 在 2050 年左右实现净零二氧化碳排放。</li> <li>到目前为止, 美国、欧盟和日本等一些司法管辖区将达到所有温室气体的净零排放。</li> <li><b>CDR 用于加速脱碳, 但要保持在尽可能低的水平, 并与可持续的生物能源生产水平保持一致。</b></li> <li><b>温室气体净排放量在 2050 年左右达到零, 从而至少有 50% 的机会在本世纪末将全球变暖限制在 1.5°C 以下, 而在前几年不会或很少超过 1.5°C ( &lt;0.1°C )。</b></li> </ul>
	<p><b>低于 2°C 情景</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>假设各国立即采取符合《巴黎协定》的减排行动。</li> <li>假设在 2020 年引入排放价格, 每年每吨二氧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>会逐渐增加气候政策的严谨性, 有 67% 的机会将全球变暖限制在 2°C 以下。</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>逐渐增加气候政策的严谨性, 有 67% 的机会将全球变暖限制在 2°C 以下。</li> <li><b>这一情景假设气候政策立即出台, 并逐渐变得</b></li> </ul>

更新阶段		Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
		<p>化碳增加 10 美元,并将全球变暖控制在 2°C 以下。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>假定 CDR 技术有限使用。这相当于在 2050 年至 2070 年间实现二氧化碳净零排放。</li> <li>由于政策措施较早出台并逐步增加,因此假定在此期间物理风险和转型风险保持在较低水平。</li> </ul>			<p>更加严格,尽管不会像 2050 年的净零那样严格。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CDR 的部署相对较低。</li> <li>在 2070 年后实现净零二氧化碳排放。</li> </ul>
	低需求情景	/			<ul style="list-style-type: none"> <li>假设重大的行为改变,减少能源需求,减轻经济系统在 2050 年左右达到全球净零二氧化碳排放的压力。</li> <li>这一情景的影子碳价格可能低于 2050 年净零情景的影子碳价格,尽管两者共享相同的世纪末变暖的排放限制。</li> </ul>
无序转型	延迟转型情景	<ul style="list-style-type: none"> <li>各国气候政策遵循国家自主贡献直到 2030。</li> <li>认识到这些努力不足以实现承诺(将全球变暖控制在 2°C 以下),2030 年后大幅上调排放价格。</li> <li>该场景进一步假设采用了完整的 CDR 技术。这一延迟期意味着必须更快地在 2050 年左右实现二氧化碳净零排放。</li> <li>相应的,排放价格的上涨速度要快得多,达到每年每吨二氧化碳 35 美元。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>假定年排放量直到 2030 年才会减少。</li> <li>需要强有力的政策将升温限制在 2°C 以下。</li> <li>二氧化碳的去除有限。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>假定年排放量直到 2030 年才会减少。</li> <li>需要强有力的政策将升温限制在 3°C 以下。</li> <li>二氧化碳的去除是有限的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>假设全球年排放量直到 2030 年才会减少。</li> <li>需要强有力的政策将升温限制在 2°C 以下。</li> <li>这一情景假设到 2030 年才出台新的气候政策,并且根据目前实施的政策,不同国家和地区的行动水平有所不同,从而导致“化石能源复苏”,以摆脱新冠肺炎带来的经济危机。</li> <li>假设 CDR 技术的可用性较低,将推动碳价格高于 2050 年的净零排放。</li> <li>2030 年后,排放量暂时超过了碳预算,并远低于 2°C 的情况下下降得更快,以确保将全球变暖限制在 2°C 以下的机会达到 67%。</li> </ul>

更新阶段	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
分歧净零情景	<ul style="list-style-type: none"> <li>各国气候政策遵循国家自主贡献直到 2030 年。</li> <li>认识到这些努力不足以实现承诺 ( 并将全球变暖控制在 1.5°C 以下 ), 2030 年后大幅上调排放价格。</li> <li>该场景进一步假设只有有限的 CDR 技术可用。这一延迟期意味着必须更快地在 2050 年左右实现二氧化碳净零排放。</li> <li>相应的, 排放价格的上涨速度要快得多, 达到每年每吨二氧化碳 35 美元。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>假设 2050 年将达到净零排放</li> <li>但由于不同行业出台的政策不同, 导致石油使用的逐步淘汰速度更快, 因此成本更高。</li> </ul>		/
温室效应	<p><b>国家自主贡献情景</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>假设只实现当前的策略并考虑所有承诺但尚未实施的政策措施。</li> <li>《巴黎协定》设定的气候目标未能实现, 导致中长期存在重大物理风险。</li> <li>假定排放价格的变化可以忽略不计。这一情景将导致严重的物理风险, 预计到 2050 年气温上升中值超过 2°C, 到 2100 年超过 3°C。</li> </ul>	包括所有承诺的政策, 即使尚未实施。		<ul style="list-style-type: none"> <li>包括所有承诺的政策, 即使尚未实施。</li> <li>排放量下降, 但仍导致 2.6°C 的升温。</li> </ul>
	<p><b>3°C当前政策情景</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>假设只实现当前的策略。</li> <li>《巴黎协定》设定的气候目标未能实现, 导致中长期存在重大物理风险。</li> <li>假定排放价格的变化可以忽略不计。这一情景将导致严重的物理风险, 预计到 2050 年气温上升中值将超过 2°C 到 2100 年将接近 4°C。</li> </ul>	只保留当前执行的策略, 因此存在较高的物理风险。		<ul style="list-style-type: none"> <li>假设只保留当前执行的策略, 因此存在较高的物理风险。</li> <li>到 2080 年, 温室气体排放量将持续增长, 导致气温上升约 3°C, 并带来严重的物理风险。这包括不可逆转的变化, 如海平面上升。</li> </ul>
太少太晚	支离破碎的世界情景	/		<ul style="list-style-type: none"> <li>假定全球的气候政策雄心被推迟和分散, 导致一些国家的转型风险上升, 而由于转型的总体无效, 各地的实际风险也很高。</li> <li>没有目标的国家遵循现行政策, 而其他国家则部分实现了目标(80%)。</li> </ul>

更新阶段	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
------	--------	--------	--------	--------

注：表中红色字体为该情景相对于前一阶段的变化。

---

## 附录 C 参考文献

---

- <sup>[1]</sup> Buiters, Willem, Benjamin Nabarro. *Managing the Financial Risks of Climate Change*. Citi GPS. October 2019.
- <sup>[2]</sup> 中国人民银行研究局课题组. 气候相关金融风险——基于央行职能的分析. 中国人民银行工作论文. 2020. <http://www.pbc.gov.cn/yanjijuju/124427/133100/3982993/4027256/2020052216072629562.pdf>
- <sup>[3]</sup> TCFD. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures Final Report. 2017-06. <https://www.fsb-tcf.org/recommendations/>
- <sup>[4]</sup> NGFS. A call for action Climate change as a source of financial risk. 2019. [https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs\\_first\\_comprehensive\\_report\\_-\\_17042019\\_0.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf)
- <sup>[5]</sup> BIS. *Climate-related risk drivers and their transmission channels*. 2021-04. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d517.htm>
- <sup>[6]</sup> Rachel Teo, GIC & Willemijn Verdegaal, Ortec Finance. Integrating Climate Scenario Analysis into Investment Management: A 2023 Update. 2023-04-22. <https://www.gic.com.sg/thinkspace/long-term-investing/integrating-climate-scenario-analysis-into-investment-management/>
- <sup>[7]</sup> TCFD. The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities Technical Supplement. 2017-06. <https://www.tcfhub.org/scenario-analysis/>
- <sup>[8]</sup> Climate Financial Risk Forum. Climate Financial Risk Forum Guide 2022 Scenario Analysis In Financial Firms. 2022. <https://www.fca.org.uk/publication/corporate/cfrf-guide-2022-scenario-analysis-in-financial-firms.pdf>
- <sup>[9]</sup> 中国人民银行等七部委. 《关于构建绿色金融体系的指导意见》. 2016-08-31. [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/gwy/201611/t20161124\\_368163.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/gwy/201611/t20161124_368163.htm)
- <sup>[10]</sup> 中国人民银行. 《金融机构环境信息披露指南》. 2021-07-22.
- <sup>[11]</sup> 中国证券投资基金业协会. 《绿色投资指引（试行）》. 2018-11-10. <https://www.amac.org.cn/hdjl/jjhywhjs/esg/202001/P020231126414985893129.pdf>
- <sup>[12]</sup> 深圳市地方金融监督管理局. 《深圳经济特区绿色金融条例》. 2020-11-05. [http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/ztl/yshjzck/zcfg/content/post\\_8303711.html](http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/ztl/yshjzck/zcfg/content/post_8303711.html)
- <sup>[13]</sup> 深圳市地方金融监督管理局等. 《深圳市金融机构环境信息披露指引》. 2022-09-20. [http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/xxgk/zcfg/gfxwjcx/content/post\\_10155366.html](http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/xxgk/zcfg/gfxwjcx/content/post_10155366.html)
- <sup>[14]</sup> 深圳市地方金融监督管理局. 《关于公示深圳市 2023 年环境信息披露金融机构名单的通知》. 2023-05-18. [http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/xxgk/tzgg/content/post\\_10596564.html](http://www.jr.sz.gov.cn/sjrb/xxgk/tzgg/content/post_10596564.html)
- <sup>[15]</sup> SFC. Circular to licensed corporations Management and disclosure of climate-related risks by fund managers. 2021-08-20. <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/gateway/EN/circular/intermediaries/supervision/doc?refNo=21EC31>
- <sup>[16]</sup> SFC. Fund Manager Code of Conduct (Fourth Edition). 2022-08.
- <sup>[17]</sup> HKMA. Supervisory Policy Manual - Climate Risk Management. 2021-12-30. [https://www.hkma.gov.hk/media/gb\\_chi/doc/key-information/guidelines-and-](https://www.hkma.gov.hk/media/gb_chi/doc/key-information/guidelines-and-)

---

circular/2021/20211230c2a1.pdf

<sup>[18]</sup> 香港绿色和可持续金融跨机构督导小组. 绿色和可持续金融跨机构督导小组推出策略计划 巩固香港金融生态系统 共建更绿和更可持续未来. 2020-12-17. [https://www.hkma.gov.hk/gb\\_chi/news-and-media/press-releases/2020/12/20201217-4/](https://www.hkma.gov.hk/gb_chi/news-and-media/press-releases/2020/12/20201217-4/)

<sup>[19]</sup> Official Journal of the European Union. Sustainable Finance Disclosures Regulation (SFDR). 2019-11-27. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2088>

<sup>[20]</sup> Joint Committee of the European Supervisory Authorities. Final Report on draft Regulatory Technical Standards. 2021-02-02. [https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/jc\\_2021\\_03\\_joint\\_esas\\_final\\_report\\_on\\_rts\\_under\\_sfdr.pdf](https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/jc_2021_03_joint_esas_final_report_on_rts_under_sfdr.pdf)

<sup>[21]</sup> ECB. Guide on climate-related and environmental risks. 2020-11. <https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.202011finalguideonclimate-relatedandenvironmentalrisks~58213f6564.en.pdf>

<sup>[22]</sup> EBA. EBA ACTION PLAN ON SUSTAINABLE FINANCE. 2019-12-06. [https://www.eba.europa.eu/sites/default/files/document\\_library/EBA%20Action%20plan%20on%20sustainable%20finance.pdf](https://www.eba.europa.eu/sites/default/files/document_library/EBA%20Action%20plan%20on%20sustainable%20finance.pdf)

<sup>[23]</sup> BoE. Enhancing banks' and insurers' approaches to managing the financial risks from climate change. 2019-04

<sup>[24]</sup> PRA. Climate-related financial risk management and the role of capital requirements. 2021-10-28.

<sup>[25]</sup> FCA. Enhancing climate-related disclosures by asset managers, life insurers and FCA-regulated pension providers. 2021-12. <https://www.fca.org.uk/publication/policy/ps21-24.pdf>

<sup>[26]</sup> <https://www.cgfi.ac.uk/cfrf/>

<sup>[27]</sup> DWP. Statutory guidance: Governance and reporting of climate change risk: guidance for trustees of occupational schemes. 2022-06-17. <https://www.gov.uk/government/consultations/climate-and-investment-reporting-setting-expectations-and-empowering-savers/outcome/statutory-guidance-governance-and-reporting-of-climate-change-risk-guidance-for-trustees-of-occupational-schemes>

<sup>[28]</sup> BCBS. Principles for the effective management and supervision of climate-related financial risks. 2022-06-15. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d532.htm>

<sup>[29]</sup> MAS. GUIDELINES ON ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT (ASSET MANAGERS). 2020-12. <https://www.mas.gov.sg/-/media/mas/regulations-and-financial-stability/regulations-guidance-and-licensing/securities-futures-and-fund-management/regulations-guidance-and-licensing/guidelines/guidelines-on-environmental-risk-management-for-asset-managers.pdf>

<sup>[30]</sup> GFIT. FINANCIAL INSTITUTIONS CLIMATE-RELATED DISCLOSURE DOCUMENT. 2021-05. <https://www.abs.org.sg/docs/library/financial-institutions-climate-related-disclosure-document.pdf>

<sup>[31]</sup> Ministry of Business, Innovation, and Employment. Financial Sector (Climate-related Disclosures and Other Matters) Amendment Act 2021. 2021-10-27. <https://www.legislation.govt.nz/act/public/2021/0039/latest/whole.html>

<sup>[32]</sup> Ghadge, Abhijeet, Hendrik Wurtmann, and Stefan Seuring. Managing climate change risks in global supply chains: a review and research agenda. International Journal of Production Research. 2020. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3399073](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3399073)

<sup>[33]</sup> Ren, X. et al. Climate policy uncertainty and firm-level total factor productivity: Evidence from China, Energy

---

Economics. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106209>.

<sup>[34]</sup>刘波, 李芸琪和蒋银娟. 气候变化冲击下的制造业企业全要素生产率——机制分析与实证检验, 湖南大学学报(社会科学版). 2023. <https://doi.org/10.16339/j.cnki.hdxbskb.2023.01.011>.

<sup>[35]</sup> Huang, H.H., Kerstein, J. and Wang, C. The impact of climate risk on firm performance and financing choices: An international comparison, *Journal of International Business Studies*. 2018. <https://doi.org/10.1057/s41267-017-0125-5>

<sup>[36]</sup> Nguyen, J.H. and Phan, H.V. Carbon risk and corporate capital structure, *Journal of Corporate Finance*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2020.101713>.

<sup>[37]</sup> Park, J. hwan and Noh, J.H. Relationship between climate change risk and cost of capital, *Global Business & Finance Review (GBFR)*. 2018. <https://doi.org/10.17549/gbfr.2018.23.2.66>.

<sup>[38]</sup> Chen, L.H. and Silva Gao, L. The Pricing of Climate Risk, *SSRN Electronic Journal [Preprint]*. 2011. Available at: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1940727>.

<sup>[39]</sup> Javadi, S. and Masum, A.-A. The impact of climate change on the cost of bank loans, *Journal of Corporate Finance*. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2021.102019>.

<sup>[40]</sup> Dafermos, Y., Nikolaidi, M. and Galanis, G. Climate Change, Financial Stability and Monetary Policy, *Ecological Economics*. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.011>.

<sup>[41]</sup>马骏和孙天印. 气候转型风险和物理风险的分析方法和应用——以煤电和按揭贷款为例, 清华金融评论, 2020. <https://doi.org/10.19409/j.cnki.thf-review.2020.09.006>.

<sup>[42]</sup>杜剑, 徐筱彧和杨杨. 气候风险影响权益资本成本吗?——来自中国上市公司年报文本分析的经验证据, 金融评论. 2023.

<sup>[43]</sup> Viral V. Acharya, Timothy Johnson, Suresh Sundaresan & Tuomas Tomunen. Is Physical Climate Risk Priced? Evidence from Regional Variation in Exposure to Heat Stress. *NBER Working Paper*. 2022-09. <https://doi.org/10.3386/w30445>

<sup>[44]</sup> Hong, Harrison G. and Li, Frank Weikai and Xu, Jiangmin. Climate Risks and Market Efficiency. *Journal of Econometrics*. 2017-09-07. <https://ssrn.com/abstract=2776962> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2776962>

<sup>[45]</sup> Cuculiza, Carina and Kumar, Alok and Xin, Wei and Zhang, Chendi, Temperature Sensitivity, Mispricing, and Predictable Return. *SSRN*. 2019-02-26. <https://ssrn.com/abstract=3331872> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3331872>

<sup>[46]</sup> Yuan Chen Yang ; Chengyu Huang ; Yuchen Zhang. Decomposing Climate Risks in Stock Markets. *IMF Working Papers*. 2023-6-30. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/06/30/Decomposing-Climate-Risks-in-Stock-Markets-534307>

<sup>[47]</sup> Bolton, Patrick and Kacperczyk, Marcin T., Do Investors Care about Carbon Risk? *Columbia Business School Research Paper Forthcoming, Journal of Financial Economics (JFE), Forthcoming, European Corporate Governance Institute – Finance Working Paper*. 2020-10-30. <https://ssrn.com/abstract=3398441> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3398441>

<sup>[48]</sup> State Street Global Advisor. Climate VaR and Financial Value - Assessing the Empirical Evidence. 2023. <https://www.ssga.com/library-content/pdfs/insights/climate-var.pdf>

<sup>[49]</sup> TCFD. 2023 Status Report. October 2023. <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2023/09/2023-Status-Report.pdf>

<sup>[50]</sup> Norges Bank Investment Management. Responsible investment Government Pension Fund Global 2022.

---

2023.

<sup>[51]</sup> Morgan Stanley Investment Management. Climate Report.2023.

[https://www.morganstanley.com/im/publication/resources/msim\\_climate\\_report\\_2022.pdf](https://www.morganstanley.com/im/publication/resources/msim_climate_report_2022.pdf)