

UN 

environment  
programme

finance  
initiative



# 改变航向

投资者综合指南：响应TCFD  
利用情景分析评估气候风险

为响应金融稳定理事会 (FSB) 气候相关财务信息披露工作组 (TCFD) 的建议,对全球升温1.5°C、2°C、3°C情景开展投资分析,联合国环境规划署金融倡议 (UNEP FI) 召集了十一个国家的二十家机构投资者,于2018 年至2019 年间在Carbon Delta 的协助下分析、评估、测试相关先进分析方法。本报告记录此次试点的成果和结论,旨在促进广大投资界理解并采纳TCFD 建议。



联合国环境规划署金融倡议 (UNEP FI) 是联合国环境规划署与全球金融部门在1992年地球峰会的背景下建立的伙伴关系组织,其使命是促进可持续发展金融的发展。包括银行、保险公司和投资机构在内的200多家金融机构与联合国环境规划署合作,旨在了解当今的环境、社会和公司治理 (ESG) 挑战,这些因素对金融至关重要的原因,以及如何积极参与解决这些挑战。

[www.unepfi.org](http://www.unepfi.org)



Vivid Economics是一家战略咨询公司,为公私客户提供金融、商业、环境等交叉领域的深度行业咨询和专题咨询,针对金融行业客户提供政策和市场情报、情景建模以及风险机遇评估工具,支持客户制定投资策略、实施风险管理、投资对象沟通和财务披露。

[www.vivideconomics.com](http://www.vivideconomics.com)



Carbon Delta是一家气候变化数据分析公司,为三万多家企业量化各种气候变化情景下的投资风险。公司立足气候风险价值 (CVaR) 模型,为金融机构提供必要工具保护资产免受气候变化造成的最不利影响,助力发现创新低碳投资新机遇。

[www.carbon-delta.com](http://www.carbon-delta.com)



# 目录

试点成员反馈 .....	5
前言 - Mark Carney.....	7
前言 - Satya Tripathi.....	8
致谢 .....	9
执行摘要.....	10
1. 导论.....	16
2. 评估方法概述 .....	23
3. 投资者试点方法的基本构成要素 .....	38
4. 比较1.5°C、2°C和3°C升温情景下的气候风险价值 .....	50
5. 实施方法.....	65
6. 未来方向 .....	116
附录一 .....	120
附录二 .....	121
附录三 .....	122
缩略词 .....	123
术语表.....	124
参考文献.....	125

# 表目录

表格1:Carbon Delta方法关键创新要素、差距和未来举措 .....	48
表格2:30,000家公司组成的市场投资组合的分析结果 .....	51
表格3:政策风险行业层面结果展示了不同投资组合受到的气候相关影响 .....	52
表格4:技术机遇的行业层面结果展示了投资组合受到的气候相关影响范围 .....	53
表格5:延迟情景与非延迟情景下的政策风险 .....	53
表格6:一般气候模型与挑战性气候模型下的实体风险以及每种特定气候灾害的实体风险 .....	54
表格7:按行业和贡献率分布的一般情景下的实体风险 .....	55
表格8:依据行业和危害程度划分的前十位暴露于实体风险的地理位置 .....	56
表格9:全球1,200家最大市值公司的分析结果 .....	58
表格10:政策风险的行业层面结果,展示了该投资组合受到的气候相关影响 .....	58
表格11:技术机遇的行业层面结果,揭示了投资组合受到的不同影响 .....	59
表格12:延迟与未延迟情景下的政策风险 .....	59
表格13:一般气候模型与挑战性气候模型下的实体风险以及每个具体天气危害 .....	60
表格14:按照行业和贡献率划分的一般情景下的实体风险 .....	60
表格15:依据行业和危害划分的前十位面临实体风险的地理位置 .....	61
表格16:煤炭投资组合结果 .....	63
表格17:可再生能源投资组合结果 .....	63
表格18:CDPQ 通过特定价值链比较不同行业 .....	72
表格19:CDPQ水泥和钢铁行业的总VaR .....	73
表格20:宏利加拿大股票投资组合结果 .....	75
表格21:宏利亚洲股票投资组合结果 .....	75
表格22:宏利加拿大和亚洲股票投资组合的行业权重 .....	76
表格23:宏利两种投资组合中下列气候危害的总投资组合VaR .....	77
表格24:宏利依据高温热浪风险敞口的行业排名 .....	77
表格25:宏利依据沿海洪水风险敞口的行业排名 .....	77
表格26:宏利依据热带气旋风险敞口的行业排名 .....	77
表格27:洛克菲勒资产组合CVaR结果比较 .....	84
表格28:澳大利亚不同城市中Investa投资组合的NGA系数 .....	95
表格29:不同地域中Investa能源强度与排放强度的差异 .....	96
表格30:KLP的上市股票和债券累计持有量的 VaR估值 .....	100
表格31:La Française的CVaR投资组合分析结果概要 .....	106
表格32:La Française的 CVaR全球参考指数结果概要 .....	107
表格33:2°C情景下的TDAM结果 .....	112

# 图目录

图1:利用情景评估影响的分析要素 .....	11
图2:TCFD建议围绕四大主题展开.....	19
图3:利用情景评估影响的分析要素 .....	24
图4:实体风险影响评估方法分类框架 .....	27
图5:实体风险评估方法概况 .....	28
图6:转型风险影响评估方法分类框架 .....	33
图7:转型风险评估方法概览 .....	34
图8:Carbon Delta方法的最终输出为量化成本或收益以及 CVaR.....	38
图9:Carbon Delta 评估了两大气候风险:转型风险影响与实体风险影响 .....	39
图10:Carbon Delta计算未来15年的气候成本和利润,并假设未来该数量将呈线性下降.....	46
图11:Carbon Delta 的升温潜力计算图表.....	47
图12:暴露于严重急性实体气候风险的(匿名)公司地理位置 .....	56
图13:投资组合温度计 .....	57
图14:面临巨大急性实体气候风险的(匿名)公司地理位置 .....	61
图15:投资组合温度计 .....	62
图16:煤炭投资组合和可再生能源投资组合的温度计 .....	64
图17:全球地表均温变化(相较于1986-2005年) .....	68
图18:沿海洪水造成的损失从预期增加到第95个百分位(占资产价值的%) .....	69
图19:英杰华对于一般情景和挑战性情景下实体危害差别的分析 .....	69
图20:截至2100年的升温幅度预测.....	80
图21:北欧银行2°C情景和延迟情景下的成本曲线 .....	81
图22:北欧银行不同行业VaR:并非所有成本都在各行业平均分布,有些成本会集中在某些行业 .....	82
图23:DNB投资组合、情景和结果信息 .....	90
图24:不同温度情景下Investa的历史排放表现和预期排放轨迹.....	93
图25:2012财年至2018财年间 Investa两类碳密集度最高资产的减排量.....	94
图26:不同地域中Investa能源强度、排放强度和VaR的差异.....	95
图27:KLP的气候风险评估方法架构根据TCFD建议形成.....	98
图28:KLP的气候风险筛选过程涵盖所有关键业务运营 .....	99
图29:每一情景下KLP上市公司股票和债券累计持有额的VaR贡献率.....	100
图30:按情景划分的KLP累计股票持有额的VaR贡献率和一家专业化ESG指数基金 .....	101
图31:KLP拥有累计持股额最大负VaR贡献率的十个行业 .....	102
图32:KLP十大拥有平均未加权最大正VaR的行业 .....	103
图33:全球股票投资组合:TDAM按行业划分的CVaR、升温轨迹和权重.....	113
图34:加拿大股票投资组合:TDAM按行业划分的CVaR、升温轨迹和权重.....	113
图35:全球股票投资组合:TDAM按照行业和风险因素进行的CVaR细分 .....	114
图36:Carbon Delta 与 Sustainalytics:TDAM 对于公用事业行业内气候风险信号的比较 .....	115

# 方框目录

方框1: 欧盟的气候相关披露法规: 非金融报告指令 (NFRD) .....	21
方框2: 房地产资产的实体影响.....	42
方框3: 房地产资产的转型风险影响.....	44
方框4: Carbon Delta 方法的未来举措.....	49

# 案例研究目录

## 对分析方法和分析结果进行压力测试

案例研究 1: 英杰华: 挑战性实体风险情景.....	67
案例研究 2: CDPQ: 价值链与产品的不可替代性 .....	71
案例研究 3: 宏利投资管理: 不同地区投资组合面临的非线性气候风险.....	74
案例研究 4: 北欧银行 (Nordea): 延迟的政策响应 .....	79
案例研究 5: 洛克菲勒: 将情景分析应用到积极管理策略.....	83

## 将情景分析纳入内部流程或外部沟通

案例研究 6: ADDENDA资本: 情景分析和披露的真正好处来自于过程本身 .....	87
案例研究 7: DNB: 投资组合情景分析和公司沟通 .....	89
案例研究 8: INVESTA: 确定未来房地产评估的指标 .....	92
案例研究 9: KLP: 逐步关注气候风险管理 .....	97
案例研究 10: LA FRANÇAISE: 气候VAR指标提供了相关投资信号 .....	105
案例研究 11: 挪威银行投资管理: 情景分析是风险评估的有效工具 .....	109
案例研究 12: TD资产管理: 比较不同的气候风险评估方法 .....	111

# 试点成员反馈

我们严格要求被投资实体进行气候相关财务披露。此次参加 UNEP FI 推出的 TCFD 试点项目,自行编制披露资料后,我们更深刻地认识到公司开展投资面临的风险和机遇,并确定了继续加深认识的下一步工作。同时,试点项目也强调了实体寻求向利益相关方提供具体、完整气候相关披露所需付出的努力。

## ROGER BEAUCHEMIN

首席执行官 | Addenda Capital

作为新兴市场的机构投资者,全球同行在管理气候相关风险方面的专业水准和深刻分析令我们大开眼界。这既是挑战也是机遇,一方面我们看到需要弥补的巨大差距,另一方面我们也了解了最佳实践,并认识到参加 UNEP FI 试点项目已经帮助、并会继续帮助我们更深入地理解相关问题。Afore Citibanamex 开始着手将 ESG 分析纳入投资流程,此间收获的方法和经验将为今后的投资组合分析和决策工作奠定基础。

## LUIS SAYEG

首席执行官 | Afore Citibanamex

地球已经没有时间等人类找借口。投资者对推动世界低碳化起到核心作用;此次试点合作表明,我们都可以做出更好的决策,兼顾客户和环境利益。英杰华集团(Aviva)坚持呼吁被投资公司进行合理披露,同时联合监管机构和政策制定者确保资本市场正确考虑相关风险。不作为的代价远远大于作为。

## MAURICE TULLOCH

首席执行官 | 英杰华集团

气候变化对许多行业和地区构成重大威胁,企业必须发挥主导作用,确保气候相关风险和机遇透明化。为加快气候行动,我们采纳了经科学减碳倡议组(SBTi)验证的科学减排目标,以及基于TCFD建议的气候变化情景分析,旨在识别缓解和适应气候变化面临的风险,保障企业未来,为企业、投资者、利益相关方乃至整个环境创造持久价值。CDL很荣幸能参加UNEP FI试点项目,未来会继续坚持集团的长期可持续发展战略,争取实施碳披露最佳实践。

## SHERMAN KWEK

首席执行官 | CDL Group

如今,全球气温比工业化前水平高出1°C,气候变化的影响已经开始显现。此次试点项目建立起在投资组合层面衡量并减轻气候变化影响的系统方法,对国际投资者而言是一次重要的学习活动。虽然方法有待完善,但这无疑向企业释放出气候变化不容忽视的信号。未来,应对相关风险和机遇是我们向客户履行信托责任的关键。

## OLA MELGÅRD

首席执行官 | DNB Asset Management

气候风险或危及长期金融稳定和收益,因此不容忽视。KLP 通过参加此次试点项目,认识到评估气候风险十分复杂,要按照TCFD建议的方式衡量金融领域面临的气候风险,我们还有很长的路要走。因此,我们希望未来几年继续与同行、学界、服务提供商和其他利益相关方协作,提高金融市场气候风险透明度。

## HÅVARD GULBRANDSEN

首席执行官 | KLP Kapitalforvaltning

作为负责任的投资者,我们的目标是做出明智的投资决策。进一步将气候相关风险指标纳入投资流程和报告文件,是实现此目标的一项积极举措。试点小组积极讨论,质疑分析方法和结果,并从讨论中学习。本报告向志同道合的投资者和利益相关方群体传递试点项目的知识成果。

## LAURENT JACQUIER-LAFORGE

总经理兼首席股权投资官 | La Française AM

所有金融机构都需要理解气候变化带来的风险和机遇,以及由此导致的低碳经济转型。但这是一项艰巨挑战,我们因此认识到与投资界同行协作极具价值,有助于对未来气候情景的投资影响形成共识。我们期待在初步工作基础上再接再厉,以试点成果为关键的第一步,对我们投资的复原力进行压力测试,以应对我们所面临的社会最大挑战之一。

## JOHN FOLEY

首席执行官 | M&G Prudential

通过此次试点项目，我们认识到协作的力量和必要性，它使投资者能够应对气候变化。如果没有协作，投资者单独进行情景分析试验，以及行业最佳实践的逐渐形成，都需要花费数年时间。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)近期报告重点指出，地球已经没有时间。

#### **CHRISTOPHER CONKEY**

首席 投资官、总裁兼首席执行官 | 宏利投资管理(Manulife Investment Management)

应对气候变化是重要议题，Nordea 支持 TCFD 对气候相关风险的建议和管理。我们认为，未来与其他投资者和利益相关方协作仍然很重要，只有协作才能进一步发掘方法，管理气候变化影响财务的复杂问题。我们会继续根据 TCFD 建议，促进被投资公司的信息披露。

#### **NILS BOLMSTRAND**

首席执行官 | Nordea Asset Management

资产所有者和资产管理人需要与被投资公司管理层协作，方能披露有意义的气候变化信息。这是 TCFD 建议的一项重要创新，最终将促进气候变化风险和机遇报告的可靠性和可比性。

#### **MEREDITH BLOCK**

Senior Vice President | Rockefeller Asset Management

现在的问题不再是为什么要把可持续因素纳入决策，而是如何进一步优化决策流程。UNEP FI 推出的 TCFD 试点项目实现同行协作，重点探讨如何完善投资工作的关键问题。团队通过内部深入讨论，更清晰地认识到如何更好地将气候相关风险和机遇纳入决策流程。

#### **JAN ERIK SAUGESTAD**

首席执行官 | Storebrand Asset Management

气候变化无疑是一项投资风险，客户日益要求提供相关信息，以增进对气候相关风险的了解。通过此次试点项目，我们接触到其他工具，用于量化气候风险对投资组合的影响，让我们在更全面的背景下确保投资的风险和收益参数达到平衡。展望未来，我们希望此次试点能鼓励大家继续讨论各种气候情景分析方法的优缺点。

#### **BRUCE COOPER**

首席执行官 | 道明资产管理

# 前言 - MARK CARNEY

2015年,我谈到过“眼界的悲剧”(Tragedy of Horizon)——大多数银行、投资者、金融政策制定者囿于认知的边界,缺乏消除气候影响的直接动力,但气候变化的灾难性影响势必超出传统认知范围。自那以后,从《巴黎协定》到气候变化风险管理,再到低碳经济转型回报优化的各项举措,均取得重要进展。我们终于有望扭转这一悲剧。

机构投资者作为长期储蓄的“守护者”,具有理解气候风险和机遇的眼界,其中许多正在培养管理气候风险和机遇的能力。但是,投资者需要适当的信息,来为气候风险合理定价并奖励创新。

气候相关财务披露工作组(TCFD)的工作对于加强汇报、认识气候相关财务风险至关重要。自TCFD 向二十国集团领导人峰会(G20 Leaders Summit) 提出建议以来,投资者对优质气候报告的需求发生重大变化。TCFD支持机构目前管理的资产规模近110 万亿美元。

TCFD的自愿披露建议产生强大推动力,鼓励边做边学,形成良性循环。随着公司采用TCFD建议,投资者可以根据更充分的信息区分企业业绩,进而建议会继续普及,披露的信息更具决策价值,建议的影响力也会提升。

将气候模型转化为经济和金融影响是困难的,对于依赖公司提供信息的投资者而言更是如此。UNEP FI 等倡议是分享良好实践(如情景分析良好实践)的宝贵平台——可以帮助公司建立更加精细、成熟的实践方法。

今后还有很多工作要做。本报告将助力各方维持良性循环势头,越来越多的公司披露的信息日益丰富,投资者可以做出更加明智的决策,可持续投资便会成为主流。



**MARK CARNEY**

英格兰银行(BANK OF ENGLAND)行长

# 前言 - SATYA TRIPATHI

未来十二年的气候挑战为私营部门创造了难得的协作机遇,私营部门可以更加统一、系统地计算环境的外部性并实现商业运作的绿色化。公司在塑造自然、推动各国采取行动增强复原力等方面发挥着关键作用,而这关系到32亿人的福祉。

唯有充分利用私营部门资金,加大投资力度,尽可能惠及民生、气候、生态系统和生物多样性,方能顺利实现《巴黎协定》目标和联合国可持续发展目标。我们需要改良企业绩效指标和指导标准,将公共利益纳入衡量企业绩效的关键指标。

TCFD 框架是投资者以及所有其他企业、金融参与者迈向良性循环的权威指南,可以实现更明智的决策流程,支持气候友好型投资增长。

三重底线指标的主流化至关重要,联合国环境署携手关键行业领袖推广其披露框架和指引。与此同时,联合国环境署将继续动员合作伙伴,尤其是金融市场合作伙伴,加快金融体系与《巴黎协定》和气候变化目标对接,实现积极变革。



**SATYA TRIPATHI**

联合国助理秘书长兼联合国环境管理小组秘书

# 致谢

按首字母顺序排列。

## 主要作者:

**Jason Eis**

Executive Director  
执行董事

**Justine Schafer**

Economist  
经济学家

## 案例研究作者:

### 对分析方法和分析结果进行压力测试

**Aviva:** Ben Carr, Analytics and Capital Modelling Director Finn Clawson, Team Lead.

**CDPQ:** 投资管理部分分析师 Thierry Borduas; 投资管理部分顾问 Michel Léveillé; 投资管理部分主管 Bertrand Millot。

**宏利投资管理:** ESG 全球主管 Emily Chew; ESG 研究与整合部总监 Fred Isleib。

**Nordea:** ESG 分析师 Emir Borovac; 负责任投资部主管 Katarina Hammar。

**Rockefeller:** 高级副总裁 Meredith Block。

### 将情景分析纳入内部流程或外部参与(ENGAGEMENT)

**Addenda:** 可持续投资部副总裁 Brian Minns; 可持续投资部初级分析师 Samantha Cameron。

**DNB Asset Management:** 负责任投资部分分析师 Henry Repard; 负责任投资部主管 Janicke Scheele; 负责任投资部分分析师 Laura Natumi McTavish。

**Investa:** 可持续发展协调员 Ian Lieblich; 企业可持续发展部总经理 Nina James。

**KLP:** 高级负责任投资顾问 Lars Erik Mangset。

**La Française Asset Management:** ESG 部主管 Roland Rott; 负责任投资顾问 Perrine Dutronc。

**NBIM:** 分析师 Adriana Carvallo-Aceves; 可持续发展部主管 Wilhelm Mohn。

**道明资产管理:** 副总裁兼投资风险部总监 Anthony DaCosta; 总经理兼投资风险部主管 Julie Sherratt; 投资风险部助理 Vanessa Allen

## 特约作者:

Carbon Delta 业务拓展部经理 Andrew Campbell Black; Carbon Delta 业务拓展部总监 Anja Ludzuweit; Carbon Delta 数据分析师 Caroline

Sundin; Carbon Delta 开发部主管兼联合创始人 David Lunsford; Vivid Economics 经济专家 Karishma Gulrajani

## 审稿人:

NBIM 分析师 Adriana Carvallo-Aceves; Bentall Kennedy 可持续发展与 EHS 部副总裁 Anna Murray; Carbon Delta 业务拓展部总监 Anja Ludzuweit; CDPQ 投资管理部主管 Bertrand Millot; Adendda Capital 可持续投资部副总裁 Brian Minns; NBIM 房地产部可持续发展经理 Christopher Wright; UNEP FI 投资主管 Elodie Feller; DNB Asset Management 负责任投资部分分析师 Henry Repard; DNB Asset Management 负责任投资部主管 Janicke Scheele; 英杰华高级经理 Jean-francois Coppenolle; UNEP FI 气候与投资部顾问 Jesica Andrews; 英杰华风险分析部主管 John Adcock; Nordea 负责任投资部主管 Katarina Hammar。

DNB Asset Management 负责任投资部分分析师 Laura Natumi McTavish; CDPQ 投资管理部顾问 Michel Léveillé; La Française Group 负责任投资部顾问 Perrine Dutronc。

La Française Asset Management ESG 部主管 Roland Rott; Storebrand 可持续发展部分分析师 Sunniva Bratt Slette; CDPQ 投资管理部分分析师 Thierry Borduas; Carbon Delta 高级产品经理 Phanos Hadjikyriakou; 道明资产管理投资风险部助理 Vanessa Allen; UNEP FI 气候主管 Remco Fischer; 英杰华 TCFD 有形风险工作流主管 Russ Bowdrey; NBIM 可持续发展部主管 Wilhelm Mohn; 英杰华可持续发展部组长 Zelda Bentham。

## 项目主管和管理人员:

**Remco Fischer**  
UNEP FI 气候主管

**Elodie Feller**  
UNEP FI 投资主管

**Jesica Andrews**  
UNEP FI 气候与投资部  
顾问

**Paul Smith**  
UNEP FI 气候变化顾问

本报告中试点成员反馈、前言、执行摘要(部分)、第六章未来方向的中文版翻译由英国加速气候转型项目(UK PACT)资助。报告其他部分由商道融绿翻译,感谢彭博和南方基金支持。如与英文版存在任何差异,以英文版为准。



# 执行摘要

## 背景

全球气温现已比工业化前水平高出约1°C，气候变化的实体表现以及为避免气候变化而采取的缓解措施已经在对全球经济产生破坏性影响。在实体风险方面，日益频繁、严重的极端天气事件对生活、社会产生严重影响，并通过影响运营、供应链和客户，间接对公司产生严重影响。如果不采取政策行动，气候影响只会随着全球平均气温的持续上升而加剧（IPCC, 2018）。在转型风险方面，政策和技术的转向开始影响排放密集型公司相对于低碳替代品提供商的竞争地位。《巴黎协定》由185个缔约方达成，旨在确保在2100年前，全球平均气温较工业化前水平上升不超过2°C（UNFCCC, 2015），并要求金融机构发挥积极作用，将全球升温幅度限制在2°C以内。《巴黎协定》第2.1(c)条旨在“使资金流动符合温室气体低排放和气候适应型发展的路径”，从而加强应对全球气候变化（UNFCCC, 2015）。这就要求金融行业不仅仅注重长期金融稳定，更要积极实现国际气候目标。实体气候持续变化以及限制气候变暖的快速政策行动，给投资者带来前所未有的、不确定的财务影响，亟需加以管理。

气候相关财务信息披露工作组（TCFD）提出的建议概述了企业和金融机构对气候相关风险和机遇开展前瞻性情景评估的必要性。TCFD建议通过情景分析评估气候变化的长期影响，旨在确保企业和金融机构将该影响纳入战略决策。投资者既是气候相关信息的使用者又是披露者，因此通过前瞻性气候相关风险分析开展沟通具有双重意义。大多数机构投资者持有大型投资组合，一边为实体经济发展提供资金，一边面临跨行业、跨地域、跨金融工具的风险。由于机构投资者资产和负债管理期限较长，又同时拥有股权及无担保债务敞口，在战略决策时考虑气候变化因素尤为重要。但考虑到投资者的投资规模和多元性，可能难以评估气候变化对投资者的影响。

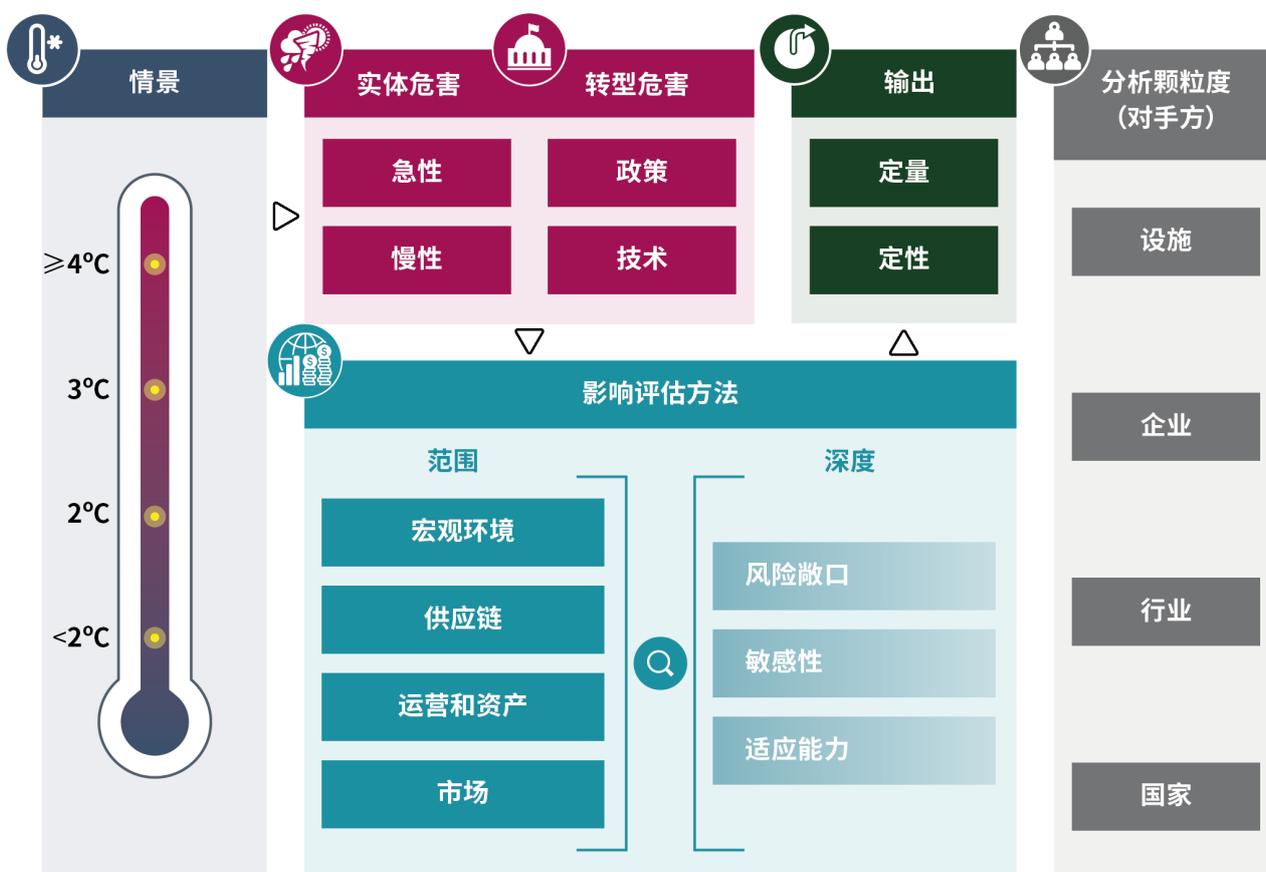
本报告详细介绍了UNEP FI TCFD投资者试点结果，该试点项目中，投资者协作探索新方法，评估实体和转型方面的风险与机遇对机构投资者投资组合的影响，并加以完善和应用。投资者试点小组由来自世界各地的20家机构投资者组成。本报告介绍的评估方法经投资者试点小组改进使用，并与数据分析公司Carbon Delta合作。本报告的结果与方法论评估为探讨将TCFD情景风险评估建议纳入投资者财务披露的可能性奠定了基础。

投资者试点项目（包括本报告）有两大最终目标：一是提高投资者对TCFD的理解；二是支持全行业统一。UNEP FI 投资者试点项目旨在全面指导各投资者设计、安排所在机构运用或使用情景分析，同时建立投资界披露基准，实现投资者信息披露统一化、规范化，逐步提升披露信息可比性。

## 情景分析方法现状

如今, 情景分析方法数量繁多, 更有大批提供商提供并不断完善各式分析方法。本次研究发现, 可用的分析方法数量繁多, 服务提供商支持符合TCFD建议的情景分析, 市场欣欣向荣。虽然许多服务提供商使用的核心方法要素相同, 财务评估的数据集、建模块件和方法也相似, 但仍存在显著差异。不同提供商往往根据资产类别、情景和输出格式, 提供不同(有时互补)的方法评估气候相关金融风险和机遇。因此, 视分析所需的范围、深度和重点, 可以从大量方法中选出适当的方法。图1概述情景分析方法的评估分析框架, 该框架对各种方法进行全面评测, 包括所使用(或构建)的情景、所考察的实体和转型危害、所制定的影响评估方法、所生成的输出以及分析颗粒度, 或所考察风险的对对手方<sup>1</sup>。

图1: 利用情景评估影响的分析要素



来源: Vivid Economics

## 投资者试点方法的构成

UNEP FI 投资者试点项目探索、完善并应用Carbon Delta 方法, 在整个试点期间实际测试上市股票、公司债券和房地产在多种未来情景下的“气候风险价值”(CVaR)。该方法同时评估气候变化的实体风险和转型风险。在实体风险方面, 以业务中断为代理变量, 分析长期气候变化和短期天气事件对公司运营的影响。在转型风险方面,

1. 在本报告中, “对手方”指投资者通过投资组合覆盖到的并且更加直接受到气候相关风险影响的实体, 可以是国家、企业、独立设施/“项目”等。因此, 虽然不同方法用于考察不同对手方, 但也可以使用类似的方法。

探讨政策风险(公司达到国家减排目标的成本)和绿色机遇(低碳技术公司通过提供减排手段赚取的利润)。然后,通过财务建模将实体影响和转型影响转化为财务价值。而且,该方法根据国际气候目标进一步评估投资组合的对应温度:即某组合所代表的升温幅度。

## 全球升温1.5°C、2°C和3°C情景下气候风险值对比

针对包含三万家同等权重公司、因此代表可投资市场全貌的某“市场投资组合(Market Portfolio)”,运用当前方法(并考虑当前差距和假设)进行分析,得出值得注意的结论,包括:

- **投资者因低碳经济转型要求而面临13.16%的风险:**根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)最新特别报告提出的1.5°C情景,公司面临显著转型风险,受影响的投资组合价值比例高达13.16%。基于全球前500家大型投资管理公司的总资产管理规模为81.2万亿美元,这代表着达10.7万亿美元的价值损失。
- **行业层面气候相关风险(包括低碳经济转型风险)十分显著。**公用事业、运输业、农业以及采矿炼油业政策风险较高。在1.5°C情景下,公用事业行业面临的政策风险最高(-50.6%),但对投资组合气候相关风险的贡献率不到10%。另一方面,制造业面临的风险较低(-16.5%),但对投资组合气候相关风险的贡献率最高(46.7%)。这表明各行业气候风险存在巨大差异,多元化有助于降低风险。
- **2°C情景下“绿色”利润可观——约为2.1万亿美元。**应对气候变化和限制全球变暖需要支持低碳能源转型的经济政策。但是,公司出售支持转型的低碳技术获得的绿色收入,可以抵消遵守温室气体减排政策发生的支出。因此,严格的气候政策可以转化为公司创造“绿色”利润的潜力。在2°C情景下,由三万家公司组成的市场投资组合创造的全部绿色利润大约为2.1万亿美元。
- **低碳技术机遇有助于抵消风险。**投资组合的总技术机遇可以降低3°C、2°C和1.5°C政策情景下产生的损失,该市场投资组合在三种情景下获得的收益分别为3.21%、6.94%和10.74%。
- **如果政府行动滞后,则会增加公司的成本和投资者的风险。**最后,如果政府推迟制定温室气体减排政策,则同气候政策顺利制定并立即生效的情景相比,该市场投资组合涵盖的三万家公司将面临1.2万亿美元的额外成本。此外,政府行动滞后不仅会增加政策风险,还会导致大气中温室气体浓度不断上升,增加实体气候风险。

## 实践案例研究

投资者试点小组中每位成员应至少分析一项投资组合,并尝试不同的情景分析。案例研究围绕两大主题展开,一些投资者在案例研究中探究这些情景分析结果。

- **第一组案例研究重点关注投资者选择探究的特殊领域,深度剖析投资者对投资组合的分析结果。**其中包括将情景分析延伸至更具挑战性的实体风险情景和政策响应滞后情景(英杰华、北欧银行),不同气温路径下的非线性风险(宏利投资管理),以及积极管理投资组合相对于相关指数的表现(洛克菲勒)。另一项CDPQ(Caisse de dépôt et placement du Québec)的案例研究则分析了在风险评估中考虑价值链和产品不可替代性的重要性。
- **第二组案例研究重点关注将试点项目成果纳入内部流程或外部沟通(engagement)的可能性。**案例考察利用情景分析进行积极沟通的好处(Addenda),强调未来进行房地产评估时Carbon Delta的分析方法与确定指标间的相互作用(Investa),探索围绕气候相关风险的内部风险管理流程演变(KLP),对比情景分析结果与环境、社会和公司治理(ESG)数据提供商提供的气候风险信号(TDAM),总结对形成内部情景分析工具和风险管理实践的影响(NBIM、La Francaise),并阐释机构如何切实利用分析结果与被投资公司交流(DNB)。

在UNEP FI投资者试点项目中,试点小组成员强调了协作沟通的几点好处:

- 同时考虑实体风险和转型风险可以获得对两种风险相互作用的宝贵见解,并可以为投资者提供更加全面、一致的风险评估。
- 不同政策目标情景下的多元化影响以及实体影响的强度都强调考虑一系列情景的重要性。这转而也使得投资者信息的标准化披露更加具有挑战。
- CVaR作为一个经常使用的核心风险指标的“延伸”,可以量化过去只能通过评级进行评估的风险,加强内部关注,从而促进内部讨论,提升披露的一致性。
- 部分投资者今后在与被投资公司讨论披露实质性气候相关数据和风险管理情况的必要性时,可能会以评估结果为依据说明采取行动的必要性。但投资者也指出,情景分析不应成为企业或投资者决策的唯一依据。

## 未来方向

我们对目前已有的方法与投资者试点项目特有的方法进行了总体回顾，揭示了本领域最近取得的主要创新与方法进步，但也暴露出若干现存的关键差距及改进领域：

- 当前的转型风险与实体风险分析方法未能涵盖其所深入分析对手方的整条价值链，也未能将微观经济影响与宏观经济影响联系起来。某些方法仅分析对手方的运营和实物资产，而忽略了气候变化对供应链和市场的影响，因此只能部分反映影响范围。此外，没有一种方法将微观经济影响与宏观经济环境的影响整合起来，但遭到的影响可能是十分显著的，尤其是当政策转型发生延迟且遭到扰乱，或者气候变化无法缓解时。因此，公司从供应链到市场的整条价值链以及更广泛宏观经济环境都应纳入分析方法。这包括更加清晰地区别范围一、范围二和范围三<sup>2</sup>排放，以全面捕捉公司碳足迹。
- 鲜有方法将实体风险与转型风险（作为相同建模实践的结果）纳入全面综合考量或者考虑多种温度路径。评估的风险种类通常与有限的气温情景相关联。例如，实体风险分析方法通常关注4°C“照常发展（business-as-usual）”情景，而转型风险分析方法则通常关注2°C情景。实际上两种情景均涉及重要权衡，因此要共同考虑，但两者建模方式的显著差异对当前方法提出挑战，导致当前涵盖权衡的情景数量不足。为充分了解实体风险与转型风险间的相互作用，分析应酌情扩展到未来10到15年。
- 总体而言，还需进行更多自下而上分析，要考虑对手方气候相关风险管理策略的独特之处。鲜有方法包含各公司所采取的减缓行动信息、设定的关键绩效指标（KPI）或是购买的保险。同理，分析方法不应仅量化对手方气候变化风险敞口，还要量化其敏感性和适应能力。
- 克服数据挑战对未来发展至关重要，尤其要解决涉及企业报告的影响资产敞口的因素。迄今为止，企业披露实践不仅没有定期提供具有前瞻性的风险评估，也没有提供公司拥有的实物资产信息，如设施、工厂和基础设施等。但是风险敞口在“资产层面”的出现频率要远高于公司作为法律实体。TCFD建议要求企业和金融机构披露此类信息，这为未来获得更多数据奠定了重要基础。

---

2. 温室气体议定书 (<https://ghgprotocol.org/>) 定义了三类排放“范围”：范围一排放是组织控制或拥有的排放源产生的直接排放；范围二排放是外购电力、热力或蒸汽所产生的排放；范围三排放是组织活动产生的间接排放，包括上游排放和下游排放。

要落实上述改进,显然需要被投资公司加强披露气候相关数据,尤其是披露各公司的敏感性与适应能力数据。被投资公司披露的数据越精细,情景分析为投资者提供的信息就越多。迄今为止开展的分析均依赖行业的复原力指标,比如自然资源依赖性、减排潜力等。但是,同一行业不同公司的指标可能存在显著差异,所以需要更多关于各公司对实体风险和转型风险的敏感性和适应能力的的数据,包括生产场地、房产等独立设施数据,并应当涵盖地理位置以及耐洪、能效或设施层面排放等气候相关特点。迄今为止,许多情景分析提供商要么不使用此类数据,要么依靠专有地理位置数据库评估特定设施。若要推广情景分析,尤其是向小型投资者推广,就必需收集并且更加全面的提供独立设施数据。

是否有需要将情景、方法与情景评估输出规范化仍是开放性问题的。金融监管机构可以提供一套他们希望投资者在进行投资组合情景分析时使用的冲击或情景。此外,缜密设计的建模方法透明度要求(而非完全规范化)可以进一步提高可比性,同时降低相关模型错误的风险,并维持方法改进动力。而且投资者试点小组成员一致同意,对气候情景分析披露提供额外指导将有助于理解其他人的结果,无论是针对被投资公司还是其他投资者。输出规范化允许投资者完整检查同一套影响指标,这也助于解释结果。

追求自身独特利益的投资者通过行业协作达成更为全面的分析方法,这说明行业协作在试点项目中发挥了非常重要的作用。投资者就试点分析方法进行持续交流,对情景分析的认识得到提升,并相互协作提出方法改进建议。例如,投资者在试点项目期间提出需要补充其他情景,于是项目引入了更具挑战的实体风险情景和政策行动滞后情景。试点小组成员进一步指出,采用与其他投资者相同的分析方法,可确保行业的TCFD报告结果详实且具可比性。投资者的协作,再与监管进步、现有披露标准和其他利益相关方协同,将是未来实现投资者信息披露更高程度规范化与可比性的重要途径。

# 1. 导论

## 1.1. 逐步理解长期风险敞口

气候变化已经成为21世纪的决定性挑战,越来越多的国家都一致认为,气候变化带来的最严重后果就是仅仅阻碍经济发展,而最严重的结果则是给人类社会带来巨大灾难。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)在其2018年10月的特别报告中指出,如果气候变暖以目前速度持续下去,那么2030到2052年间,全球平均升温幅度将由目前高于工业化前水平1°C 增至1.5°C。1.5°C 的升温幅度将对生态系统和人类社会造成前所未有的气候挑战,尽管这种不利影响可能仍然可控。但是21世纪下半叶早期升温幅度可能从1.5°C进一步增加到2°C,这可能导致全面的破坏性影响,包括海平面显著上升、物种灭绝、热应激和媒介传播疾病进一步危害人体健康、干旱和洪水风险增加(IPCC, 2018)。相应地,即使《巴黎协定》按照设想实施且目标完全实现<sup>3</sup>,极端天气的发生频率和严重程度将继续提高,实体气候变化<sup>4</sup>的长期“慢发”表现(如海平面上升或温度升高)将继续展开。与此同时,纠正型政策活动本身旨在使全球经济活动脱碳并让社会适应气候变化,但却可能给经济的关键领域带来重大的不确定性和高昂的成本,且随着行动的延迟,这些成本可能会大幅上升。当今社会的广泛预期是实体和转型相关影响都将对经济结果产生重大影响。

在实体风险方面,极端天气事件发生频率和严重程度的增加以及气候中的慢性变化已经对企业产生了严重影响,无论是通过企业自身的运营还是供应链。随着全球气温继续升高,这些影响只会加剧。例如,如果企业运营位于飓风频发地区,那么如果发生极端天气事件,员工疏散或设备损坏可能会导致业务中断并产生维修费用。国际供应链还将使企业面对当地不同环境中的气候相关实体风险,导致世界上某一地区的业务因另一地区的极端天气事件而中断。2011年泰国洪灾是极端天气事件造成大范围破坏的一个突出例子。<sup>5</sup> 从本田、丰田、福特等汽车制造商到泰国整体的稻米出口业 - 世界上最大的稻米出口国之一,多个行业都感受到了当地极端天气事件的影响。据世界银行估计,这些洪灾造成的破坏和经济损失(包括对国际供应链的影响)总计450亿美元(世界银行, 2012),其中70%的损失来自制造业,但只有约120亿美元的损失得到了保险行业赔付(伦敦劳埃德保险公司, 2012)。

在转型风险方面,新兴气候政策和低碳技术已经开始显著影响企业的财务表现。世界各地的政策行动都在推动减少温室气体排放密集型活动,特别是在电力和运输行业。《巴黎协定》要求各签署国在准备、保持和传达国家自主贡献(NDCs)时对接将全球变暖控制在2°C以下的目标。在制定温室气体减排目标时要考虑各国实际情况和能力。实现减排目标的政策行动已经开始影响公司,例如,随着德国从核能和煤炭能源转向可再生能源,其公用事业公司的价值大幅下降:2000年至2015年期间,莱

3. 《巴黎协定》旨在到2100年前将全球升温幅度控制在比工业化前水平高2°C 的范围内。目前国家自主贡献(NDC)到2100年前仅能达成3°C 控温目标(英国皇家学会, 2018)。

4. “天气”描述的是大气层中的短期变化,“气候”则指某地一段时间内的平均天气状况。

5. 不应将任何个别天气事件(如2011年泰国洪灾)全部归因于气候变化(IPCC, 2012),但是人为气候变化产生的影响导致此类事件发生频率增加已有充分记载。例如,2018年的一份报告结合了2017年对六大洲和两大洋极端天气事件进行的17项同行评审分析,指出“2017年美国北部平原和东非的干旱,南美洲、中国和孟加拉国的洪水,中国和中东的热浪都更可能是由人类引起的气候变化造成的”(美国气象学会, 2018)。

茵集团 (RWE) 和意昂集团 (E.ON) 的市值分别减少了59%和65% (Chazan & McGee, 2016)。与此同时, 低碳科技公司近年来取得了显著增长。2017年, 可再生能源占全球新增净发电量的61%, 仅太阳能就占总增长的38% (联合国环境规划署, 2018b)。

**如果要避免“眼界的悲剧”, 就必须在今天的金融决策中考虑到气候变化产生的实体影响和转型影响。** 二十国集团金融稳定委员会主席兼英格兰银行行长马克·卡尼 (Mark Carney) 强调, 监管机构和经济主体通常采用的时间周期太短, 无法充分考虑气候影响, 因为气候影响通常是长期的 (英格兰银行, 2015)。基金经理和财务分析师的眼界一般不会超过未来五年, 因此, 企业报告很少包括超出这一时间框架的前瞻性披露。尽管像中央银行这样的技术权威对金融稳定的考量确实延长至接近未来十年, 但考虑到代价最高的气候变化可能在更远的未来发生, 因此这些时间跨度仍然不够。金融行业和其他经济主体的决策视野应与气候变化的长期性相匹配, 这对于应对当今经济活动受到的影响以及气候变化对金融体系长期稳定的影响至关重要。

**《巴黎协定》呼吁金融机构发挥积极作用, 将全球变暖控制在远低于2°C以下。**《巴黎协定》2.1 (c) 条款旨在通过“使资金流动与实现温室气体低排放量和气候韧性发展的路径相一致” (UNFCCC, 2015), 加强全球对气候变化的相应。这就要求金融行业不能仅着眼于长期金融稳定, 更要在实现国际气候目标方面发挥积极作用。

**《巴黎协定》[...]在可持续发展与消除贫困努力的背景下, 旨在促进全球各国应对气候变化威胁, 方法包括[...]使资金流向与降低温室气体排放、实现气候韧性发展的路径相一致。**

《巴黎协定》2.1 (c) 条 (UNFCCC, 2015)

由联合国气候变化特使迈克尔·布隆伯格 (Michael Bloomberg) 担任主席的TCFD于2017年6月发布了关于披露气候相关风险和机遇的建议, 这是金融行业应对气候变化挑战的最先应对措施。这项由行业主导的倡议旨在提高评估与管理气候相关风险和机遇时的透明度。如果不了解或误解气候变化带来的风险和机遇, 那么投资者可能集体错误定价资产, 并且系统性错误配置资本, 从而威胁金融稳定和利润。TCFD旨在通过鼓励投资者对围绕气候变化的风险和机遇进行前瞻性的情景评估, 克服“眼界的悲剧”。自TCFD 建议首次公布以来, 其实施动力显著增强, 2018年9月, 支持此项倡议的组织数量超过500个, 其中包括四个国家政府 (加拿大、法国、瑞典和英国)。

本报告详细介绍了UNEP FI推出的TCFD投资者试点项目施行结果, 该试点小组由20家机构投资者组成, 共同对其投资组合所面临的气候相关风险和机遇进行前瞻性

**的情景评估。**该方法对上市股票、公司债券和房地产资产在若干未来情景下的气候变化财务风险价值或“气候风险价值” (CVaR) 进行了估计, 并且将气候变化造成的实体影响和转型相关影响纳入考量。投资者、咨询公司Carbon Delta和由UNEP FI召集的外部专家通过不断探讨, 最终共同开发出这一分析方法。这些方法的结果和评价是了解投资者有无可能在财务披露中使用TCFD情景风险评估建议的基础。这些方法是为机构投资者通常投资的主要资产类别量身定制的, 此前在2018年也发布了为银行贷款账簿所量身定制的分析方法(实体风险和机遇的分析方法可[点击此处](#); 转型风险和机遇的分析方法可[点击此处](#))。

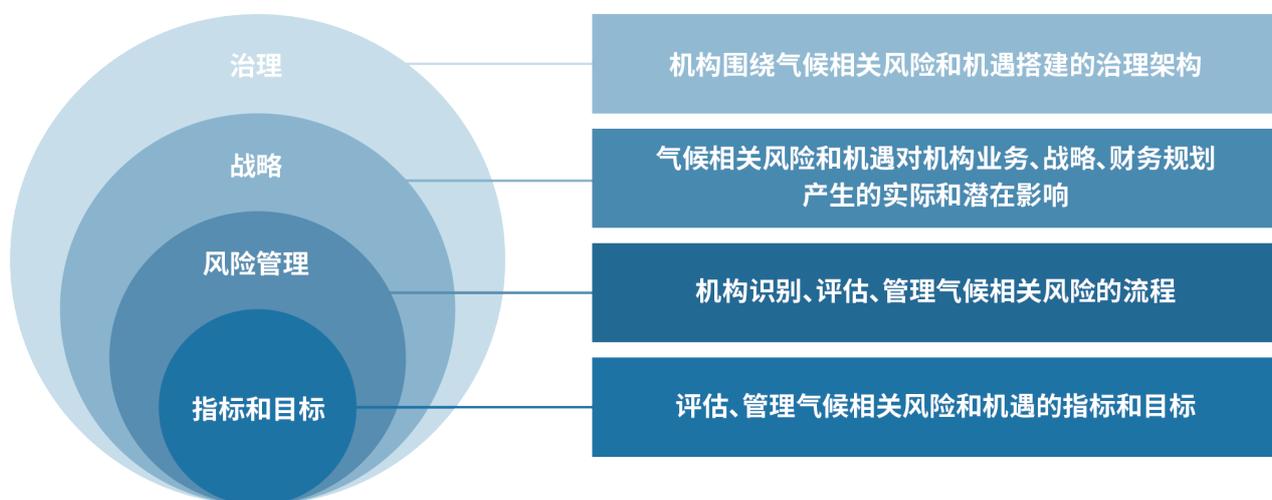
**本报告剩余部分结构如下:**

1. 1.2和1.3节分析了TCFD建议的目标与创新元素, 概述了迄今为止TCFD建议的实施情况。
2. 第二部分总结了情景构建以及实体风险和转型风险评估的现有关键方法。
3. 第三部分详述了投资者试点项目中各方共同发布的情景分析方法。
4. 第四部分展示了Carbon Delta公司使用投资者试点方法分析的由1,200家公司组成的全球投资组合的成果。
5. 第五部分提供了投资者试点小组中的投资者案例研究, 详述了分析方法的实施, 总结了广大成员学习到的主要经验教训。
6. 第六部分总结整篇报告, 指出投资者应用情景分析、采纳TCFD建议的未来方向。

## 1.2. 投资界气候相关风险与机遇评估

**TCFD核心建议围绕四大主题: 治理、战略、风险管理以及指标和目标。**治理主题鼓励公司披露其董事会和管理层监督气候相关风险和机遇的程度。战略主题要求公司评估气候变化对其业务的实质性影响, 并通过前瞻性情景分析等方式披露其面临的气候相关风险和机遇。风险管理主题要求公司报告如何将识别、评估和管理气候风险和机遇的过程整合到现有的风险管理框架中。指标和目标主题鼓励公司财务报告涵盖气候相关指标, 并设定与财务报告过程中识别的实质性风险和机遇相一致的目标。这应包括公司导致的范围一、范围二和范围三温室气体 (GHG) 排放。四大主题如图2所示。

图2: TCFD建议围绕四大主题展开



来源: 根据TCFD资料改编, 2017

**使用情景分析的建议极具创新性,而且还鼓励公司对气候变化产生的财务影响作前瞻性长期评估。**气候变化对公司的商业模式、战略、财务业绩产生影响的时机和程度不确定,最显著的影响可能出现在中长期。为将中长期潜在影响合理纳入战略决策,避免“眼界的悲剧”,公司应评估气候相关风险和机遇在不同条件下随时间推移可能发生的演变及其潜在影响。开展此类评估的方式之一,是对一系列未来可能的情况进行情景分析。TCFD特别建议根据《巴黎协定》,使用控温2°C或低于2°C的情景对低碳转型背景下的财务业绩进行压力测试。UNEP FI推出了银行业、投资者、保险业基于TCFD建议的试点施行项目,旨在将情景列表的范围扩大到更具挑战的1.5°C情景,以及执行国家自主贡献的情景,即3°C情景。

**机构投资者和其他金融机构既是气候相关信息的披露者,同时也是使用者,因此沟通气候相关风险和机遇对他们具有双重意义。**投资者必须评估和管理其投资组合面临的实质性风险,这就需要对被投资公司的财务业绩驱动因素高度熟悉。为此,投资者依赖被投资公司提供相关信息,以评估对其业务产生实质性影响的风险和机遇。同时,投资者必须在自身财务披露中涵盖此类信息。试点小组的许多投资者都已经感受到包括监管机构、受益人、客户和广大公众在内的若干利益相关方对气候相关信息披露日益增长的需求,并将此作为在UNEP FI等致力于发展所需评估能力和工具的平台开展合作的主要动力。

**投资者持有大额投资组合,面临着跨行业、跨地域和跨金融工具的风险,他们的集体行动能对全球金融稳定和与气候相关的资金流动产生重大影响。**机构投资者与商业贷款机构和其他金融机构一道,提供了推动实体经济发展的资本。对投资者而言,他们对资产负债管理的期限较长,持有股权和无担保债务敞口,并且对整体经济的风险敞口也较大,因此评估气候变化风险尤为重要。同时,考虑到投资者投资组合的规模和多元化,可能难以评估气候变化对投资者的影响规模和集中程度。

因此, UNEP FI推出的基于TCFD建议的投资者试点施行项目旨在提高行业情景分析能力, 相关评估包含下列五个关键组成部分:

1. **选择(或设计)一系列情景。**情景应探讨与气候变化有关的若干不确定性的关键类别, 例如气候变化转型方面的政策时机和严格程度、地理分散性、相对技术成本, 以及在气候变化实体方面的极端天气事件的严重性和发生频率的演变、海平面上升等长期影响事件的展开。
2. **选择财务建模方法。**气候风险可以纳入不同的金融建模方法中, 因此必须确定使用哪套方法建模, 而且特别重要的是要决定究竟使用宏观经济方法(从宏观经济影响到资产类别影响)还是自下而上方法(从资产层面现金流影响到资产类别影响), 或者是结合使用两种方法。
3. **衡量行业、国家和资产类别层面的潜在风险。**要衡量未来潜在路径的金融影响, 第一步是衡量行业或国家面临的总体风险。
4. **衡量公司层面(证券发行人)的风险。**机构投资者还可以更深入地分析不同公司的投资组合受气候相关风险和机遇的影响程度。具体方法包括选择一种财务建模方法来量化公司层面或安全层面的影响。
5. **汇总投资组合层面的风险。**最后, 对投资组合的风险进行汇总, 这会让投资者全面了解其面临的气候相关风险和机遇, 进而披露投资组合层面和机构层面的信息。这意味着该方法涵盖了气候变化可能产生实质性影响的所有投资组合部分。

需要注意的是, 虽然情景分析是探索和披露未来不确定性所产生的潜在影响的有用工具, 但它不能提供准确的预测, 因此不应成为企业或投资者决策的唯一依据。情景分析的目的是探索几种可能的和“最佳可用的”“假设”情景, 而不是精确预测未来。由于预测(i) 经济和温室气体排放, (ii) 大气温室气体浓度和气候系统, 以及(iii) 气候系统和经济之间的关系十分复杂, 每个情景以及每种情景分析方法都依赖于许多假设。这意味着从这些方法中得出的任何数字都应谨慎使用, 并将其置于各情景和模型所依据的基本假设中进行充分评估。这就包括评估各种必要的简化假设, 例如减排技术的可用性、市场结构、区域粒度和政策影响机制(如碳定价)等等。

### 1.3. TCFD建议迄今为止的实施情况

许多国家和地方政府已采取措施要求公司和投资者披露ESG风险, 但通常并不要求参照TCFD建议进行前瞻性披露。企业进行风险披露可以使投资者了解公司业绩, 进而从中获益, 但许多管辖区域也要求投资者进行风险披露。迄今为止, 监管重点是当前的短期风险敞口评估, 而不是根据TCFD建议进行前瞻性评估。2016年, 负责任投资原则(PRI)确定了全球前50大经济体中的约300种政策工具, 其重点关注面向投资者的ESG披露以及投资者做出的ESG披露(PRI, 2016)。这些工具划分为养老基金法规、投资者与被投资公司相互作用的管理规范、企业披露准则等等, 这可以帮助投资者获取ESG风险和机遇数据。但是PRI也发现, 由于政策设计和监管薄弱, 各地域标准不一, 许多投资者对这些工具的有效性表示怀疑。

一些倡议、监管机构和组织(如欧盟委员会)正在考虑采纳TCFD建议。2019年1月, 欧盟委员会发布了可持续金融技术专家组报告, 其中包括一套将非财务报告指令(NFRD)与TCFD建议一致的指南, 并对指南进行了详述, 详见方框1(可持续金融技术专家组, 2019)。NFRD适用于拥有超过500名员工的大型公共利益公司, 涵盖欧盟各地约7,400家公司和集团, 其中包括上市公司、银行和保险公司等。银行和保险公司应在报告中涵盖其投资和资产管理活动产生的影响。报告中提出的修订并非适

用于所有公司,有些修订(如情景分析)只适用于那些具有重大风险敞口的公司。欧盟委员会的更新指南预计将于2019年6月发布。PRI虽然是一个大型的国际投资者网络而非监管机构,但还是宣布,自2020年起,签署机构必须提交与TCFD披露建议一致的报告,但无须进行公开披露(PRI, 2019)。PRI在其[网站](#)上提供了气候情景工具目录。

### 方框1: 欧盟的气候相关披露法规: 非金融报告指令 (NFRD)

NFRD的非约束性指南(NBG)目前正在修订中,修订后将提供更多气候相关报告的指南,预定2019年6月敲定最终修订版本。欧盟委员会已成立了一个与可持续金融相关的技术专家组(TEG),以协助其制定新的监管组成部分:(i) 分类法(taxonomy), 或称欧盟分类系统,目的是确定活动是否有利于环境可持续发展;(ii) 欧盟绿色债券标准;(iii) 低碳投资战略基准;(iv) 关于改进公司披露气候相关信息的指引。最后一个工作流在2019年1月发布了报告征求公众意见,在另一轮磋商后,该报告将成为欧盟未来气候相关信息披露的基础。

NFRD的修改建议明确基于TCFD建议,但是在几个关键方面对建议进行了详述:

- 明确对标国家和国际政策承诺。TEG建议披露与国家和国际气候政策相关的关键绩效指标(KPI),明确参考《巴黎协定》和欧盟长期战略政策。2019年1月发布的报告还呼吁企业采取宏伟行动达成下述目标:“让更多私人资本投资到可持续发展领域,以弥补每年1,800亿欧元的额外投资缺口,以实现欧盟2030年能源和气候目标。”因此,与TCFD相比,NFRD需要在企业评估和披露履行气候承诺所做贡献方面采取更为明确的立场。
- 将气候相关问题纳入商业模式考虑。特别是考虑到欧盟明确的气候政策路径以及欧盟碳排放交易体系(ETS)下碳排放许可证价格的不断上涨,TEG认为公司有必要描述其更广泛的商业模式将如何适应这些变化。这还包括描述商业模式与公司活动对气候变化产生的潜在影响以及与公司公共气候政策目标的潜在贡献这两者之间的相互作用。

**因此,情景分析是迄今为止气候相关报告中最显著的差距。**根据2018年9月发布的TCFD进展报告(TCFD, 2018),企业和金融组织在财务报告中很少提及自身在不同气候情景下的复原力。TCFD框架中相应的“建议披露”不仅是其创新的核心(因为TCFD披露建议”是对马克·卡尼“眼界的悲剧”最清晰的回应),而且根据TCFD建议,迄今为止情景分析结果披露最少。已经报告情景分析结果的往往集中在能源、材料、建筑和保险这些行业。许多其他行业则表示将在不久的将来开始进行情景分析。

**将气候变化纳入金融市场监管机构的定期压力测试可以鼓励更多金融机构进行情景分析。**荷兰政府于2018年宣布在2050年前实现减排95%的目标(与1990年排放水平相比),随后荷兰央行对荷兰金融体系进行了能源转型风险压力测试,其中包括四种尾部风险情景,即“政策冲击”、“技术冲击”、“双重冲击”和“信心冲击”<sup>6</sup>。测试结果

6. 这四种全球情景探讨了技术突破、政策突破及二者的组合。在“政策冲击”情景下,由于额外的政策措施,实际碳价格在全球范围内每吨上涨了100美元。在“技术冲击”情景下,由于技术突破,可再生能源在能源结构中的比例翻了一番。在“双重冲击”情景下,两种情况(碳价格上涨和技术突破)同时发生。最后,在“信心冲击”情景下,由于政策措施和技术发展的不确定性,企业和家庭推迟了投资和消费。

表明颠覆性能源转型可能导致金融机构遭受相当大但可控的损失(荷兰银行, 2018)。同年, 欧洲保险和职业养老金管理局(EIOPA)将自然灾害情景纳入了对欧洲保险业的压力测试中(EIOPA, 2018)。同样, 英格兰银行也表示计划最快在2019年底将气候变化的潜在影响纳入自身压力测试(Binham & Crow, 2018)。首先, 这些情景分析有助于突出气候变化与金融稳定的相关性。未来, 监管机构可以强制要求金融机构针对一系列常见情景对其投资组合进行压力测试。

**2019年4月, 央行和监管机构绿色金融网络(NGFS)发布了关于央行、监管机构和政策制定者如何确保金融体系抵御气候相关风险的建议(NGFS, 2019)。**NGFS是一个由中央银行和监管机构组成的团体, 旨在促进金融行业环境和气候风险管理进步, 并动员主流金融机构支持低碳转型。NGFS成员集体承诺支持TCFD建议, 并鼓励所有发行公共债券或股票的公司按照建议进行披露。NGFS还将情景分析确定为一个重要工具来帮助各国央行和监管机构评估气候变化对宏观经济、金融体系和金融公司的影响。NGFS仍在考虑如何将情景分析应用到当局的工具箱中。第一份综合报告向各国央行和监管机构提出了四项建议: (i) 将气候相关风险纳入金融稳定监测和微观监管, (ii) 将可持续性因素纳入自身的投资组合管理, (iii) 弥合数据缺口, (iv) 提高认识水平和知识能力, 鼓励技术援助和知识共享。该报告还为决策者提出了两项建议: (v) 实现稳健且内部一致的气候和环境相关披露, (vi) 支持制定经济活动分类法。

**总而言之, 虽然金融行业的一些参与者, 尤其是几个主要国家的金融行业已经开始使用情景分析方法来评估气候相关风险和机遇, 但这种做法还远远不够普及。下一章节将总结当前符合TCFD建议的投资组合情景分析方法。**

## 2. 评估方法概述<sup>7</sup>

针对用于分析气候变化实体风险和转型风险的情景，本章节概述了一些可用的情景设计和应用方法。本报告所提及的情景提供商和评估方法的完整清单详见附录。本清单并不打算全面介绍所有方法或者认可某一种方法，而是要强调一系列方法的主要趋同点、关键差异和拓展领域。这些方法的信息均来自公开发表的材料，但试点项目中的方法除外，报告第三部分对此作了详细说明。

为了有效描述转型风险和实体风险的评估方法，本报告依据它们对下列分析要素的处理方式，分别对它们进行描述。具体分析要素如图3所示：

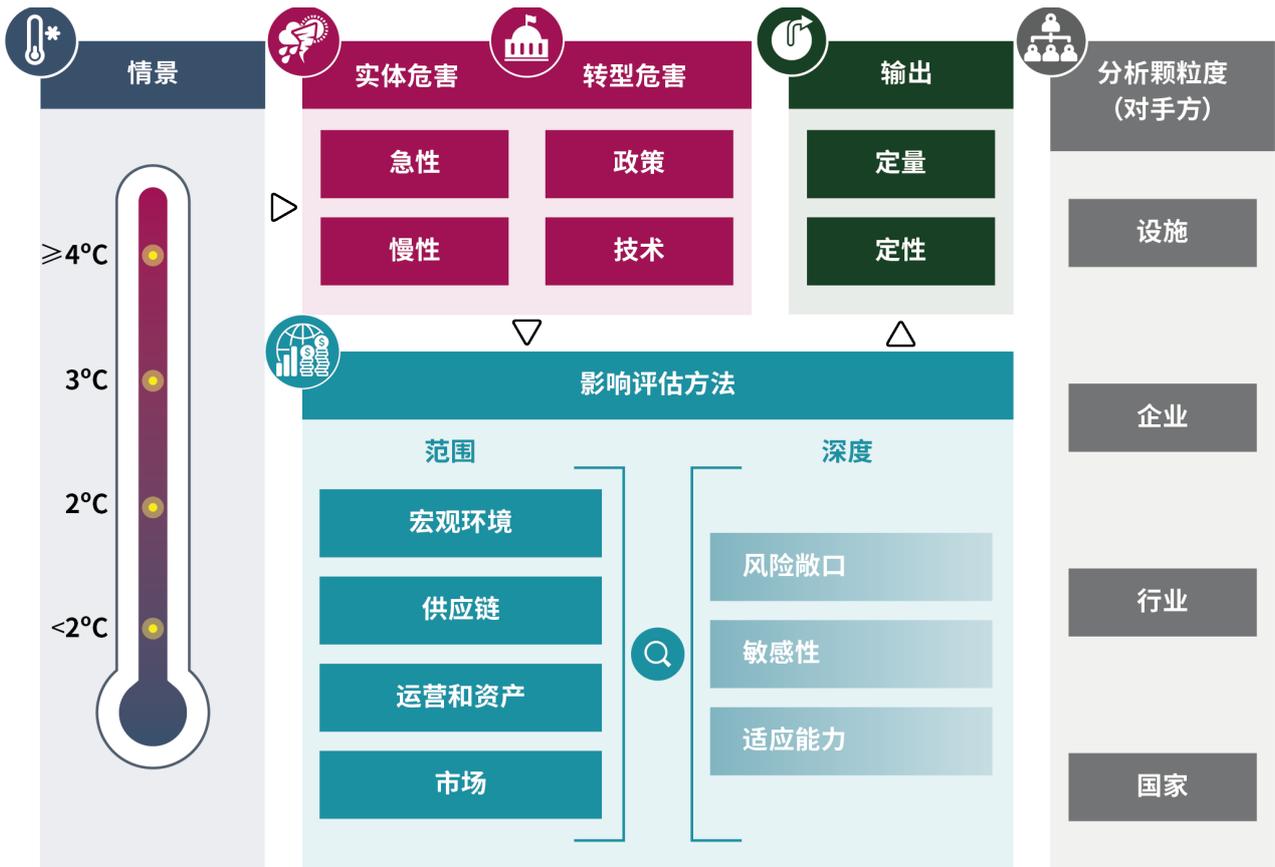
- 1. 情景。**不同方法使用的转型风险情景和实体风险情景可能在人口增长和国际合作程度等许多基本假设上趋同或分离，但是为了列举不同方法，我们将重点放在由此产生的气温结果上，这符合TCFD明确提出的至少使用一个2°C情景的建议。
- 2. 危害(或冲击)。**实体风险和转型风险有若干表现形式，因此评估方法并不总能涵盖所有可能危害。气候变化带来的实体风险可以表现为急性或慢性危害，而转型风险则可能来自政策变动和技术变革(或冲击)。
- 3. 影响分析方法。**每一种分析方法的核心是其影响分析方法，是在比较不同情景分析方法时最重要的组成部分。本报告使用相同的范围-深度框架来区别本章节中实体风险和转型风险的评估方法。
  - i.** 评估范围包括对手方<sup>8</sup>的宏观经济环境及其价值链(具体指供应链、运营、资产以及市场)。
  - ii.** 对宏观经济环境和价值链的评估深度取决于评估方法是否区分对手方的风险敞口、敏感性或脆弱性及其风险适应能力。
  - iii.** 2.2和 2.3节分别针对实体风险和转型风险更加详细地介绍了这一框架。
- 4. 输出。**情景评估的风险输出可以是定量、定性或是两者兼具。定性输出的形式通常为风险评级，依据有限量表评估每一对手方的风险。某些产生定量输出的方法试图量化对手方的财务风险，来为每一个对手方生成特有的气候变化风险价值，另一些方法则审查借款方平均收益或者信用评级。
- 5. 分析颗粒度。**根据不同目标受众，评估方法研究对不同对手方的影响，从国家到单个公司设施等。

---

7. 工具箱的审查基于公开发表的文件资料 and 与供应商的访谈内容。我们尽最大努力确保准确阐述评估方法。

8. 本报告中“对手方”指受风险影响的实体，包括国家、公司和独立设施等。因此，研究不同的对手方会使用不同的评估方法，但也可能使用类似的评估方法。

图3:利用情景评估影响的分析要素



来源:Vivid Economics

## 2.1. 情景设计

情景设计的第一步是为围绕气候、经济和社会的基本假设构建恰当的叙述。多数情景中的首要假设要么是全球气温目标，如到2100年前将升温幅度控制在比工业化前水平高2°C范围内，要么是温室气体排放路径，这可以映射到温度和其他气候变化中。然而还有一些附加的叙述性假设，可能包括碳定价的逐步发展、辐射强制价值或排放路径、能源需求和结构、生活方式改变等需求驱动因素、资源可及性和相对技术成本。哪些变量作为假设进入模型以及哪些变量在模型中确定下来，这将取决于现有模型及其关注领域。

这些基本假设可以借助特定行业和特定实体危害模型以及综合评估模型 (IAM) 等多种模型转化为连贯一致的情景输出进行分析。假设需要使用在讨论的系统中具有连贯性的模型，从而转化为变量，这个系统可以是指特定行业、整个经济体或是气候系统。举例来说，有关车辆（电动车或非电动车）存量和组成的假设将影响对化石燃料的需求，而若对这两个变量分别建模将会导致输出不一致。特定行业模型关注重点行业内部是否具有有一致性，特定危害模型将气候路径转化为对沿海洪灾等特定灾害的影响，综合评估模型通常由多种特定行业模型组成，在能源、经济 and 气候变量间建立联系。模型示例如下：

- **土地利用模型。**此类模型追踪气候变化和缓解行动对土地利用行业的影响。下面是土地利用模型的例子：国际应用系统分析研究所 (IIASA) 的全球生物圈管理模型 (GLOBIOM)，涵盖农业、林业和生物能源；波茨坦气候影响研究所 (PIK) 的农业生产及其环境影响模型 (MAGPIE)，涵盖农业、生物能源和水；波恩大学的通用农业政策区域化影响 (CAPRI) 模型，涵盖农业。欲了解更多模型详情和其他气候

相关评估中使用的土地利用模型,请参见JRC政策科学报告的2050年前全球农业状况(Meijl等人,2017)。

- **能源系统模型。**能源系统模型产生的知名度最高、使用范围最广的情景是国际能源署(IEA)提供的情景,涵盖了经济体中整条能源使用链,且排除了土地使用等非能源行业和工业过程排放。国际可再生能源署(IRENA)的重新规划(Remap)情景制定了到2030年前将可再生能源在世界能源结构中所占份额翻一番的计划,而绿色和平组织则在其先进能源革命(Advanced Energy Revolution)情景中审查了到2050年前完全脱碳的能源系统。聚焦能源行业模型的情景示例还包括壳牌的山脉、海洋和天空(Mountains, Oceans and Sky)情景,以及BP能源展望。
- **气候模型。**气候模型是由计算机生成的大气层情况描述,用来模拟气候对温室气体排放的反应。气候模型也称为环流模型,时间跨度通常截至2100年,以10到300公里的空间分辨率模拟气候变量的演变,包括温度、降水和海平面上升。气候模型的假设各不相同,因此对温室气体排放带给气候的影响会生成不同估值。通常来讲,将多个气候模型的输出结合起来可以生成一个中心估值并标明不确定性。IPCC在其气候变化评估报告中以这种方式使用了28个气候模型。
- **危害模型。**干旱、洪水、飓风或海平面上升等危害都是用特定危害模型进行评估。危害模型利用气候模型的输出来模拟当前和未来条件间的风险变化。例如,未来洪水风险模型使用从气候模型输出得出的极端降水事件可能性变化的估值,然后将这些估值与水文模型相结合,得出不同气候情景下洪水风险变化的估值。同样,可以对气候模型的输出进行加工,以产生干旱、飓风等其他急性危害风险变化的区域估值。危害模型的例子还包括气候中心的汹涌海洋(Surging Seas)全球海平面上升模型和世界资源研究所在水风险地图(Water Risk Atlas)中提出的水压力模型。
- **宏观经济模型。**可计算一般均衡(CGE)模型是最常用的宏观经济模型。这类模型可以评估经济体中某一部分的变化对整个宏观经济体系的影响。涉及变量包括经济体的生产要素(资本和劳动力分配)、行业构成、国际贸易等其他宏观经济变量。气候相关评估中使用的宏观经济模型包括瓦格宁根经济研究院(Wageningen Economic Research)的MAGNET模型、Ortec Finance使用的剑桥计量经济学E3ME模型以及Vivid Economics使用的Vivid Economy-Wide (ViEW)模型。
- **综合评估模型(IAM)。**综合评估模型考虑了驱动温室气体排放的社会经济因素、生物地球化学循环和大气化学,这些因素决定了温室气体排放如何影响气候,进而影响人类福利。综合评估模型中通常嵌入多种前述模型,例如能源系统模型、土地利用模型和气候模型。综合评估模型还包括波茨坦气候研究所(PIK)的投资与发展区域模型(REMIND)、全球变化联合研究所(JGCRI)开发的全球变化评估模型(GCAM)、多家研究所使用的TIMES综合评估模型(TIAM),以及PBL荷兰环境评估局的IMAGE建模框架。

**综合评估模型通常用于生成能够综合分析实体风险和转型风险影响的气候情景。**这些情景旨在确定最佳政策水平,确认政策和实体风险影响之间的相互作用。最常用的综合评估模型是由提供商IPCC提出的代表性浓度路径(RCPs)。RCPs将未来气候政策路径的假设与气候建模结合起来。例如,RCP 8.5情景描述了未来持续使用化石燃料导致二氧化碳和甲烷排放量上升的情景,并且2050年后温室气体排放的增长率发生下降。同时,共享社会经济路径(SSP)提供了有关人口统计、城市化、经济增长和技术发展的一致假设,为是否可以达成减排目标设定了条件(Hausfather, 2018)。

这些模型中的碳预算和叙述往往构成了那些细致关注经济或者气候领域等其他情景的关键输入。<sup>9</sup>

## 2.2. 实体风险影响评估方法

**本节概述了迄今为止的实体风险影响评估方法。**首先，根据评估方法的范围和深度，对实体风险影响评估方法的分类框架进行详述。其次，根据现有分析方法的五大方法要素（情景、实体危害、影响评估、输出、分析颗粒度）方式提供了高级别映射。最后，根据关键共性和未深入探索的领域从映射中归纳调查发现。

**气候变化的实体影响可以表现为急性或慢性危害。**急性危害包括高度本地化并产生直接影响的极端天气事件，如热带和温带气旋、野火和洪水。相比之下，慢性危害则指气候长期变化所产生的缓慢增长的影响，例如气温升高、海平面上升、冰川融化、荒漠化或降水模式和水资源可用量的变化。

**图4总结了区分不同实体风险影响评估方法的框架。**以下四个影响渠道描述了评估范围：

- **宏观环境。**极端天气事件通常会破坏产出、降低生产率，而平均温度的变化则根据起点不同可能削弱或提高生产率。这意味着气候变化将影响各国商品和服务（或GDP）的总产量。在某些情况下，气候变化引起的供给侧冲击也可能导致通胀压力，如果未能提前预测，则可能会导致实际利率的变化。与此同时，气候变化对各国的差异化影响可能会影响区域贸易平衡和汇率。这些变量对对手方更广泛的宏观经济环境有影响，而气候变化引起的这些变量的变化将影响对手方的经济表现。但这种宏观经济影响在直接关注供应链、运营、资产以及终端市场的自下而上的评估中没有得到充分反映（如下所述）。
- **供应链。**气候变化的急性或慢性实体影响可能给对手方生产过程中投入的可用量和定价带来重大影响。由于复杂的供应链遍布全球，因此这与对手方自身业务的地理位置无关。在2011年泰国洪灾期间，汽车制造商丰田的三家位于泰国东部的工厂遭遇了业务中断，这并非因为工厂受到了洪灾的直接影响，而是因为汽车零部件的主要供应商受洪灾影响无法生产足够配件（美联社，2011）。
- **运营和资产。**实体危害对公司运营和资产的影响是最直接的影响渠道。可能包括永久性升温对劳动生产率造成长期影响，以及极端天气事件导致业务发生中断。极端天气事件造成资产损坏或业务中断的原因有很多：强制疏散员工、实物资产（如生产设施、基础设施或房地产）损坏或劳动力迁移都可能造成业务中断。
- **市场。**如果位于价值链下游的对手方的客户（或最终用户）受到气候变化的实体影响，那么其产品需求可能受到影响。极端天气事件可能会立即对需求产生冲击，例如飓风过后对建筑材料的需求激增，或是因气候发生长期变化导致的渐进变化，例如滑雪旅游地区因为气温逐渐升高而丧失客流。

9. 想进一步了解本节中所列模型之间的相互作用，请参阅SENSES项目网站 (<http://senses-project.org/>)。该项目由PIK牵头，由欧洲气候服务研究领域资助，旨在到2020年前与利益相关方合作编制气候变化情景的交互式可视化成果、实用指南和手册。

图4: 实体风险影响评估方法分类框架

实体风险影响评估			
	风险敞口	敏感性	适应能力
 宏观环境	经济多元化,所在地	经济对于易受气候影响行业的依赖度	财政与货币灵活度,发展水平
 供应链	供应商所在地	供应商自然资源强度与冲击适应能力	生产者转变供应链的能力
 运营与资产	设施所在地	行业/设施资源类型和资本集约度	单个设施的复原力
 市场	销售所在地	市场对天气事件与价格冲击的敏感度	生产者转变客户群体或转嫁成本的能力

评估深度

评估范围

来源: Vivid Economics (依据I4CE资料整理), 2018

评估深度取决于分析方法对于对手方风险脆弱性的理解, 包含三个组成部分, 分别为风险敞口、敏感性和适应能力。

- 对手方的实体**风险敞口**由其地理位置决定, 因为地理位置决定了其受气候危害影响的可能性。
- 对气候危害的**敏感性**由对手方依赖自然资源等最易受危害影响因素的程度决定。
- **适应能力**, 即对手方通过改变供应商或客户群体或者改组资产的方式适应危害并减轻其影响的能力。这与对手方的供应商或客户的适应能力相反, 因为后两者的适应能力是对手方敏感性的组成部分。

实体风险评估方法的完整概述如图5所示。它概括了当前分析方法中的四个核心方法要素: 情景、实体危害、输出和实体风险影响评估。为了给每种方法提供必要的背景, 图表还涵盖了每种方法的分析级别。2.2.1至2.2.5节深入探讨了该图表的结果。

图5: 实体风险评估方法概况

		实体风险影响评估																							
		情景				风险		宏观			供应链			运营			市场			输出		对手方			
		< 2°C	2°C	3°C	> 4°C	政策	技术	风险敞口	敏感性	适应能力	定量	定性	设施	企业	行业	国家									
供应商	427				✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Acc 1		✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓			✓	✓		
	Acc 2				✓	✓							✓	✓						✓	✓				
	C4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CD				✓	✓	✓						✓	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
	CW		✓		✓	✓							✓	✓	✓				✓		✓			✓	✓
	Mer		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓					✓				✓		✓
	MIS			(✓)		✓		✓	✓	✓											✓				✓
	OF	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓											✓				✓	✓

注: 427 – 427实体风险分数, Acc 1 – UNEP FI银行业试点Acclimatise, Acc 2 – Acclimatise Aware for Projects, C4 – Carbone 4 气候风险影响筛选 (CRIS), CD – Carbon Delta气候风险价值, CW – ClimateWise (联合Vivid Economics) 管理气候变化实体风险, Mer – Mercer TRIP框架, MIS – 穆迪投资者服务公司主权风险评级, Ortec Finance – 气候感知情景组合

来源: Vivid Economics



### 2.2.1. 情景

实体风险评估方法通常包括一个升温高于工业化前水平4°C的情景以及至少一个最好符合《巴黎协定》目标的较低温度情景。这些方法通过展示几种气候路径,使用户能够直接探究按照《巴黎协定》进行低碳转型对气候变化的实体影响,并将其与不缓解气候变化的世界相对比。从中短期来看,脱碳路径下的实体影响将类似于气候变化无缓解路径下的影响。但是,将2040年作为起点对包括低于2°C的情景进行中长期分析,尤其是与4°C(或者更高温度)情景联合分析时就能突出与预期气候变化实体影响间存在的显著差异,正如最近IPCC报告(2018)强调的那样。例如,一家名为Ortec Finance的供应商将分析的时间范围扩大至2100年,涵盖4°C情景和远低于2°C场景,并综合了实体风险和转型风险评估。这使我们能够评估具有显著差异的政策路径下不断变化的实体风险,以及实体风险与转型风险在短期与长期之间进行的权衡。

其他供应商只考虑单一的温度路径或者是以其他方式纳入前瞻性数据。Acclimatise (Aware for Projects) 根据IPCC的RCP 8.5 情景对全球气候模型(GCM)的预测进行了研究,发现可能会导致超过4°C的升温(IPCC, 2014b)。除了项目所在地被观测事件的历史数据外,该数据依赖于那些可获得的风险。穆迪投资者服务公司主要依靠极端天气事件的历史数据,但也确实考虑到世界银行和国际货币基金组织的不

同气候预测可能带来的更长期影响,以及圣母大学全球适应指数 (ND-GAIN) 的脆弱性得分。该全球适应指数的一些指标依靠RCP 4.5 的情景预测 (Chen等人, 2015), 这一情景可能导致3°C左右的升温 (IPCC, 2014b)。Carbon Delta (UNEP FI投资者试点项目) 重点关注“照常发展情景” (BaU), 提供了“平均影响”和“尾部风险”差异, 以此探索实体影响的第95个百分位。



## 2.2.2. 实体危害

**实体风险评估方法通常包括一个升温高于工业化前水平4°C的情景以及至少一个最好符合《巴黎协定》目标的较低温度情景。** 这些方法通过展示几种气候路径, 使用户能够直接探究按照《巴黎协定》进行低碳转型对气候变化的实体影响, 并将其与不缓解气候变化的世界相对比。从中短期来看, 脱碳路径下的实体影响将类似于气候变化无缓解路径下的影响。但是, 将2040年作为起点对包括低于2°C的情景进行中长期分析, 尤其是与4°C (或者更高温度) 情景联合分析时就能突出与预期气候变化实体影响间存在的显著差异, 正如最近IPCC报告 (2018) 强调的那样。例如, 一家名为Ortec Finance的供应商将分析的时间范围扩大至2100年, 涵盖4°C情景和远低于2°C场景, 并综合了实体风险和转型风险评估。这使我们能够评估具有显著差异的政策路径下不断变化的实体风险, 以及实体风险与转型风险在短期与长期之间进行的权衡。

**其他供应商只考虑单一的温度路径或者是以其他方式纳入前瞻性数据。** Acclimatise (Aware for Projects) 根据IPCC的RCP 8.5 情景对全球气候模型 (GCM) 的预测进行了研究, 发现可能会导致超过4°C的升温 (IPCC, 2014b)。除了项目所在地被观测事件的历史数据外, 该数据依赖于那些可获得的风险。穆迪投资者服务公司主要依靠极端天气事件的历史数据, 但也确实考虑到世界银行和国际货币基金组织的不同气候预测可能带来的更长期影响, 以及圣母大学全球适应指数 (ND-GAIN) 的脆弱性得分。该全球适应指数的一些指标依靠RCP 4.5 的情景预测 (Chen等人, 2015), 这一情景可能导致3°C左右的升温 (IPCC, 2014b)。Carbon Delta (UNEP FI投资者试点项目) 重点关注“照常发展情景” (BaU), 提供了“平均影响”和“尾部风险”差异, 以此探索实体影响的第95个百分位。



## 2.2.3. 影响评估方法

**大多数方法侧重于实体气候危害给对手方运营和资产带来的影响, 有些方法还补充对更广泛价值链进行评估。** 如上文所述, 公司对手方自身运营的中断和实物资产的损坏构成了最直接的影响渠道。因此, 这成为许多方法独特的关注点。几乎所有方法都关注实体危害对运营和资产的影响 (除了穆迪投资者服务公司和Ortec Finance), 这两家公司更关注国家层面气候相关的宏观经济风险。价值链 (上游和下游) 的其他两个要素研究得不太透彻: 427、Acclimatise (UNEP FI银行业试点) 和 Carbone 4涵盖了企业对价值链内三个影响渠道的风险敞口和敏感性, 因此提供了最全面的情况。然而, 对于所有方法而言, “上游”供应链和“下游”市场影响评估的颗粒度是在国家---行业层面, 这意味着影响将取决于原产国或销售国以及相关行业, 而不是对供应商和客户进行自下而上的分析。美世 (Mercer) 的TRIP框架通过考察资源 (尤其是水资源) 获取方式的变化对能源行业和农业的影响, 进而进行了对手方供应链敏感性的分析。

迄今为止,对宏观经济环境的分析只涉及主权对手方,有些提供商将分析结果纳入公司层面的风险评估。427、Carbone 4和穆迪投资者服务公司为主权国家提供风险评级,必要时会考虑各国的宏观经济环境。427和Carbone 4将其主权风险评估结果纳入公司层面的分析中。427将其国家气候风险指标纳入公司的供应链和市场风险分析,分析时考虑了对供应链作出贡献的国家以及产品销售的地区。美世(Mercer)的TRIP框架使用行业损害函数为美国进行分析,并利用主权风险敞口和敏感性指标将这些分析结果扩展应用到其他国家。将宏观经济影响纳入对公司对手方的评估,已成为未来可能发展的一个明确领域。Ortec Finance依靠剑桥计量经济学E3ME宏观经济模型来评估国家、行业和技术层面的气候变化对例如GDP、通货膨胀和利率等变量的影响。Ortec Finance随后将评估结果与随机金融模型结合起来,以使用金融风险指标来表示这些风险。

虽然对手方的风险敞口和敏感性经常得到评估,但很少有方法测量对手方在减缓实体气候风险方面的适应能力。在四个影响渠道中,对手方的风险敞口和敏感性始终包括在评估方法中,但很少有方法将其适应能力纳入影响评估。ClimateWise(联合Vivid Economics)方法包括“适应性建模”,即在分析实体风险对英国房地产的影响时考虑所有权层面和社区层面的适应措施。<sup>10</sup> 该项分析强调了通过新建或是翻新等方式降低更具复原力房产的潜在损失。穆迪投资者服务公司衡量一个国家适应能力的方法是评估其在建立必要机构以更好应对气候相关冲击时是否有足够的经济与财政灵活性。经济多元化、政治稳定和财政责任被视为一个国家是否具有有效应对冲击和相关成本能力的决定因素。427和Carbone 4在主权风险评级中使用类似代理指标来评估各国应对实体气候影响的能力。Ortec Finance通过剑桥计量经济学宏观经济模型捕捉各国的发展水平和经济多元化程度,这两者也可以作为衡量应对冲击能力的代理指标。

这些例子强调了适应能力分析在实体风险影响评估中的重要性和可附加性。但同时也指出这种类型的分析目前很难进行,原因是现在缺乏全球范围内关于独立实物资产复原力的可用数据,当然,高度区域性集中的分析(如ClimateWise(联合Vivid Economics))或高度汇总的分析(如穆迪投资者服务公司和Carbone 4)除外。TCFD建议鼓励公司加强披露,这在提高数据可及性以及促进相应类型的评估中发挥了关键作用。



## 2.2.4. 输出

一些方法提供了定性风险评级,但是评级的详细程度差异很大。所有方法都逐一为每个危害提供了风险评级。Carbone 4和427评估所有对手方的风险,并对调查的公司样本提供从最低风险敞口(0)到最高风险敞口(100)的评级。除此以外还有精细度稍低的评级,Acclimatise的Aware for Projects对照每个实体危害将项目的风险评级划分为“高”、“中”或“低”,穆迪投资者服务公司则将主权国家的风险评级划分为从“最不易受影响”到“最易受影响”的四个层级。

其他方法提供了定量财务输出:包括Acclimatise(UNEP FI 银行业试点)、Carbon Delta(UNEP FI 投资者试点)、ClimateWise(联合Vivid Economics)、Mercer和Ortec Finance。Acclimatise为UNEP FI银行业试点开发了一种方法,使银行能够

10. 本项目中的危害建模由Sayers and Partners有限责任合伙公司和苏黎世联邦理工学院合作完成。

评估实体气候风险对所售货物收入和成本的影响,用于评估农业和能源行业中对手方以及行业投资组合违约概率的变化。对于房地产资产而言,贷款价值比的变化用于确定未来不同路径下的气候变化风险价值。因此,尽管这种分析方法可能会根据投资者的需要进行调整,但主要为了银行打造。Carbon Delta (UNEP FI投资者试点)和ClimateWise (联合Vivid Economics)都对每个对手方的年均亏损进行了财务估算。Carbon Delta提供了上市公司的CVaR估值,并按债务、股权和房地产资产分类。ClimateWise (联合Vivid Economics)方法的重点是估算单个房地产资产的年均损失,尽管该方法也可以扩展到其他资产层面。Ortec Finance计算资产类别对投资组合预期收益的影响。Mercer的TRIP框架提供了一种不同的量化输出:该框架估计由于气候相关风险和机遇导致的投资组合、资产类别和行业的财务回报的变化。行业敏感度热力图根据当前证据和前瞻性定性判断构建,热力图的单位增量为0.25,相对比例为-1到1。这些初始热力图是类似的资产类别热力图的基础,资产热力图机遇发达市场中全球股权的行业构成,并辅之以进一步的专家意见调整。



### 2.2.5. 分析颗粒度

对于许多方法来说,最精细的分析对手方是实物资产,其数据集往往是专有的或依赖于投资者自己的数据库。Carbone 4、Carbon Delta (UNEP FI 投资者试点)、ClimateWise (联合Vivid Economics)和427纳入了对单个房地产资产影响的分析。Carbone 4还进一步纳入了基础设施资产,这也是Acclimatise (Aware for Projects)的关注重点。对于更广泛的公司对手方来说,仅有Carbon Delta (UNEP FI 投资者试点)和427对生产设施等实物资产进行了评估。进行这一分析时,这两家提供商主要凭借其专有的公司地理位置数据集。数据可用性和处理能力对实体风险影响评估提出了重大挑战:某些特定行业的公司设施数据库可以购买,但这些数据库在覆盖范围方面可能存在重大差距,特别是如果打算进行全球影响评估时,差距更为突出。依靠投资者自己的实物资产数据库可能是第一步,但即使是投资者自身也并不总能掌握其房地产和基础设施投资组合的全部信息,更不用说掌握被投资公司拥有的其他类型的实物资产信息了。

其他则在国家和行业层面进行影响评估,这不需要过于精细的关于实体危害的地理位置数据。穆迪投资者服务公司专注于对主权国家的分析,但并没有收集到国家在单个气候灾害中的风险敞口。相反,穆迪依靠ND-GAIN脆弱性国家指数来评估暴露程度、敏感性和适应能力。Ortec Finance 分析实体风险与转型风险给各国GDP带来的影响,并补充了一些有关行业构成的信息。生成这些GDP影响分析的E3ME模型将每个国家每年的实体风险数据作为数据输入来源。Mercer (TRIP框架)使用了一个行业和国家层面的损害模型来分析各种实体危害的影响。UNEP FI银行业试点的Acclimatise方法还使用了特定行业的气候变化影响模型来分析农业和能源行业的慢性危害。对于急性危害事件,该方法通过在线特定灾害数据平台,如普林斯顿气候分析全球干旱风险系统来进行分析。

## 2.3. 转型风险影响评估方法

本节概述了当前的转型风险影响评估方法。具体结构与上一节相同:首先,依据分析方法的广度和深度介绍转型风险影响方法的分类框架;其次,根据重点处理方法要素列举当前的分析方法;最后,归纳整理主要发现。

**本报告关注两类转型危害(或冲击):政策危害和技术危害。**政策危害描述了对对手方政策环境变化可能导致的额外成本或收入。政策可以通过碳税或碳排放交易系统(ETS)

对碳征收直接价格,也可以通过可再生能源债务或煤炭生产限制等方式征收间接碳成本。大多数方法总结了单一碳价下的政策,却没有详细说明实现这一价格的政策组合。技术危害包括相对技术价格的变化,例如可再生能源发电和储能技术相对于传统化石燃料技术的成本下降。这两种转型风险往往密切相关,因为政策直接针对相对技术成本的转移,以加速向低碳技术转型。

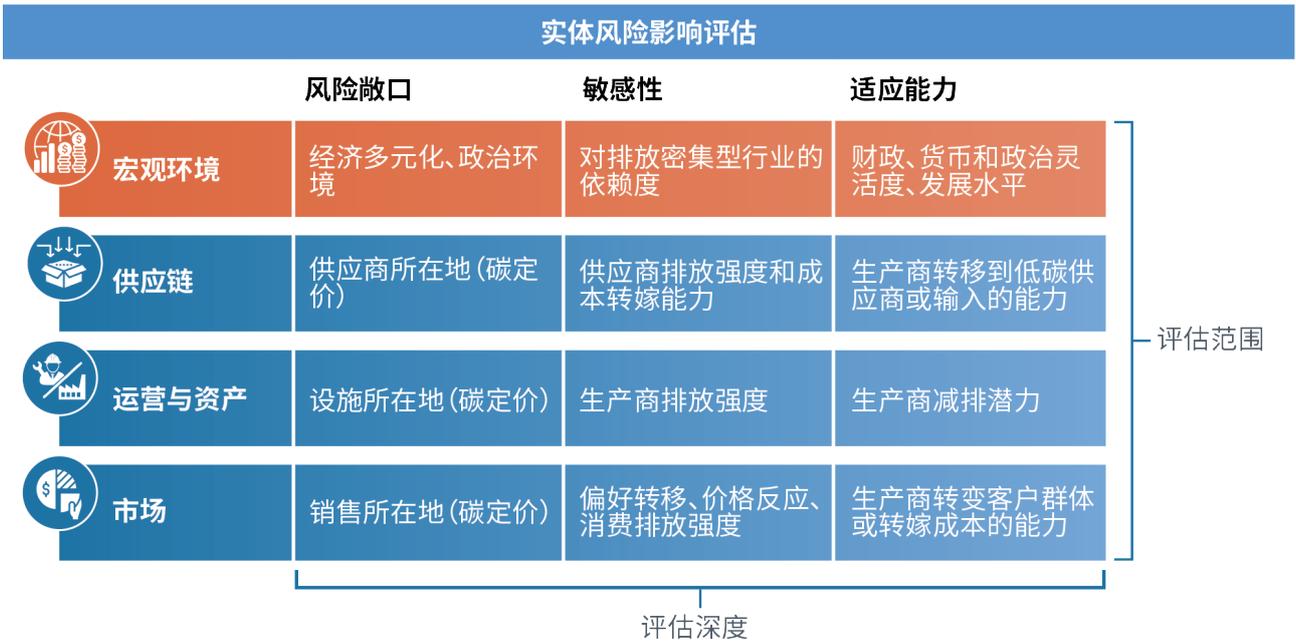
**TCFD进一步将法律风险和声誉风险确定为转型风险,然而,由于量化这些风险的影响十分困难,因此这些风险目前并没有被任何研究方法直接涵盖。**TCFD确定了以下几类转型风险:政策风险、法律风险、技术风险、市场风险和声誉风险。本报告审查了现有研究方法对政策风险、技术风险和市场风险的覆盖情况。市场风险,或指企业在低碳转型过程中供需模式变化的风险,在本报告中被纳入政策风险和技术风险框架内进行考量,因为这两种风险被视为潜在市场风险的驱动因素。气候相关诉讼带来的法律风险,以及对公司排放绩效的看法变化带来的声誉风险,目前尚未被任何一种方法直接评估,因为可用来评估这些风险的信息十分稀少。因此,本节未将法律风险和声誉风险列入转型危害(或冲击)。

**图6总结了区分不同转型风险影响评估方法的框架。以下四个影响渠道描述了评估范围:**

- **宏观环境。**随着各经济体努力达成《巴黎协定》目标,转型政策和技术变革将影响不同商品和服务的产出。这可能通过汇率和贸易差额改变各经济体在国际市场上的行业构成和竞争地位。同时,技术突破或碳价突然上涨可能造成意想不到的价格冲击,形成通胀压力。如果一些地区先于其他地区发展技术或引入碳定价,这也可能导致贸易头寸或汇率的变化。这些宏观经济影响没有完全反映在供应链、运营、资产以及最终用途市场(如下所述)等自下而上的评估中。
- **供应链。**如果高碳供应商将碳价转嫁给对手方,则影响对手方供应商的政策转变可能会影响其生产成本。例如,在2005年欧盟引入ETS后,一些发电厂将100%以上的成本增加额转嫁给了消费者。<sup>11</sup> 这可能会使高碳对手方面临的碳定价计划负担加倍,而且对手方也将被迫支付自身排放的成本,并可能迫使他们考虑替代的低碳供应商。并且,如果相对技术成本发生变化,不管碳定价如何,都会出现低碳或价格更低的替代品,那么对手方无论如何都会选择这些替代品。该影响渠道涵盖范围二和范围三排放。
- **运营和资产。**最直接的影响渠道描述了政策和技术变化对公司自身运营和范围一排放的影响。这包括鼓励低碳转型的政策变革以及相对技术价格的变化所带来的成本影响。
- **市场。**许多对手方的产品属于排放密集型,对他们来说,政策和技术的转变几乎完全是通过市场感知到的(例如与化石燃料开采有关的所有行业,如石油、天然气和煤矿开采)。例如,化石燃料生产商往往不是(范围一)典型的密集排放型企业,因此即使引入碳价格,它们受到的直接成本影响可能也非常小。然而,化石燃料在消费过程中会产生大量的(范围三)排放,这意味着化石燃料生产商的客户将可能面临巨大的成本影响,从而减少对化石燃料生厂商产品的需求。在低碳转型期间,消费者的偏好可能会发生变化,例如转而使用纸质产品来替代塑料制品,因此其他行业受到的市场影响可能也会很大。

11. 成本转嫁率估值大多处于38%到83%之间(Sijm, Hers, Lise & Wetzelaer, 2008)。

图 6: 转型风险影响评估方法分类框架



来源: Vivid Economics (根据I4CE资料整理), 2018

评估的深度取决于评估方法对于对手方风险脆弱性的理解, 主要包括以下三个部分:

- 对手方**风险敞口**由其地理位置决定, 地理位置进一步决定了对手方要遵循的气候政策。
- 对气候危害的**敏感性**将取决于对手方的排放强度, 这决定了对手方每单位所需承受增加的成本。在价值链的下游, 消费者对其消费的碳定价的敏感性将取决于他们的相对偏好和对价格冲击的反应。
- **适应能力**是指对手方转移高碳供应商和客户、转嫁成本或直接通过提高能效进行减排的能力。适应能力取决于对手方的投入和产品是否能被低碳替代品所替代。如果当前投入很容易被低碳替代品所替代, 那么对手方适应转型风险的能力就更强。但如果对手方生产的产品(如水泥)不容易被低碳替代品替代, 则对手方更容易将成本转嫁给消费者。

**转型风险评估方法的完整映射如图7所示。**至于实体风险, 该图表概述了当前评估方法中涵盖的四个核心方法要素: 情景、转型危害、输出和转型风险影响评估。为了给每种方法提供必要的背景, 图表还包括了每种方法的分析水平。2.3.1至2.3.5节总结了此表的主要发现。

图7: 转型风险评估方法概览

		转型风险影响评估																						
		情景				风险		宏观			供应链			运营			市场			输出		对手方		
		< 2C	2C	3C	> 4C	政策	技术	风险敞口	敏感性	适应能力	定量	定性	设施	企业	行业									
提供商	2dii		✓			✓	✓						✓	✓					✓		✓	✓		
	C4		✓	✓		✓	✓				✓			✓	✓					✓		✓	✓	
	CD	✓	✓	✓		✓	✓						✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CT	✓	✓			✓	✓						✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓	
	Mer		✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓		✓			✓				✓	
	MIS			✓		✓	✓	✓	✓										✓					✓
	OF	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓										✓				✓	✓
	OW		✓			✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓
	Sch					✓				✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				✓	✓
	TPI		✓	✓		✓	✓								✓					✓		✓	✓	
	Tru		✓	✓		✓	✓							✓	✓				✓	✓		✓		
	VE 1		✓			✓	✓	✓	✓										✓				✓	✓
	VE 2		✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

注:2dii – 2度投资倡议 PACTA 工具, C4 – Carbone 4 碳影响分析, CD – Carbon Delta 气候风险价值, CT – Carbon Tracker 2 度分离, Mer – Mercer TRIP 框架, MIS – 穆迪投资者服务公司主权风险评级, Ortec Finance – 气候感知情景组合, OW – Oliver Wyman (UNEP FI 银行业试点), Schrodgers – 碳风险价值, Tru – Trucost 碳风险收益, TPI – 转型路径倡议TPI 工具, Ortec Finance – 气候感知情景, VE – Vivid Economics 1 – ViEW, 2 – 净零工具箱

来源: Vivid Economics

### 2.3.1. 情景

大多数方法都包括一个2°C情景,且通常至少结合一个其他情景,国际能源署(IEA)情景构成了大多数分析方法的基础。本报告列举的所有方法都包括符合规定的2°C情景,但Schrodgers的方法是例外,该公司的方法使用100美元/吨CO2的碳价格情景,而非常规的温度校准情景。大多数方法会再补充至少一个附加情景。2dii、Carbone 4、Carbon Tracker、Mercer、穆迪投资者服务公司和TPI方法要么直接使用IEA情景,要么将其作为更多定制化情景的起始点。因此,最常引用的2°C情景是国际能源署(IEA)的世界能源展望450和能源技术视角2D情景。Carbon Delta (UNEP FI投资者试点)采用了多种供应商提供的情景,包括PIK的REMIND模型、JGCRI的GCAM模型和荷兰环境评估局的IMAGE建模框架。Oliver Wyman (UNEP FI银行业试点)也主要使用PIK的REMIND模型以及IIASA的MESSAGE模型。Vivid Economics 设计了定制的转型情景,探索各种技术成本和政策时机假设。净零工具箱 (Net-Zero Toolkit) 是通过TIAM模型与伦敦帝国理工学院合作构建的。



### 2.3.2. 转型危害(或冲击)

通过使用由能源系统模型生成的综合转型情景,大多数方法涵盖了政策风险和技术风险。IEA或PIK等供应商用于产生突出情景的综合评估模型,往往包括能源系统建模、依赖政策变化的假设以及与传统化石燃料技术相比的关键低碳技术的相对技术成本轨迹。因此,使用这些情景或综合评估模型生成的其他场景的方法会自动考虑这两种类型的风险。有一种方法专门关注政策风险:Schroders 通过对全球所有碳排放征收每吨100美元的价格来施加过渡风险。



### 2.3.3. 影响评估方法

大多数方法侧重于转型风险给对手方的运营和资产带来的影响。除三种侧重于宏观经济环境的方法外,其他所有方法都研究了转型风险给对手方的运营和资产带来的直接影响(范围一排放)。最常见方法的包括评估一个对手方在不同情景下将面临的碳定价成本,或者是使用碳足迹评估对手方是否符合不同温度目标规定。半数供应商还补充了对市场的分析,少部分还补充了对供应链的分析。对市场的分析相对常见,因为大约一半的研究方法都考虑了客户应对政策或技术转变时的行为变化。Carbon Delta (UNEP FI 投资者试点)、Mercer、Oliver Wyman (UNEP FI 银行业试点)和Vivid Economics (净零工具箱)考察了绿色技术增长给对手方带来的机遇。Mercer采用2.2.3节中所述的行业敏感度热力图方法,在评估风险的同时也评估机遇。Oliver Wyman (UNEP FI 银行业试点)评估银行从低碳转型中获得的机遇,同时分析各行业的投资吸引力以及与银行优势的相互作用。Carbon Delta (UNEP FI 投资者试点)和Vivid Economics (净零工具箱)使用专利数据量化公司层面的机遇。这一数据被用来识别不断发展的低碳行业中相对创新的公司,并评估公司业绩。供应链分析在价值链上的表现最少,它通常依靠投入产出表格来评估供应商生产成本增加的可能性。

**Ortec Finance、穆迪投资者服务公司和Vivid Economics这三家公司的方法研究了气候变化转型风险对宏观经济的影响。**Ortec Finance首先使用剑桥计量经济学模型E3ME将科学气候模型(如为IPCC报告提供信息的模型)转化为59个国家和地区每年GDP受到的影响。该模型完整包含了经济、气候、土地和能源系统的相互作用。Ortec Finance 根据历史关系,利用这些GDP影响来估算随着时间的推移逾600个金融和经济变量(如利率和通货膨胀)受到的冲击。Vivid Economics 还使用了一个CGE模型:Vivid Economy-Wide (ViEW)模型,该模型包括了能源、粮食生产、国际贸易、投资、制造业、采矿业和服务业的详细描述。穆迪投资者服务公司研究了不同脱碳途径下石油和天然气需求下降对石油和天然气出口国信贷风险的影响。穆迪的假设是油气价格和需求变化的影响将通过油气对经济实力、财政实力和外部脆弱性的依赖传递给主权国家的对手方。

虽然许多方法涵盖了对对手方在价值链上的转型风险敞口和敏感性,但适应能力评估并不常见,尽管此类评估更多用于转型风险而非实体风险。价值链上的大多数方法都会探究对手方在其市场中的适应能力,最常见的就是整合成本转嫁能力。Schroders、Trucost和Vivid Economics (净零工具箱)模拟了转嫁给消费者的气候成本对股票价值的影响。同样,Oliver Wyman 的银行业试点风险因素包括“收入变化”,即基于行业价格弹性需求和相对于高碳生产商的价格交叉弹性需求,对因产品替代或成本传递导致需求减少的可能性进行评级。Carbone 4 考察了公司在低碳

技术(即减排)方面的支出,作为检查公司是否符合低碳转型的前瞻性定性评估的一部分。Vivid Economics(净零工具箱)通过定量研究行业减排机遇,涵盖了供应链、运营和资产方面对手方的适应能力。

**上述例子突出了转型风险评估方法未来发展的两个初始领域:分析对手方的宏观经济环境及其适应转型风险的能力。**低碳转型可能会对宏观经济环境产生重大影响,尤其是当低碳转型没有渐进地、平稳地进行,而是以一种延迟的或者更加激进的方式进行转型。本报告中考虑的许多方法局限于对公司价值链的分析,忽视了转型对宏观经济造成的潜在影响,例如,严格的全球碳政策对依赖化石燃料高成本生产的国家经济带来的潜在影响。然而,如果公司所在的国家发生经济结构调整,那么即使这些公司没有直接进行碳排放或减少碳排放,其经营还是会受到显著影响。因此,将公司层面的分析与宏观经济环境评估相结合,似乎是完善转型风险评估方法的下一步工作。与此同时,有关适应能力的分析在迄今为止的方法中并不常见,但它可能会大大改变低碳转型对国家和公司的潜在影响。有关适应能力的分析并不依赖特定公司的数据,因为此类数据也无法大规模获取。如果转型风险评估要结合特定公司的适应能力,那么将需要公司提供更精细数据,例如提供来自TCFD报告的数据。

**此外,还可以发展自下而上的评估方法,对房地产转型风险影响进行评估。**除了Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)以外,本报告中引用的其他方法都未研究转型风险对单个房地产资产的影响。然而,结合使用Carbon Delta方法(该方法结合了自上而下和自下而上的分析)的经验,投资者试点小组内的房地产投资者指出,需要开发一种更加深入细致的自下而上分析方法。这种自下而上的方法应能解决地方能效改造法规的潜在变化,投资者预计这一领域将聚集房地产行业的大多数转型风险。



#### 2.3.4. 输出

**大多数输出都是根据假设基线对财务影响做出的估计,结果用气候风险价值(CVaR)等术语表示。**Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)、Schroders、Trucost和Vivid Economics以气候变化风险价值的形式提供公司层面的输出。如果立即实施100美元/吨CO<sub>2</sub>的碳价格,Schroders将为全球股票市场提供当前面临风险的EBITDA份额。同理,Trucost估计了企业对未来碳价格变化的风险敞口,并利用这一结果来估计碳风险收益,这可以进一步用来估计股票估值受到的影响,就像标准普尔碳价格风险调整指数系列的情况一样。Vivid Economics的净零工具箱和Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)依靠类似的方法来计算上市公司受到的价值影响,但同时也考虑绿色机遇对盈利的影响。尽管Vivid Economics的净零工具箱迄今为止一直专注于股票,但Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)将这些贴现成本分解为公司股权、债权和房地产等独立CVaR数据。

**其他财务输出的形式多种多样,例如预期收益的影响、总附加值(GVA)以及沉没资本支出。**Carbon Tracker评估公司资本支出超出排放预算的比例。Ortec Finance计算在资产类别层面对投资组合预期收益的影响。Oliver Wyman的UNEP FI银行业试点方法与Acclimatise对应的实体风险评估方法相一致,评估了转型风险对违约概率或信用风险评级的影响。Mercer编制的TRIP框架估算了低碳转型期间财务回报的变动,详见2.2.4节。穆迪确定了主权国家不同时间段面临的三级信用评级范围(例如,Baa1-Baa3)。Vivid Economics的ViEW模型估计了GVA的年增长率、运营中未缓解的碳风险敞口以及碳排放强度的改善。

**非财务输出往往呈现符合温度校准评估(或“科学碳目标”)<sup>12</sup>的形式。**这为对手方相对于温度目标的碳预算指明了排放路径。供应商依赖不同的方法来构建这些排放路径。TPI工具将公司当前的排放强度与其设定的排放目标结合起来,以构建未来的排放强度,之后将其与特定行业的排放强度基准进行比较。PACTA工具不使用公司减排目标,而是使用当前和计划产能的设施层面数据,并将未来产量与2°C情景下的公平份额数量(基于当前市场份额)进行比较。Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)还根据实际行业碳强度与不同温度目标下的全球碳预算所暗示的碳强度进行比较,从而为客户的投资组合提供了一个温度测量表。关于此方法的更多细节,请阅读3.3节。Carbone 4的气候影响分析没有提供明确的符合温度校准评估,而是侧重于计算主动排放量和避免排放量,辅之以定性的“前瞻性评级”,此类评级基于对公司披露的投资和研发支出分析得出,这将有助于低碳转型,促进相关公司战略的发展。



### 2.3.5. 分析颗粒度

**大多数方法在公司层面进行的分析最为精细,有些方法将分析结果汇总到行业层面,少数方法会进一步扩展到国家层面。**评估模型经常通过补充低碳转型的行业影响(如行业碳价格和成本转嫁潜力)和特定公司信息(如盈利能力),来整合行业和公司层面的评估。下面举例说明这一过程,在发展UNEP FI 银行业试点时,Oliver Wyman首先在“行业”层面(即依据转型风险相关特征划分的子行业)进行风险敞口评估,并利用这些敏感性来评估公司层面的影响。有两种方法将分析局限于国家和行业层面。大多数提供公司层面分析的方法也提供了行业层面分析的汇总结果。有几家供应商完全专注于行业和国家层面的评估:例如Mercer、穆迪投资者服务公司、Ortec Finance和Vivid Economics (ViEW)。

**资产层面的分析通常仅限于石油和天然气行业,但Carbon Delta(UNEP FI 投资者试点)方法除外,该方法使用专有的设施层面数据对各行业进行了自下而上的评估。**Carbon Tracker和Vivid Economics(净零工具箱)对油气行业的单个油井进行资产分析,以评估其资产搁浅的程度。他们通过构建产品供给曲线和评估不同碳预算下的产量来进行分析。另一方面,Carbon Delta(UNEP FI投资者试点)利用其专有的公司地理位置数据库,根据“公平份额”方法,将减排要求分配给各设施。本报告下一部分详细介绍了Carbon Delta的CVaR方法,3.3节将提供关于转型风险影响评估的具体信息。

12. “科学碳目标”明确了公司温室气体减排的规模和速度,为公司提供了一条可持续发展路径。详情参考网站:[https:// sciencebasedtargets.org/](https://sciencebasedtargets.org/)

## 3. 投资者试点方法的基本构成要素<sup>13</sup>

本部分介绍了UNEP FI投资者试点小组和Carbon Delta 经过反复协商后共同开发的Carbon Delta方法。该方法提出了一个计算公司、资产、证券和投资组合的气候风险价值<sup>®</sup> (CVaR) 指标的分步框架。CVaR指标评估了15年间气候变化相关风险和机遇在特定气候情景下对资产市值的影响。投资组合层面的风险通过不断向上聚合确定,并将公司资产、资产地理位置以及与企业相关不同资产类别的交易证券都考虑进来。本部分首先描述了气候变化风险和机遇的识别、建模以及将其量化为成本和收入的过程,然后详细说明了将这些成本和收入汇总到股票、债券和房地产资产的CVaR的方法。图8概述了Carbon Delta 的建模过程。

图8: TCarbon Delta方法的最终输出为量化成本或收益以及 CVaR



来源: Carbon Delta

**Carbon Delta 评估了两类气候风险(实体风险和转型风险)在15年时间范围内所产生的财务影响。**<sup>14</sup>实体风险指慢性极端天气危害(如高温热浪)、急性极端天气危害(如飓风和洪水)和机遇(如气温上升导致较冷地区的冬季不那么极寒)。转型风险包括政策变化带来的风险(例如为实现业务所在国的脱碳目标而颁布日益严格的气候立法),以及低碳技术带来的机遇。

**以下各节将对每类风险作进一步详细说明。**实体风险和机遇参考3.2节,转型风险和机遇参考3.3节。3.4节讨论了CVaR指标总量的计算,以及如何将公司层面的估值汇总起来进行投资组合分析。

### 3.1. 情景分析与综合评估模型

- **实体风险分析考虑两种情景:一般实体风险和挑战性实体风险。**为了评估实体风险带来的潜在成本,Carbon Delta 方法对BaU(照常发展情景)(即不采取任何减排措施)下的任何给定位置资产由于受极端天气影响所产生的年度成本进行概率分布建模。一般实体风险情景指照常发展情景下成本分配的预期值。挑战性实体风险情景来源于照常发展情景中成本分布的第95个百分位,并探讨了气候情景中不太可能发生但极端的潜在结果。

13. 本部分由Carbon Delta 撰写, Vivid Economics 汇编。

14. Carbon Delta 方法中所提“风险”既包括积极机遇,也包括可能因气候变化所导致的消极结果。

- **转型风险分析考虑了四种情景:3°C、2°C、1.5°C 和照常发展(或4°C) 情景。**选择前三种温度情景是因为它们在国际气候变化谈判中发挥核心作用。《巴黎协定》规定的国家自主贡献承诺与3°C情景相一致。“远低于2°C”是写在具有里程碑意义的《巴黎协定》中各国商定要达成的目标。2018年10月IPCC报告问世后,1.5°C目标获得广泛关注。这三种温度情景的关键区别在于全球经济被允许排放到大气中的“碳预算”。这些情景又与照常发展这一基线情景进行了比较,后者符合4°C情景,且考虑了历史排放数据,并假设没有采取任何行动来减少碳排放。图9总结了实体风险和转型风险中考虑的情景。

图9: Carbon Delta 评估了两大气候风险:转型风险影响与实体风险影响



来源: Carbon Delta

在进行转型风险分析时, Carbon Delta 利用从三个综合评估模型中获得的未来碳价格预测来计算不同情景下公司所付的成本。使用的综合评估模型如下:

- 1. 投资与发展区域模型 (REMIND)。** REMIND 是一个全球多区域模型,包括经济、气候系统和对能源行业的详述。使用此模型可以分析减缓气候变化的技术选择和政策建议。REMIND模型由德国PIK开发。
- 2. 全球环境评估综合模型 (IMAGE)。** IMAGE是一个生态环境模型框架,模拟了全球人类活动产生的环境后果。该模型描述了社会、生物圈和气候系统之间的相互作用,以此评估气候变化、生物多样性和人类福祉等可持续性问题的。IMAGE模型框架由PBL荷兰环境评估局领导的IMAGE团队开发。
- 3. 全球变化评估模型 (GCAM)。** GCAM是一个动态递归模型,具有与气候模型相关的经济、能源行业、土地利用和水资源的丰富技术描述,可用于探索气候变化缓解政策,例如碳税、碳交易、监管和能源技术的加速部署。JGCRI总部位于美国,是GCAM的起源地和主要开发机构。

### 3.2. 实体风险评估

Carbon Delta 方法模拟了两种类型的实体气候风险:慢性实体风险(随时间推移缓慢显现)和急性实体风险(如由热带气旋等极端天气事件引发)。该方法涵盖了资产损坏和业务中断造成的经济影响,但不包括与供应链风险或潜在商业机会有关的影

响(例如, 保险行业或提供适应技术的行业)。影响估算时基于照常发展情景, 而非其他不同政策情景进行。更极端的实体风险包含在挑战性场景中。下面依次讨论慢性实体风险和急性实体风险的评估方法。

### 3.2.1. 慢性实体风险

慢性实体风险的影响主要表现为由于劳动生产率和可及性的降低或生产过程中效率的变化而导致的业务中断。Carbon Delta 方法考虑了业务中断对下面五种气候危害的影响: 高温热浪、极寒、强降水、强降雪和大风。Carbon Delta 利用从欧洲中期天气预报中心 (European Centre for Medium-range Weather Forecast) 的ERA 中期再分析项目中获得的过去39年的全球历史数据集来评估这些灾害的影响。历史数据用于预测未来15年内照常发展情景下相关气候变量的年度分布。

然后, 根据危害强度超过某相关阈值的天数估计业务中断带来的年度成本。该方法假设, 每个行业的收入在超过阈值的每一天都会损失固定比例。根据科学出版物和媒体报道信息, Carbon Delta 建立了一个综合的脆弱性因素矩阵, 将超标天数转化为货币成本。该脆弱性矩阵涵盖了所有危害类型, 并定义了影响31个面临极端天气的行业和子行业的具体因素, 详见附录二。

此外, 我们还纳入了反映区域气候适应性的区域脆弱性减少因素。脆弱性减少的理由是, 在极端天气事件频发的地区, 对极端天气的脆弱性较低, 而且当地企业在处理后果方面经验丰富。例如, 在赤道地区, 日气温超过30°C的情况更为常见, 因此当地更有可能对此类天气事件做出适应措施。脆弱性减少是衡量年度超标天数函数的重要因素, 在经常超标的地区, 脆弱性降低的幅度高达50%。因此, 每种极端天气类型造成的行业业务中断所产生的成本计算公式如下:

成本=超标天数×脆弱性×脆弱性减少程度×最优收益

气候变化对(慢性)实体风险的影响取决于与基准年相比的成本变化(“delta 成本”)。值得注意的是, 由于人为温室气体排放, 今天的气候已经发生了重大变化。展望未来, 关键是确定当前气候和未来气候之间的预测差额。Carbon Delta 公司考虑将目前的气候状况及其实体危害和风险敞口一起纳入公司预期的定价中。据此, 计算任何给定年份的delta成本公式如下:

Delta 成本 = 未来年份成本 - 基准年份成本

由于当前成本(基准年份)和未来成本(未来年份)都是模拟结果, 随着时间的推移, 成本的减少将表现为净收益。极寒与公司绩效之间的关系就是一个这方面的例子。由于北半球的大部分地区预计将经历显著的升温, 极寒天气的发生频率将显著降低, 因此相应损失成本也将减少。

### 3.2.2. 急性实体风险

急性气候风险通常由罕见自然灾害引起, 且这些罕见灾害发生的时间间隔各不相同, 因此使用实体气候模型为其建模。急性实体风险通常表现为沿海洪水或热带气旋等灾难事件, 对其建模会更加精细, 这是因为人们对此类风险更加了解, 并且此类风险历来是保险行业关注的焦点。

## 热带气旋

**CLIMADA是一个开源自然灾害模型，预测了未来热带气旋的发生频率和强度。**目前的数据基于RCP 4.5情景，然而它们与其他替代情景高度一致，因为在相同的15年时间框架内彼此间差异很小。

**CLIMADA还用于量化热带气旋造成的大风和洪水灾害。**该模型基于类似的保险模型开发，目前由苏黎世联邦理工学院负责维护。CLIMADA使用了一个基于大量历史风暴数据集的随机热带气旋发生器。该发生器对每个业务地理位置的风速分布进行评估，并将评估结果与区域校准的损害函数相结合，以获得资产损害成本的分布。

**热带气旋的经济影响被量化为固定资产所遭受的损害额。**每个营业场所每年预计的损失额是根据设施价值与预计损失比例的乘积来计算的。企业所在地的资产价值由所报告的固定资产总额表示，预期损失的百分比可从CLIMADA中提取。delta成本再次由未来成本和当前成本的差额估算得出。

## 沿海洪水

**Carbon Delta 方法模拟了沿海洪水造成的资产损失和业务中断影响。**为了确定洪水损失，我们根据当地地形和海岸极端海平面的统计分布，对给定地理位置的被淹没资产进行建模。Carbon Delta 方法采用全球数字高程模型SRTM的偏差校正版本，以确定某一资产是否会被洪水波及并淹没，然后结合资产现场的淹没高度和深度损失函数来确定资产损失比例以及业务中断持续时间。

**洪水事件的发生和强度分别通过泊松过程和极值统计方法进行建模。**当地防洪等级通过设计洪水高度的相关重现期纳入模型。在可能的情况下，模型还使用了有关保护高度的具体信息。在缺乏此类信息的情况下，我们假设的防护对象为重现期是100年的洪水。

**未来几年极端海平面的局地分布会根据预期的区域海平面上升而发生变化。**这种变化通常会转化为发生频率更加频繁且更为剧烈的洪水事件。该方法利用了IPCC第五次评估报告中给出的大量海平面上升情景。

**沿海洪水的年度总成本是资产损失成本和业务中断成本的结合。**资产损失成本是年度资产损失和资产价值的乘积。业务中断的额外成本是洪水造成的收入损失份额。因此，沿海洪水的年度总成本计算公式如下：

成本=年度损失 × 资产价值+由于业务中断损失的年度收入份额 × 年收入

**Delta成本再次由未来成本和当前成本的差额估算得出。**

方框2列举了评估房地产资产实体影响的方法。

### 方框 2: 房地产资产的实体影响

- Carbon Delta 在评估房地产的实体风险时, 使用了与评估公司资产的实体风险一样的方法, 涵盖了高温热浪、极寒、沿海洪水、热带气旋及极端大风对商业建筑与住宅建筑的影响。
- 年度总损失的计算公式如下:
- 极端天气事件数量 x 每个极端天气事件损坏建筑的比例 x 建筑总价值
- CLIMADA 估算了建筑受热带气旋和沿海洪水造成损失 (即每一极端天气事件中损坏建筑的比例) 的脆弱性, PIK估算了建筑受极端大风造成损失的脆弱性。
- 除实体损失外, 高温热浪或极寒事件带来的制冷或供暖成本由超过以下不同气温阈值所带来的相应成本决定。(分别为>30°C、>35°C、<-10°C和<0°C)
- 实体风险的总成本为供暖/制冷的额外成本加损坏成本。商业建筑与住宅建筑生命周期成本的总现值估算为距上次翻新后的40年及60年总贴现成本。贴现率为8%。
- 实体风险价值为相对于总资产价值的成本现值。

## 3.3. 转型风险与机遇评估

本节重点讨论低碳经济转型带来的风险和机遇。尽管遵守减排政策肯定会给一些公司带来巨大的财务成本, 但低碳经济转型也为其他公司带来潜在的增长潜力。本节介绍了Carbon Delta 在未来不同的脱碳路径下所使用的量化潜在政策风险和技术机遇的方法。

### 3.3.1. 政策风险

**Carbon Delta的转型政策风险评估方法首先量化了由国家自主贡献规定(NDCs)并符合REMIND模型的国家和行业层面的温室气体减排目标。**建模首先从量化《巴黎协定》国家自主贡献里规定的国家层面温室气体减排目标着手, 这些目标将导致温度比工业化前水平高出大约3°C。然后根据国家自主贡献框架内的细节以及最近提出的国家气候法规, 将这些目标细分为行业层面的目标。

**通过放大符合国家自主贡献3°C情景的减排目标, 同时保持行业层面的目标分布, 计算出2°C和1.5°C情景下的国家和行业层面目标。**3°C基线情景基于世界资源研究所(WRI)规定的当前国家层面排放量, 并根据UNEP Risoe和其他外部来源<sup>15</sup>预测2030年的BaU水平。这些预测排放水平随后将线性降低, 并达到与UNEP Gap报告所述的符合1.5°C和2°C情景的水平(UNEP, 2018a)。

**Carbon Delta 的公司生产设施数据库用于进一步将行业层面目标分解为公司层面目标。**行业层面目标被分配给各个公司场所后, 又汇总到公司层面, 以此确定每个公司的“减排要求”。Carbon Delta 将此称为自上而下和自下而上的混合方法。

**公司层面与实现减排目标相关的成本, 以及由此产生的政策气候风险值(CVaR), 都是通过对未来碳价的估值来进行计算的。**如3.1节所述, 这些估值是通过各种综合评估模型(IAMs)探究不同假设后计算得出的。

15. 外部来源包括国家预计排放, PIK, WRI和联合国环境规划署(UNEP)能源、气候与可持续发展瑞典索中心。

## 国家层面和行业层面减排要求

**国家自主贡献首先在各​​国实现标准化,以达成连贯一致且具可比性的国家层面减排目标。**尽管国家自主贡献包含一系列有关国家温室气体减排目标的信息,但各国间的具体减排目标并不总是具有直接可比性。一些国家自主贡献用绝对减排量表示,余下的则用排放强度与该​​国未来GDP的关系表示。各国的基准年份和目标年份也不尽相同。而且重要的是,一些国家自主贡献中包含一个“有条件”的组成部分,这取决于现有的气候资金流和国家间合作。由于缺乏具体信息来证明“有条件”目标是否会被强制执行,因此该方法假定其实施率为50%。

**依据国家自主贡献信息可以推断出各行业对国家减排目标的分担程度。**考虑到一个国家(或地区)的经济状况,各国政府会根据不同行业分配国家减排目标。例如,考虑到竞争力、“碳泄漏”以及对劳动力市场的潜在影响等问题,欧盟碳排放交易体系中配额的初始分配过程按行业高度分化。国家自主贡献中也存在这种模式,即经常披露实现国家减排目标的路径细节。在某些情况下,国家自主贡献明确列出了减排的行业细分;在其他情况下,则必须从国家自主贡献中的政策举措细节推断出各行业的分担情况。

## 公司层面减排要求

**行业层面的减排目标按照“公平份额”原则分解到公司层面,根据该原则,公司应按照其在该行业碳足迹中的所占份额分担减排目标。**在这种情况下,碳足迹是根据WRI/世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development)温室气体协议种所规定的范围一温室气体排放量。Carbon Delta 在计算每个国家行业层面总排放量时使用了经第三方核实的数据集,具体来说,该数据集是指提交给联合国气候变化框架公约《京都议定书》的国家清单数据以及IEA的世界能源统计数据库。<sup>16</sup>该方法根据公司的规模、地理位置、生产能力、员工数量和在该行业中的收入市场份额,将温室气体排放量分配给公司场所设施。

**通过Carbon Delta 的全球公司设施数据库,将每家公司分担的行业层面温室气体排放量(假设相当于其收入市场份额)分配给公司不同场所设施。**该数据库经过数月的数据收集和扩充研发而成,集成了多个商业数据库和系统的网络数据爬取,而且还使用专有功能结合了多地区投入产出(MRIO)、销售数据、生产能力以及公司的具体地理位置、规模和员工人数。这些数据涵盖了60多万个公司场所设施,涵盖预计销售额、年度温室气体排放量、行业和最终所有者等领域信息。Carbon Delta 使用这些信息来估计设施场所层面的温室气体排放量,然后将该层面的数据汇总到拥有相应设施的每家全球化公司。

---

16. 国家清单数据涵盖了附件一所列42个国家1990年至2014年能源、工业过程、农业、交通、商业建筑和住宅建筑等行业所产生的范围一温室气体排放量。IEA的世界能源统计数据库提供了所有非附件一缔约方生产过程产生的行业排放数据,以及170个国家和地区的年度能源统计数据。

## 将减排目标转化为财务成本

**Carbon Delta 使用综合评估模型中的碳价估值来计算公司实现减排目标的相关成本。**为估算年度减排成本, Carbon Delta 按年度累计未来15年内每家公司的温室气体减排要求, 并将减排量与REMIND、IMAGE和/或GCAM模型得出的碳价估值进行相乘。经过计算得出每个行业和国家在未来15年内为达成某一减排目标(如3°C情景目标)所需支付的预估成本。计算公式如下:

总成本= 所需温室气体减排量 × 每吨二氧化碳当量价格

方框3列举了评估房地产资产转型风险影响的方法。

### 方框 3: 房地产资产的转型风险影响

- 建筑是最终能源消耗的主要驱动力和温室气体排放的重要来源, 因此在各国的脱碳过程中发挥至关重要的作用。
- Carbon Delta 在计算每个设施的减排目标成本时, 将其排放量和能源消耗的具体估值与PIK的REMIND模型中的碳价结合了起来。
- 与估算公司层面的转型风险类似, 估算建筑层面的减排目标时使用自上而下的方法, 将国家自主贡献分解为3°C和2°C情景。1.5°C情景假设所有建筑物在2050年达到碳中和。由于假定未来建筑面积将继续增加, 因此在建筑层面减排要求中还额外考虑了“建筑面积增加”的因素, 这也就进一步增加了减排要求。
- 计算每个建筑的BaU排放轨迹时使用了自我报告的范围一和范围二排放量, 以及特定国家和特定建筑类型的降低排放强度路径。如果无法获得自行报告的排放量, 则根据减排路径的起点假定一个基准。
- 减排目标和BaU 轨迹的差额即为所需减排量。
- 年度成本为减排量乘以适当情景下的PIK碳价。生命周期成本的总现值估计为自上次改造后40年(商业建筑)或60年(住宅建筑)的贴现总成本, 贴现率为8%。
- 1.5°C、2°C 和 3°C 情景下的政策风险价值为成本相对于总资产价值的现值。

## 3.3.2. 技术机遇

**Carbon Delta 方法使用公司申请的专利作为衡量其低碳创新能力的代理指标, 以此确定哪些公司可能从严格的气候政策中受益。**专利数据库可以帮助我们基于证据推断哪些公司将从3°C、2°C或1.5°C的气候政策情景中获益。首先使用PATSTAT数据库从40个国家专利局提取专利申请数据, 然后筛选出在低碳技术领域申请成功的专利。该模型目前审查了全球40家专利机构授予的6,500万项特有专利。Carbon Delta 使用机器学习技术将专利数据与公司进行匹配。

**Carbon Delta进行专利质量评估, 并根据与瑞士联邦知识产权局 (Swiss Federal Institute of Intellectual Property) 合作制定的四项指标对其评分;**

1. 正向引用--指某专利被其他专利引用的次数, 这会让专利增值。
2. 逆向引用--指某专利引用其他旧专利技术的次数, 这会让专利贬值。
3. 市场覆盖范围--指某专利在某一市场或管辖区获得保护的覆盖范围(按照GDP计算)。市场覆盖的GDP总量越高, 则专利价值越高。

4. 合作专利分类系统覆盖范围—将专利标记进入相关小组(如建筑、电力、新兴技术)和子小组。标记的专利小组数量越多,则专利价值越高。

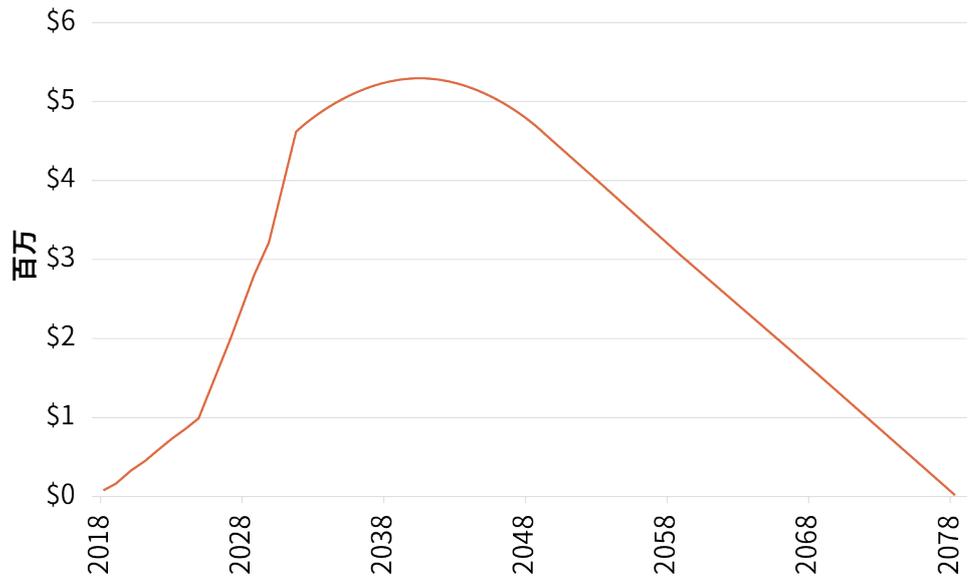
**随后根据专利价值、行业绿色收入和公司当前利润率来预测未来15年各家公司的绿色利润潜力。**专利价值基于以下指标评估:(i) 专利质量(如上所述);(ii) 授予专利日期(假设持有期为20年);(iii) 专利对应的排放行业。每家公司在某排放行业的专利总价值代表了公司在该行业所拥有的技术机遇份额。公司的绿色收入的计算方法是将该公司在排放行业的低碳专利价值份额乘以该排放行业的总绿色收入。一个行业的总绿色收入等于该行业的总政策成本,如3.3.1节中政策风险计算公式所示。绿色收入实质上是许可或生产低碳技术的公司将减排成本转化为收入的一种方式,刚刚提到的计算方法便是基于这一观点。将收入乘以排放行业的利润率以此计算绿色收入转化为绿色利润的数量。例如,假设C公司在“高科技制造”领域的专利根据上述提到的四个标准获得1.243分,且这个行业所有专利在2019年获得3,401的总分,那么C公司的专利价值份额为0.037%。C公司2019年的绿色收入则为高科技制造业总政策风险成本的0.037%(例如为39,134,411美元)。最后,公司的绿色利润为绿色收入乘以利润率。绿色利润也像绿色收入一样对未来15年(到2033年)进行计算,之后按照3.4节所述进行汇总。

## 3.4. 汇总投资组合所受影响

### 3.4.1. 投资组合气候风险价值

**Carbon Delta方法首先计算企业未来15年内在每个气候变化转型情景(1.5°C、2°C、3°C或4°C)以及每一种考量模型(实体风险、政策风险和技术机遇)下所产生的气候成本/利润。**在对未来15年进行建模后,Carbon Delta方法假设,当某一时刻科学家要求碳中和达到选定的情景目标时,气候成本或利润在本世纪中叶前将持续增长并最终达峰,然后在本世纪末之前线性降至零点,如图10所示。这种现象的出现是因为当需要最大限度地减排时,减排相关成本或利润将升至最高,然后便随着排放量的下降而减少,最终达到零点。

图10: Carbon Delta计算未来15年的气候成本和利润,并假设未来该数量将呈线性下降



来源: Carbon Delta

然后将气候成本和绿色利润的时间序列贴现为现值。贴现系数与从彭博社或路透社获得的企业当前加权平均资本成本 (WACC) 一致。在最初几年中,使用的贴现系数基本上是企业的WACC,在随后几年中,贴现系数则更多地对应于WACC的行业平均值,以便使模型在应对企业WACC的短期波动时更为稳健和稳定。

为了计算企业的CVaR, Carbon Delta 将企业未来气候成本或利润的现值除以企业市值。使用的公式如下:

$$\text{CVaR}_{\text{企业}} = \frac{\text{气候成本或利润现值}}{\text{企业市值}}$$

企业的市值为其股权与债权的市值之和

除了计算企业范围内的CVaR, Carbon Delta还计算了每个企业的股权CVaR和债权CVaR。这两者对应于企业中股权和债权持有人的风险价值。因此,了解未来气候成本或利润的现值对股权及对债权持有人的影响是很有意义的。为此,该方法利用了名为莫顿 (Merton) 模型的信贷风险的结构化模型,该模型于20世纪70年代发展起来,是当今金融机构和评级机构使用的许多信用风险模型的鼻祖。简单地说,默顿模型考虑了企业的某些基本面(例如,股权与债权的市值、债务的平均期限和股权波动的度量)以及由Carbon Delta 计算的气候成本或利润的现值,并将这些成本或利润分解成股权和债权成本或利润。企业的股权和债权CVaR计算公式如下:

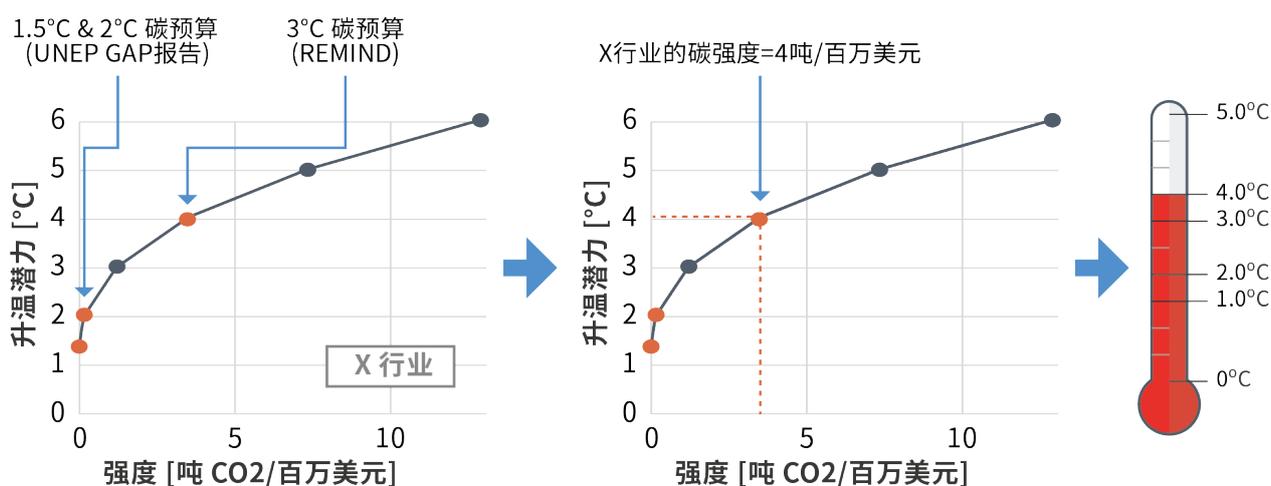
$$\text{CVaR}_{\text{股权}} = \frac{\text{股权气候成本/利润}}{\text{股权市值}}$$

$$\text{CVaR}_{\text{债权}} = \frac{\text{债权气候成本/利润}}{\text{债权市值}}$$

### 3.4.2. 投资组合升温潜力

投资组合层面影响评估的最后一个要素是测量投资组合的升温潜力,这种测量基于对公司在不同减排目标下排放强度的评估。假设碳排放强度在未来15年内保持不变,Carbon Delta 将每家公司与其排放强度轨迹最对应的温度联系起来。Carbon Delta 按照行业确定排放强度和温度之间的关系,并利用这种关系来估计一家公司在某行业中的升温潜力。图11总结了如何计算X行业一家虚构公司的升温潜力。本节的余下部分详细解释了基本的计算步骤以及总体方法,即先将行业升温潜力汇总到整个公司,然后再汇总到整个投资组合。

图11: Carbon Delta 的升温潜力计算图表



注:图表中的金额指年收入

来源: Carbon Delta

该方法首先确定行业升温函数,该函数是由碳强度与不同温度目标下的碳预算所隐含的温度之间的关系所定义。源于这种关系的值原则上可以是无限小或无限大,因此,该方法规定了最小值和最大值。最低温度(不考虑行业)均设置为1.3°C。IPCC称,“全球平均陆地和海洋表面温度数据(按线性趋势计算)显示在1880至2012年间升温幅度为0.85 [0.65至1.06]°C [...]未实现的全球变暖约为0.6°C,且辐射强迫无进一步升高”(IPCC, 2014a)。最高温度设置为6°C,这代表了到2100年前最糟糕的升温情景,IPCC和其他知名气候科学家都引用过这一情景。

公司在行业中的碳强度用来确定公司在该行业需进行的温度调整。公司的排放强度*i*用以下公式估算:

$$i_{\text{行业}} = \frac{\text{排放量}_{2030}}{\text{收入}_{2030} + \text{绿色收入}_{2030}} \text{ [吨CO}_2\text{/百万美元]}$$

该公式将一家公司2030年的行业排放量除以该公司同年的当前收入和公司在该行业绿色收入之和。如果所有数字都以2018年为基准表示,则结果是相同的,因为我们假设2018-2030年间排放量和收入的年增长率均为3%。然后可以使用按行业划分的排放强度通过相关曲线模型获得该公司的行业升温潜力。

为了得出公司在行业层面的升温潜力,这些特定行业的升温潜力由公司在该行业总收入中所占的份额进行加权。对于公司活跃的每个行业,特定行业的升温潜力计算方法如上。下面是计算公司在行业层面的升温潜力T的公

$$T_{\text{行业层面}} = \sum_{\text{行业}} \frac{\text{排放量}_{2030}}{\text{收入}_{2030} + \text{绿色收入}_{2030}} \times T_{\text{行业}}$$

该方法进一步计算了公司与行业无关的升温潜力,该计算未考虑产生排放的具体行业。公司的与行业无关排放强度的计算公式为公司总排放量除以总收入,然后利用这一排放强度从与行业无关曲线中提取升温潜力。

综合升温潜力被假定为行业层面和与行业无关的升温潜力平均值。例如,如果某家公司只在运输业活跃,且行业升温潜力为3.6°C,与行业无关的升温潜力为6°C,则其总升温潜力为4.8°C。

要得出投资组合的升温潜力,则使用上述方法评估投资组合中的公司,并计算头寸加权升温潜力。

### 3.5. 创新要素、差距和未来举措

本节总结了投资者试点小组对Carbon Delta方法中创新要素和差距的理解,以及Carbon Delta对CVaR方法未来举措的看法。虽然在第五部分的案例研究中,投资机构分享了使用Carbon Delta方法的经历,本节对投资者试点项目期间收到的对Carbon Delta的反馈进行了高度概括,如表1所示。并且,方框4中列举了Carbon Delta对其不断发展的产品组合所提出的未来改进举措。

表格1: Carbon Delta方法关键创新要素、差距和未来举措

类别	组成部分	创新要素	差距
实体风险	情景	涵盖BaU情景中的“一般”与“挑战性”实体风险情景	分析更长时间范围内不同政策情景的实体风险影响
	风险评估方法	构建和使用按行业划分的业务阻断数据集 在实体风险中展现高度地理差异 涵盖一系列实体风险:高温热浪、极寒、强降水、强降雪、剧烈大风、沿海洪水和热带气旋	解释特定设施的风险缓解措施或适应能力 区分极端天气事件造成的暂时干扰和长期影响 涵盖干旱、滑坡、江汛等其他灾害
转型风险	情景	涵盖一系列政策目标:不同模型中的1.5°C、2°C和3°C情景	模型中碳价未反映不同政策工具及其影响的细微之处 模型中的区域碳价未能反映不同区域政策目标间的潜在区别
	风险评估方法	依靠精细实体地理位置数据库评估政策风险敞口 使用专利数据评估绿色机遇 检查房地产资产的转型风险	延伸至范围二和范围三排放,包括分析产品可替代性、转嫁成本和减排潜力 对房地产资产的能效和改造法规带来的局部风险进行自下而上分析可能比分析减排要求更加贴切
汇总	投资组合层面影响估算	使用莫顿模型分解股权和债权影响使用针对特定公司的WACC 提供除CVaR外的投资组合温度测试表	气候相关风险和机遇可能导致WACC出现结构性转变

来源: 投资者试点小组采访, 以及向Carbon Delta做的咨询

#### 方框 4: Carbon Delta 方法的未来举措

- 分析供应链中的气候风险敞口
- 将范围二和范围三排放数据整合到Carbon Delta模型中
- 扩大投资者可用情景数量, 关注更长时间范围 (到2100年前使用Carbon Delta现有的后端模型)
- 持续确定在气候方面进行创新的公司
- 评估与整合公司利用可再生能源的数据
- 进一步扩展设施层面与资产层面数据库
- 发布房地产跟踪报告, 详述此方法未来举措

## 4. 比较1.5°C、2°C和3°C 升温情景下的气候风险价值<sup>17</sup>

### 应用投资组合分析方法

尽管利用气候情景分析进行投资决策尚处于起步阶段,但情景分析揭示了实用且具实质性的结果,加强了更加透彻地了解气候变化对投资组合的影响的必要性。在气候相关实质性分析方面,该分析可以产生有价值的投资见解。必须指出的是,情景分析既不是预测,也不是敏感性分析。相反,情景分析揭示了可能的未来情况,例如,它揭示了到本世纪末1.5°C、2°C、3°C或4°C的升温情景下,转型风险和实体<sup>18</sup>风险将对投资组合产生何种影响。此外,情景分析还可以揭示如果政策行动被推迟或极端天气影响达到所估计范围的上限,投资者面临的风险水平将上升到何种程度。

本章重点研究了从一项针对四种投资组合的案例研究中获得的结果:

- 30,000家公司组成的市场投资组合<sup>19</sup>
- 高度模仿MSCI全球指数的1,200家最大公司组成的投资组合<sup>20</sup>
- 煤炭投资组合
- 可再生能源投资组合

该分析旨在了解不同的投资组合构成会产生哪些差异巨大的结果。分析首先在整体投资组合层面上进行,然后进一步细分为行业层面的分析,以阐明投资组合的气候热点。

本投资组合分析部分之后是参与UNEP FI TCFD试点项目投资者提供的案例研究。在案例研究部分,各投资者提出一系列情景和分析,涉及他们在试点阶段所确定的特有投资组合、投资情景和假设。

案例研究分析的数据集基于Carbon Delta截至2019年2月底的分析结果。<sup>21</sup>

---

17. 本部分由Carbon Delta 撰写,由Vivid Economics 汇编。

18. 在具有投资决策价值的时间线内进行实体风险分析有明显的局限性。建模被限定在15年的时间窗口内,这期间实体影响的表现形式有限且在不同排放路径下的表现相似。实际上将预测范围延长至15年后会发现气候变化的实体影响将显著加剧,尤其是在更高温室气体排放路径下(包括3°C路径)。

19. Carbon Delta 对30,000家具有同等权重的公司开展了此项分析。

20. Carbon Delta 对全球市值最大的1,200家公司开展了此项分析,该投资组合对所有参与投资者试点小组的成员而言是一个具有代表性且多元化的投资总体。

21. Carbon Delta 的方法和数据集不断改进和更新,以跟踪外部数据源和提供商的数据发布。例如,Carbon Delta 最近根据2018年联合国环境规划署年度排放差距报告(UNEP, 2018a)更新了减排目标的计算方法。该报告提出了更严格的1.5°C目标,因此公司的减排目标也已经提高,但这也导致气候风险价值升高。总之,Carbon Delta 的方法基于市场上最新的气候数据。

## 4.1. 市场投资组合

### 总体而言，气候变化是一项重大风险，将影响投资组合的未来表现

某“市场投资组合”由大约30,000家上市公司组成，代表了可投资市场的总体情况，分析重点关注气候相关投资风险。按照最新的IPCC特别报告，1.5°C情景暴露了大量的转型风险，影响了高达13.16%的总投资组合价值(表格2:政策风险, 1.5°C情景)。考虑到全球最大的500家投资管理公司管理的总资产达81.2万亿美元，<sup>22</sup>这就意味着这些转型风险将导致10.68万亿美元的价值损失。

但好消息是，企业已经开始积极探索低碳经济转型。由此产生的低碳技术机遇将显著抵消这些高政策风险(表格2:技术机遇, 1.5°C情景)。实体风险影响为-2.14%<sup>23</sup>，如果世界在未来20年内不能成功地大幅降低温室气体排放，那么实体风险影响将进一步升高。

在有投资决策价值的时间线内，实体风险分析存在明显的限制，这一点至关重要。该模型分析限于15年的时间窗口中，在此期间，实体影响的表现仍然十分有限，且不同排放路径下的表现形式也十分类似。但是将时间范围扩大到15年之后，气候变化的实体影响预计将显著加剧，特别是在3°C(及以上)的高温温室气体排放路径下。因此，尽管在当前选择的15年时间范围内，实体风险的分析结果在不同情景下十分相似，但在总体层面上解释CVaR时，应将时间范围扩大到2100年，这样才能预测高温情景(3°C及以上)下高很多的实体风险成本。

总体而言，考虑到低碳技术机遇将有助于抵消政策风险，且由于上文提到的原因导致实体风险非常小，因此1.5°C情景下的总价值损失为-4.56%，换言之，全球500家最大投资管理公司管理的资产将面临高达3.7万亿美元的损失。

表格2进一步列举了2°C和3°C情景下的分析结果。

表格2: 30,000家公司组成的市场投资组合的分析结果

模型	温度情景	政策风险 [%]	实体风险 [%]	技术机遇 [%]	合计气候VaR [%]
REMIND结合一般气候模型	1.5°C	-13.16	-2.14	10.74	-4.56
	2°C	-8.16		6.94	-3.36
	3°C	-2.89		3.21	-1.84

来源: Carbon Delta

下表将分析细化到行业层面，对市场投资组合受到的真正气候影响进行了更深入的分析。

22. Willis Towers Watson, 2018

23. 上一节中提到，实体影响情景间差异较小，因为实际成本是在15年的时间范围内计算。

## 公用事业、交通运输业和农业正经历最巨大的变革

**表格3:** 政策风险行业层面结果展示了不同投资组合受到的气候相关影响

温度情景		农业	服务业	制造业	采矿业&炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
	公司数量	301	16067	11728	1105	1070	264	713
1.5°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-82.5	-6.6	-16.4	-22.4	-10.7	-61.1	-50.6
	CVaR 贡献率 [%]	6.0	25.8	46.7	6.0	2.8	3.9	8.8
2°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-68.2	-3.8	-9.9	-12.5	-6.4	-39.6	-35.3
	CVaR 贡献率 [%]	8.1	24.2	45.7	5.4	2.7	4.1	9.9
3°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-37.9	-1.4	-2.9	-4.4	-1.9	-16.8	-16.3
	CVaR 贡献率 [%]	12.6	23.9	38.1	5.4	2.2	4.9	12.8

来源: Carbon Delta

表格3列出了每种情景(1.5°C、2°C和 3°C)下的政策风险,并显示了每个行业的加权平均CVaR(%)、行业对整体CVaR的贡献率以及行业中的公司总数。深入到行业层面的分析突出了那些面临高气候风险的行业。公用事业、交通运输业、农业、采矿、石油和炼油等行业面临的风险尤为突出。

1.5°C情景显示农业显然正在经历最大的转变,其政策风险为-82.5%,行业贡献率为6%。值得注意的还有制造业:尽管该行业整体气候相关风险较为温和,仅为-16.4%,但几乎占整体市场投资组合中气候相关投资风险敞口的一半(表格3:CVaR贡献率46.7%)。因此,对于投资管理机构来说,仔细分析行业持股情况至关重要,以便确定哪些公司将在未来的低碳世界取得成功。下面举一个具体的例子:一家公用事业公司通过改变整体能源结构向可再生能源倾斜。

### 总体来看,制造业正在推动低碳创新

应对气候变化和限制全球变暖需要相应经济政策来支持绿色能源转型。因此,在全球各国更加积极减少碳排放的情景下,低碳技术正在加速发展,这与IPCC的最新报告相一致。这可以转化为公司增加绿色收入的潜力,进而有助于激励绿色经济转型。这里的分析强调了低碳技术的巨大潜力以及将转型机遇纳入分析的必要性。

如表格2所示,2°C情景下总体技术机遇贡献率为+6.94%。如果把这30,000家公司的所有绿色利润加起来,就会得到大约2.1万亿美元的绿色利润。然而,不同行业的绿色收入机遇差别显著。表格4显示了行业平均值(%)、每个行业公司数量以及该行业对投资组合CVaR的贡献率(以CVaR份额表示)。值得注意的是,制造业的行业技术机遇最高(+16.6%),但在整体气候相关投资风险中所占份额也十分突出(77%)。因此,本分析将制造业确定为低碳转型的驱动力,并指出,在分析和确定绿色投资机遇时必须将该行业考虑在内。

根据本分析的定义,制造业涵盖的公司类型十分广泛,如汽车、智能电网系统和风力涡轮机的生产商,以及信息和电信、电子系统和设备以及汽车系统制造商。

表格4列举了1.5°C、2°C和3°C情景下的总体行业结果。

**表格4:** 技术机遇的行业层面结果展示了投资组合受到的气候相关影响范围

温度情景		农业	服务业	制造业	采矿业&炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
	公司数量	20	3414	5410	177	259	49	154
1.5°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	5.3	3.9	15.0	9.0	14.5	1.0	9.4
	CVaR份额 [%]	0.36	15.36	77.02	1.84	4.06	0.02	1.34
2°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	5.1	2.6	9.5	6.6	8.8	0.4	5.3
	CVaR份额 [%]	0.16	13.58	79.60	1.81	3.55	0.03	1.27
3°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	5.0	1.3	4.0	2.9	4.4	0.1	2.5
	CVaR份额 [%]	0.10	12.77	78.40	3.64	3.64	0.05	1.40

来源: Carbon Delta

### 政策行动延迟导致政策成本增加

理论上讲, 推迟实施气候政策将导致成本上升, 因为这种情况下公司需要进行更加突然的低碳转型。全球变化联合研究所的综合评估模型GCAM4 SSP4基于“延迟行动”情景制定。在表格5中, GCAM与REMIND的结果一起列举出来, REMIND展示的“中间道路情景”与国际能源署著名的ETP模型所做的保守假设非常接近。

在GCAM4情景下, 如果政府推迟政策行动, 政策风险将从-8.16%增加到-9.13%, 这可能会使投资者损失接近1%的差额。此分析对这两种模型下的成本影响进行了比较, 具体来讲, 比较了该市场组合 (由30,000家公司组成) 中每家公司政策风险的贴现成本总和。得出的成本数额巨大, 分别为4.3万亿美元和5.4万亿美元。GCAM4模型下推迟政策行动导致成本增加1.2万亿美元。更糟的是, 推迟政策行动不仅会增加政策风险, 还会致使极端天气危害造成更大的实体影响 (未在此处提及)。

表格5展示了总体结果。

**表格5:** 延迟情景与非延迟情景下的政策风险

模型	温度情景	政策风险 [%]	政策成本
REMIND (即时)	2°C	-8.16	4.3万亿美元
GCAM4 SSP4 (延迟)	2°C	-9.13	5.4万亿美元
差额		-0.97	1.2万亿美元

来源: Carbon Delta

### 高温热浪程度加剧将显著影响企业运营

表格6列出了所分析的七种极端天气危害带来的实体风险影响。对30,000家不同领域公司的分析结果表明, 高温热浪程度不断加剧是未来影响企业运营的主要风险。已经有许多学术研究模拟了建筑、食品和农业等行业因高温热浪程度加剧所暴露出

的脆弱性。此外，高温热浪还可能对员工本身产生连锁反应。<sup>24</sup>沿海洪水是另一种显著影响企业运营的危害，对工厂和办公楼造成巨大破坏。

但有趣的是，降水风险在平均变化和剧烈变化情景下都产生了轻微的正面影响。这个结论起初听起来有违常识，因为我们在新闻中会看到强降水通常与热带气旋相关。例如，在飓风哈维给休斯顿市造成巨大破坏的三天内，该市测到的降水量超过了1,000毫米，这比世界上大多数城市全年的降雨量都要多。然而，分析结果表明，特别是在西欧和北美，气候变干旱的趋势实际上会导致降水量总体减少。

该表格还进一步概述了目前市场投资组合受益于极寒天气减少及降雪量的下降。例如，加拿大南部地区降雪量减少，导致该国航空公司等行业的业务中断频率降低。

在将风险从设施层面汇总到公司层面，最后汇总到投资组合层面的过程中，该分析考虑了同一公司不同设施之间的空间相关性以及不同危害间的相关性。由于这些多元化的影响，致使总实体VaR实际上低于所有单个VaR的总和。

最后，在考虑挑战性实体情景时，总体风险影响从-2.1%略微增加到-2.2%，这再次证明了对冲气候相关实体风险方面，多元化投资组合的好处。

**表格6:** 一般气候模型与挑战性气候模型下的实体风险以及每种特定气候灾害的实体风险

实体危害	一般气候 [%]	挑战性气候 [%]
实体危害影响	-2.1	-2.2
极寒	0.5	0.4
高温热浪	-2.3	-2.3
降水	0.03	0.02
强降雪	0.04	0.04
狂风	-0.01	-0.02
沿海洪水	-0.3	-0.3
热带气旋	-0.1	-0.2

来源: Carbon Delta

24. Seppänen, Fisk 和 Lei, 2006

## 服务业与制造业预计面临最高的实体风险

与转型风险分析相类似，实体风险的CVaR<sup>25</sup>的行业分析表明，各行业面临的风险截然不同，这对整体投资组合的影响也不尽相同。表格7列举了投资组合的行业平均值以及行业对CVaR的贡献率。表格中还列举了各行业<sup>26</sup>中的公司数量，以便了解每个行业中的股权贡献率。结果显示，交通运输业、建筑业和农业的绝对实体风险最高，分别为3.9%、3.3%和3%，而服务业和制造业的资产地理位置主要受投资组合中实体风险的影响，其贡献率分别为50.3%和35.2%（表格7，CVaR份额）。

**表格7:** 按行业和贡献率分布的一般情景下的实体风险

温度情景		农业	服务业	制造业	采矿业&炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
一般情景	投资组合中股权面临的行业平均实体风险 [%]	-3.0	-2.2	-2.2	-2.4	-3.9	-3.3	-2.1
	公司数量	163	10,960	7,553	756	713	208	484
	CVaR份额[%]	1	50.3	35.2	3.9	5.9	1.5	2.2

来源: Carbon Delta

## 美国东部和西部地区深受高温热浪程度加剧的影响，而印度尼西亚和中国东部的公司设施则面临较高洪水风险

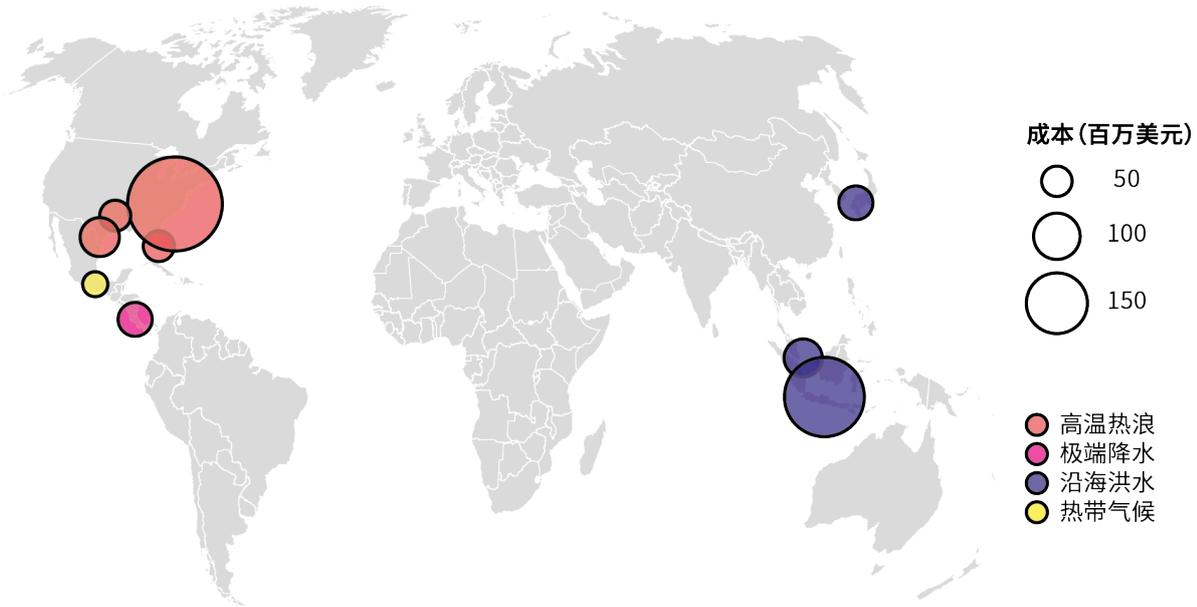
将实体风险分析分解到设施层面有助于投资者了解实体灾害的直接影响，并进一步了解气候变化对投资组合资产地理位置的影响。

图12表明，某些地理位置如美国东部面临高温热浪程度加剧的显著风险，而东南亚和中国则面临沿海洪水这一主要风险。通过调整业务实践或采用韧性技术对运营进行保障可能会限制成本，但由于缺乏可用数据，在应用的实体风险分析模型并未考虑这一点。表格7中的不同地理位置结果显示，美国一家龙头医疗保健公司的生产设施暴露于高于平均水平的高温热浪风险下，仅这一个地理位置付出的成本就可能达到1.5亿美元。另一个大型石油生产商在印度尼西亚的一处设施面临洪水风险，这可能产生1.25亿美元的成本。

25. 欲了解每个行业所面临的实体风险详情，请参阅3.3节。

26. 请注意，与表格4和表格5相比，股票数量有所变化。这是因为某些股票可能存在政策风险和/或技术机遇却不存在实体风险，反之亦然。

图12: 暴露于严重急性实体气候风险的(匿名)公司地理位置



来源: Carbon Delta

更值得注意的是, 前十大高风险地理位置中有五个位于中国。高温热浪程度加剧和沿海洪水都将对这些公司的设施产生重大影响。表格8列出了采矿业、石油业、化工、制造业和服务业的公司。这些观点需要深入到地理位置层面, 并结合行业分析, 以充分了解极端天气对投资组合的影响。

表格8: 依据行业和危害程度划分的前十位暴露于实体风险的地理位置

地理位置	公司	行业	危害	未来15年成本总和(百万美元)
美国	医疗保健	服务业	高温热浪	-151
哥伦比亚	零售公司	服务业	降水	-141
印度尼西亚	石油生产商	采矿业&炼油业	沿海洪水	-125
中国	能源公司	采矿业&炼油业	高温热浪	-112
中国	能源公司	采矿业&炼油业	高温热浪	-107
中国	能源公司	采矿业&炼油业	沿海洪水	-102
印度尼西亚	通信	电信	沿海洪水	-98.51
中国	能源公司	采矿业&炼油业	沿海洪水	-90.79
突尼斯	化学品生产商	化学品	高温热浪	-89.84
墨西哥	塑料生产商	重型制造	高温热浪	-89.68

注: 公司均为匿名。

来源: Carbon Delta

### 市场投资组合远未符合2°C控温目标, 1.5°C目标更是遥不可及

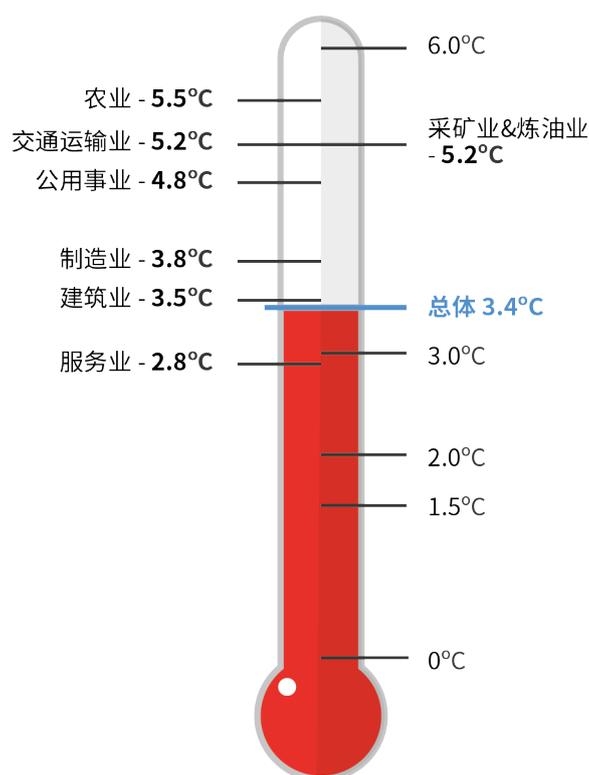
升温潜力分析中的市场投资组合结果显示, 达成2°C的控温目标的必要性更加明显。这种极其多元化的投资组合目前也仅符合3.4°C控温目标, 这离《巴黎协定》中制定的2°C目标还有很长的距离, 更不用提实现更加雄心壮志的1.5°C目标。

图13按行业进一步细分了升温潜能, 这进一步突出了各行业离实现温度目标的差距: 农业(5.4°C)、采矿业、石油 & 炼油业(5.2°C)、交通运输业(5.2°C)、公用事业(4.8°C)。

所有这些行业都有着惊人的升温潜力。在这种情况下，该模型有助于投资者将投资转向更具气候友好型企业，以便为未来几年的调整设定战略路径，助力最终实现2°C甚至1.5°C情景目标。

总的来说，结果明确指出，一方面迫切需要采取更迅速的政策行动来阻止2°C以上的全球变暖。另一方面，分析还指出，企业已经开始采取行动，并积极致力于低碳转型，这一市场组合中大量的绿色技术机遇就是明证，这又给机构投资者带来了不可错过的重要选股机会。

图13: 投资组合温度计



注：温度计显示了这一投资组合的升温轨迹，并将其与全球气候变化谈判中的重要目标温度联系起来。此投资组合的升温轨迹（蓝色线）考虑所有投资组合头寸的加权升温轨迹。当前和未来的碳强度在计算中发挥了核心作用。计算未来碳强度的公式是范围一预估排放水平除以当前收入再加上预测的专利绿色收入。

来源: Carbon Delta

## 4.2. 1,200家顶尖公司组成的投资组合

### 粗略分析，由1,200家顶尖公司组成的多元化投资组合受到的气候相关影响似乎不大

本节中的投资组合由1,200家市值最大的公司组成，该投资组合高度模仿MSCI全球指数。分析方法与上一节中由30,000家公司组成的市场投资组合的分析方法一致。

有趣的是，这1,200家顶尖公司的整体投资组合水平结果接近于零，1.5°C情景下的整体气候风险价值为+0.05%，2°C情景下整体气候风险价值为-0.46%。表格9中列出了总体结果。

更加仔细观察表格中的结果会发现,技术机遇很明显超过了政策风险和实体风险带来的负面影响。此外,实体风险的平均影响总体上非常温和,为-0.72%,而上一节中市场投资组合的这一影响则为-2.2%。

**表9:** 全球1,200家最大市值公司的分析结果

模型	具体温度情景	政策风险 [%]	实体风险 [%]	技术机遇 [%]	总气候VaR [%]
REMIND结合一般气候模型	1.5°C	-3.79	-0.72	4.56	0.05
	2°C	-2.07		2.32	-0.46
	3°C	-0.84		0.75	-0.80

来源: Carbon Delta

将分析细化到行业层面可以让我们更深入地了解这1,200家顶尖公司受到的真正气候影响。详见表格10。

### 行业层面的气候相关风险变得极其突出

**表格10:** 政策风险的行业层面结果,展示了该投资组合受到的气候相关影响

温度情景		行业						
		农业	服务业	制造业	采矿业&炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
	公司数量	3	557	336	52	11	48	51
1.5°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-71.4	-0.6	-2.5	-8.1	-2.7	-14.1	-50.2
	CVaR贡献率 [%]	3.6	8.4	19.2	9.9	0.3	13.1	45.4
2°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-49.7	-0.3	-1.4	-4.0	-1.3	-6.8	-27.2
	CVaR贡献率 [%]	4.7	9.3	19.6	9.1	0.3	11.7	45.4
3°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	-35.0	-0.1	-0.4	-1.7	-0.5	-2.3	-11.7
	CVaR贡献率 [%]	8.1	10.3	14.1	9.4	0.3	9.6	48.2

来源: Carbon Delta

表格3将分析细化到行业层面,突出了那些面临较高气候风险的行业,同时也强调了多元化有助于降低这些气候风险。公用事业、运输业、采矿业、石油和炼油业都面临较高气候风险。尽管农业的绝对风险最高,但在1.5°C情景下,公用事业行业对整体政策风险的贡献率最高,为45%(表格3, CVaR贡献率:45.4%)。另一方面,制造业的气候风险要低得多,仅为-2.5%,但其贡献率却是19.2%,这与上一节中市场投资组合的分析结果一致。

### 1.5°C情景下的“绿色收入”是3°C情景下的6倍

如上文表格9所示,在2°C情景下,总体技术机遇对政策风险的贡献率为+2.32%。将该投资组合中1,200家公司的全部绿色利润加起来大约是1.4万亿美元,有趣的是,这超过了1.15万亿美元的政策成本(见表12)。此外,与由30,000家证券公司组成的市场投资组合(2.1万亿美元)相比,本节投资组合中的1,200家公司大约拥有其一半的绿色收入机遇。这再次表明各行业之间的绿色收入机遇存在巨大差异。

与市场投资组合中的情况相类似,表格11指出,制造业中的公司拥有最大的绿色收入机遇,对投资组合CVaR的贡献率约为85%。

表格11: 技术机遇的行业层面结果, 揭示了投资组合受到的不同影响

温度情景		农业	服务业	制造业	采矿业&炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
	公司数量	3	377	307	36	9	34	42
1.5°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	0.13		12.01	3.53	3.19	0.32	3.37
	CVaR份额 [%]	0.01	7.7	85.7	3.6	0.3	0.2	2.4
2°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	0.05		6.28	1.55	1.37	0.13	1.39
	CVaR份额 [%]	0.004	6.4	88.1	3.1	0.3	0.2	1.9
3°C	投资组合中股权的行业平均值 [%]	0.02		2.07	0.47	0.40	0.04	0.37
	CVaR份额 [%]	0.0	5.6	89.5	2.9	0.3	0.2	1.6

来源: Carbon Delta

## 政策行动延迟导致政策成本上升

延迟政策情景与市场投资组合的分析方法相同, 结果显示在2°C情景下, GCAM4和REMIND模型之间增加了1,400亿美元的成本差额。表格12列出了总体结果。

表格12: 延迟与未延迟情景下的政策风险

模型	具体温度情景	政策风险 [%]	政策成本
REMIND (即刻)	2°C	-2.07	-1,15万亿美元
GCAM4 SSP4 (延迟)	2°C	-2.48	-1,29万亿美元
差额		-0.41	1400亿美元

来源: Carbon Delta

## 实体影响进一步提高气候分险值

通过分析七种极端天气危害 (表格13) 对1,200家顶尖公司产生的实体风险影响, 结果表明总体投资组合受到的风险影响适中。

在挑战性实体气候情景下, 总体风险影响从-0.72%增加到-0.80%。高温热浪和沿海洪水对投资组合设施的影响最大, 分别为-0.7%和-0.1%, 这再次与市场投资组合中的结果大体一致。气候风险总体影响适中表明, 该投资组合内的大多数公司设施未处于高风险地区。

表格13: 一般气候模型与挑战性气候模型下的实体风险以及每个具体天气危害

实体危害	一般气候 [%]	挑战性气候 [%]
实体危害影响	-0.72	-0.80
极寒	0.1	0.1
高温热浪	-0.7	-0.7
降水	0.02	0.02
强降雪	0.003	0.003
狂风	-0.003	-0.01
沿海洪水	-0.1	-0.2
热带气旋	-0.03	-0.04

来源: Carbon Delta

## 商业建筑、服务业和制造业预计面临最高实体风险

与分析转型风险类似,对实体风险CVaR<sup>27</sup>的行业分析表明,不同行业面临的风险截然不同,因此对整体投资组合的影响也不尽相同。对1,200家顶尖公司进行行业分析,结果显示,服务业和制造业的CVaR贡献率最高,分别为47.2%和31.9%,绝对实体影响分别为-0.58和-0.78。下一步,通过分析对特定地理位置的影响,我们可以深入了解不同设施受到的潜在风险影响。

**表格14:** 按照行业和贡献率划分的一般情景下的实体风险

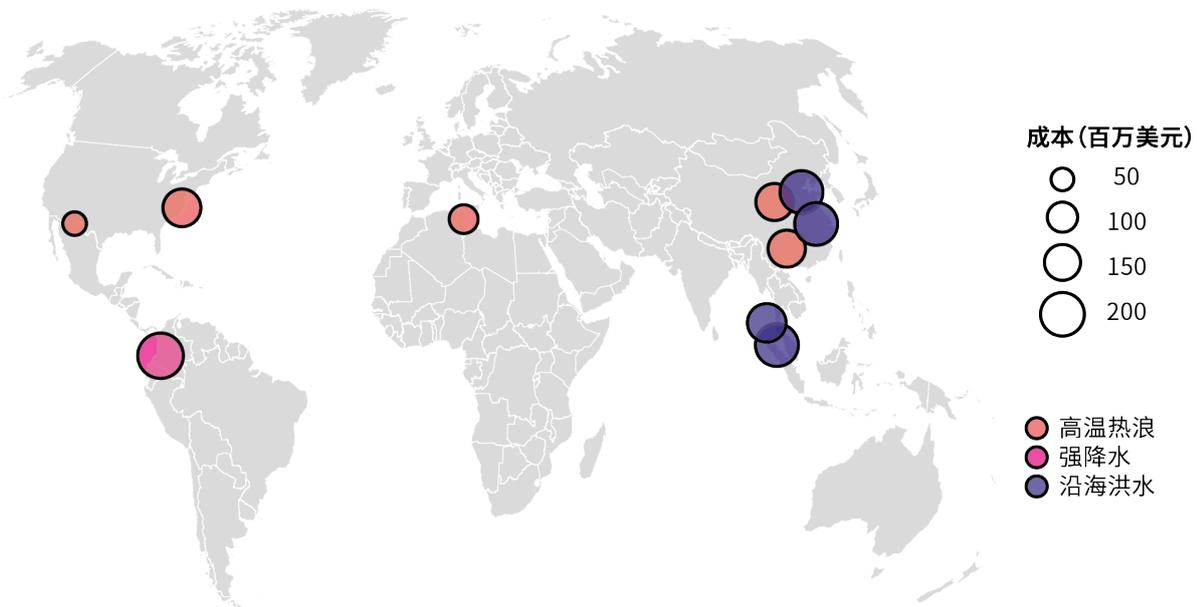
具体温度情景		农业	服务业	制造业	采矿业 & 炼油业	其他行业	交通运输业	公用事业
一般情景	投资组合中股权的行业平均实体风险 [%]	-4.36	-0.58	-0.78	-1.33	-0.96	-0.83	-1.41
	公司数量	2	548	336	51	10	47	49
	CVaR份额 [%]	1.4	47.2	31.9	8.3	0.6	4.2	6.9

来源: Carbon Delta

## 特定地理位置的实体风险影响可能很高

图14显示,美国东部地区在高温热浪影响方面再次表现显著,而沿海洪水是东南亚面临的主要风险影响。

**图14:** 面临巨大急性实体气候风险的(匿名)公司地理位置



来源: Carbon Delta

27. 欲详细了解每一行业面临的实体风险,请参考3.3节。

表格15突出了一个重点,即前十大高风险地理位置中有四个是服务业公司。这与表格中显示的CVaR的巨大贡献率是一致的。值得一提的是,制造业的CVaR贡献率位居第二,但并未出现在高风险地区名单中。相反,采矿业、炼油业和公用事业公司榜上有名,但对整体CVaR的贡献率却要小得多。这些结果表明,我们需要结合行业分析,深入到特定地理位置层面,以充分了解极端天气对投资组合的影响。

**表格15:** 依据行业和危害划分的前十位面临实体风险的地理位置

地理位置	公司	行业	危害	未来15年气候成本总和(百万美元)
美国	保险公司	服务业	高温热浪	-151
印度尼西亚	能源公司	采矿业&炼油业	沿海洪水	-125
美国	保险公司	服务业	高温热浪	-52.03
新加坡	能源公司	采矿业&炼油业	沿海洪水	-51.87
哥斯达黎加	零售公司	服务业	降水	-47.94
巴西	商品公司	采矿业&炼油业	高温热浪	-47.22
日本	能源公司	公用事业	沿海洪水	-42.84
美国	电信公司	服务业	高温热浪	-42.55
美国	能源公司	采矿业&炼油业	高温热浪	-39.51
墨西哥	能源公司	公用事业	热带气旋	-36.33

注:公司均为匿名。

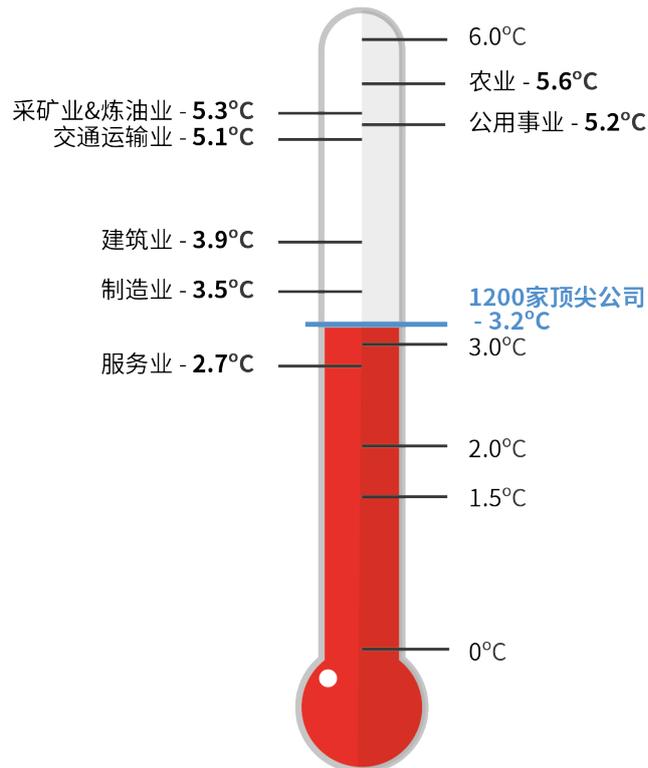
来源:Carbon Delta

## 1,200家顶尖公司距离2°C情景目标有多远？

追踪MSCI全球指数的由1,200家顶尖公司组成的投资组合目前位于3.2°C情景，这大致符合《巴黎协定》中规定的国家政策承诺，即国家自主贡献（NDC）。然而，正如我们在市场投资组合中所看到的，目前阶段距离实现《巴黎协定》中2°C或1.5°C的目标相差甚远。

该投资组合中的以下行业与市场投资组合中的类似，都具有比较惊人的升温潜力：农业（5.6°C）、采矿业、石油和炼业（5.3°C）、公用事业（5.2°C）和交通运输业（5.1°C）。

图15: 投资组合温度计



注：温度计显示了该投资组合的升温轨迹，并将其与全球气候变化谈判中的重要目标温度相关联。该投资组合的升温轨迹（蓝色线）考虑了所有投资组合头寸的加权升温轨迹。当前和未来的碳强度在计算中发挥核心作用。计算未来碳强度的公式是将范围一预测排放水平除以当前收入加上预测的专利绿色收入。

来源：Carbon Delta

### 4.3. 主题投资组合:煤炭与可再生能源

对MSCI全球指数追踪器进行评估后显示其面临中等风险且符合3.2°C情景目标,但重要的是要注意到,气候风险和温度目标符合程度可能会因投资组合构成不同而存在巨大差异。下面两个表格和温度计展示了两类主题投资组合的结果。第一类投资组合包含拥有大量煤炭敞口的公司,如拥有火力发电业务行业的公用事业公司以及煤炭和褐煤开采公司。第二类投资组合包含在可再生能源领域运营的公司,其业务重点为太阳能、风能、波能和电动汽车。比较这两个主题投资组合可以发现,“煤炭投资组合”中存在大量的政策风险和少量的技术机遇,而“可再生能源投资组合”则恰恰相反。在这两个投资组合中,实体风险恰巧是次要的风险因素,极端天气的CVaR仅为-0.2%。

在下列表格中,您将看到煤炭和可再生能源投资组合在投资组合层面的具体情景细分。

**表格16:** 煤炭投资组合结果

模型	具体温度情景	政策风险 [%]	实体风险 [%]	技术机遇 [%]	总气候VaR [%]
REMIND结合一般气候模型	1.5°C	-38	-0.2	0.1	-38.1
	2°C	-8.6		0.1	-8.7
	3°C	-4.2		0.1	-4.3

**表格17:** 可再生能源投资组合结果

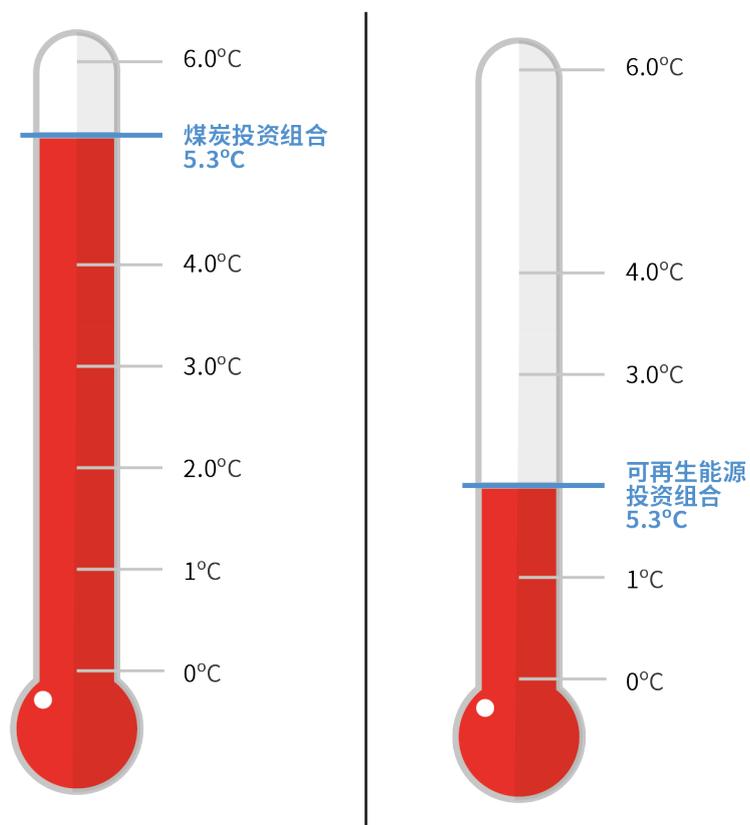
模型	具体温度情景	政策风险 [%]	实体风险 [%]	技术机遇 [%]	总气候VaR [%]
REMIND结合一般气候模型	1.5°C	-1.1	-0.8	50.7	48.8
	2°C	-0.5		31.8	30.5
	3°C	-0.1		15.4	14.5

**来源:** Carbon Delta

煤炭投资组合的升温潜力(5.3°C)与前述由1,200家顶级公司组成的投资组合中的采矿和石油以及公用事业行业的升温潜力相当。相比之下,可再生能源投资组合实现了低于2°C的控温目标,这是目前传统投资领域都无法实现的。然而,这两种投资组合都缺乏机构资产所有者所需的多元化水平,但这仍然是有趣的案例研究,强化了投资组合构建和投资决策中考虑进行气候相关风险分析的必要性。

只要看一眼下面的温度计就会发现,以煤炭为主的投资组合和以可再生能源为主的投资组合之间存在差异。

图16: 煤炭投资组合和可再生能源投资组合的温度计



注: 温度计显示了该投资组合的升温轨迹, 并将其与全球气候变化谈判中的重要目标温度相关联。该投资组合的升温轨迹(蓝色线)考虑了所有投资组合头寸的加权升温轨迹。当前和未来的碳强度在计算中发挥核心作用。计算未来碳强度的公式是范围一预估排放水平除以当前收入加上预测的专利绿色收入。

来源: Carbon Delta

## 5. 实施方法

# 案例研究

以下案例研究由指定金融机构撰写,并由Vivid Economics 统一汇编,仅反映作者的观点。  
案例研究中的陈述不代表UEPE FI或Vivid Economics的观点。

案例研究部分介绍了与Carbon Delta共同开发的投资者试点方法的各投资者实施具体情况。

作为该项目的一部分，试点小组中的每个投资者都要至少分析一个投资组合，并与Carbon Delta合作试验不同的情景。本部分介绍了若干试点小组成员取得的分析结果和评价，重点关注分析方法的不同方面以及分析结果的使用。

### 案例研究围绕以下两大主题展开：

1. 对方法和所得结果进行压力测试。这些案例研究深入探讨了每个投资者使用Carbon Delta方法分析各自投资组合所得的结果，重点关注各机构选择探索的独特领域。其中包括将情景扩展到更具挑战性的实体风险情景和政策响应延迟情景（英杰华、北欧银行）、不同温度路径下的非线性风险（宏利投资管理）以及积极管理的投资组合相对于相关指数的表现（洛克菲勒）。CDPQ的案例研究则探讨了在风险评估中考虑价值链和产品不可替代性的重要性。
2. 将情景分析整合到内部流程或外部沟通中。这些案例研究重点关注将试点项目结果纳入内部流程的可能性，探究了利用情景分析进行沟通的益处（Addenda），强调了分析方法与识别未来房地产评估指标之间的相互作用（Investa），探讨了围绕气候相关风险而不断发展的内部风险管理流程（KLP），将Carbon Delta结果与ESG数据提供商提供的气候风险信号进行比较（TDAM），总结内部情景分析工具和风险管理实践受到的影响（NBIM、La Française），并详细说明了机构应如何利用分析结果与被投资公司进行交流（DNB）。

### 在案例研究中，投资者们着重指出使用试点分析方法进行情景分析所带来的以下关键益处：

- 将实体风险和转型风险综合考虑可以为深入了解两者间的相互作用提供宝贵见解，并为投资者提供更加全面和持续的风险评估工具。
- 不同情景下进行实体风险和转型风险评估所产生的影响多样性凸显了考虑一系列情景的重要性。
- CVaR指标可以量化以前仅通过评级才可能评估的风险，从而促进内部讨论，并且可以在内部产生更多的兴趣。
- 一些投资者在未来与被投资公司就披露重大气候相关数据和进行风险管理的必要性进行沟通时，可能会将评估结果作为需要采取的行動的支持依据。不过，投资者也指出，情景分析不应成为公司或投资者决策的唯一依据。
- 结果表明，积极管理可以显著降低投资组合的气候相关风险敞口。然而，成员们也强调需要进一步发展情景分析方法，以便投资者更准确地把握气候相关风险和机遇的程度。投资者试点项目开发的方法提供了一个全面的起点，允许投资者们首次与情景分析进行深度互动。然而，我们也强调，如果要使分析结果可信度更高且具投资决策价值，则需进一步改进情景分析方法。6.2节深入讨论了改进建议。



## 英杰华：挑战性实体风险情景

英杰华拥有逾4,870亿英镑的总资产，有着总承保保费超287亿英镑的保险公司，有着管理资产数额超4,260亿英镑资产管理公司，为全球3,300万客户提供保险、储蓄和投资产品业务。英杰华已承诺实施TCFD建议（包括开展与气候相关的情景分析），自2016年开始，我们就已经对建议实施情况进行报告。英杰华加入了UNEP FI投资者试点，与其他保险公司和资产所有者一起支持开发一套连贯的且具有可比性的高级别情景（包括与实体风险和转型风险影响建模相关的共同要素）。

### 英杰华的TCFD情景分析项目

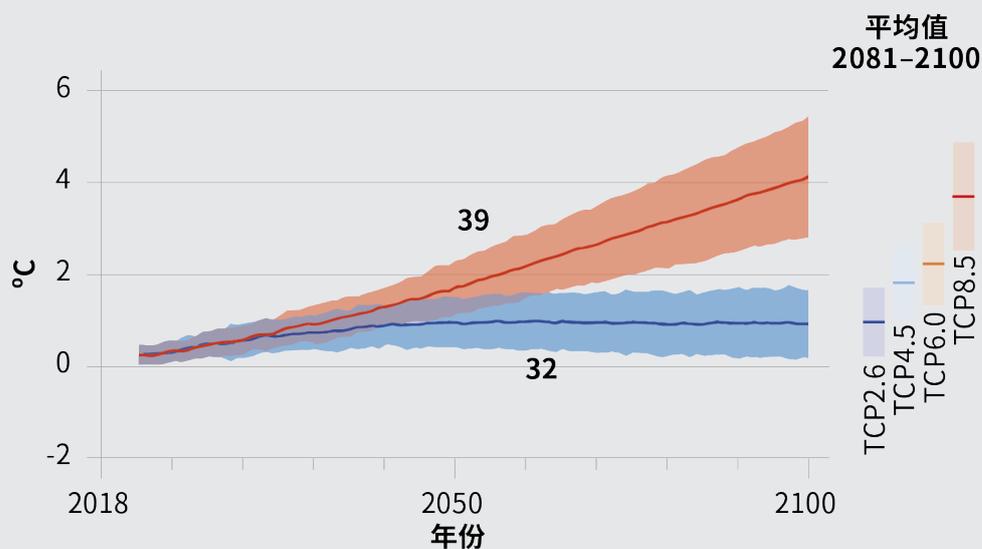
英杰华的首席风险官、集团总顾问和公司秘书是监督我们2018年信息披露工作的执行发起者。今年，英杰华发起了一个项目，旨在建立一流的气候相关情景分析能力，以提高我们的信息披露水平。该项目包括确定与气候相关的适当情景，评估这些情景，并制定情景分析结果的报告格式。

### 涵盖更具挑战性的实体风险情景

项目进行中的一个主要挑战就是我们是否应该在情景分析中加入更具挑战性的实体风险场景。在IPCC RCP 8.5 情景下，假设排放量将以当前水平持续上升，据此我们认为本世纪末之前全球平均气温很可能比工业化前水平高出4°C以上，在这种情景下，气温上升也很可能超过3.5°C。

因此，考虑加入一个到2100年前更具挑战性的升温幅度（6°C）的实体情景是合理的，特别是考虑到气候临界点导致变暖失控的风险。但是从下图可以看出，最糟糕的实体影响可能直到本世纪下半叶才逐渐显现出来，在中短期范围内，各IPCC情景间气温上升幅度的差别相对较小。

图17: 全球地表均温变化 (相较于1986-2005年)



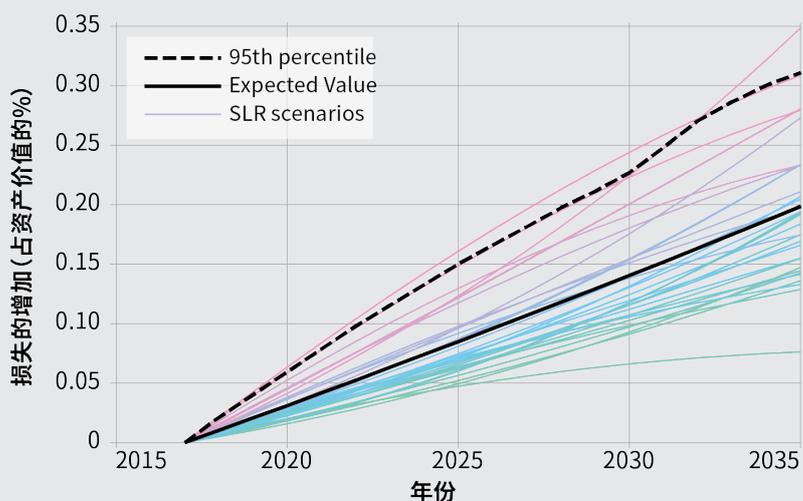
来源: IPCC, 2014a

相比之下, 低碳经济转型造成的影响可能会在更短时间范围内显现出来, 而且各IPCC情景中显示出的影响可能差异很大。因此, 如果情景分析针对的时间范围相对较短, 那么每个情景中实体风险的长期影响差异以及与转型风险相比实体风险的级别, 可能会被低估, 这样可能会误判不同策略对业务的影响。

即便如此, 如果不能一致地看待实体风险和转型风险, 那么将更难理解不同情景下总体风险的综合影响, 因为解决缓解和适应挑战会伴随若干权衡。此外, 可以认为情景分析针对的时间范围越长, 其决策价值就越低。为了解决这些问题, UNEP FI 试点小组内部以及项目顾问Carbon Delta 共同商定, 在分析转型风险和实体风险时使用一致的15年时间范围, 但也要具备考虑更短时间范围的能力。此外, 通过查看95%以上的历史极端天气观测数据, 以及“一般”BaU发展情景下的预期结果, 我们可以捕捉到更具挑战性的实体风险。图18展示了沿海洪水的例子。

为了分析更具挑战性的实体风险情景, 在更高的95%置信水平下, 我们针对每种危害编制了风险数据集。Carbon Delta 模拟的危害包括高温热浪和极寒、强降水 (Precip) 和强降雪、沿海洪水 (CF)、风暴和热带气旋 (TC)。此外, 与预期情况不同, 我们还在不同危害之间定义了依赖结构。

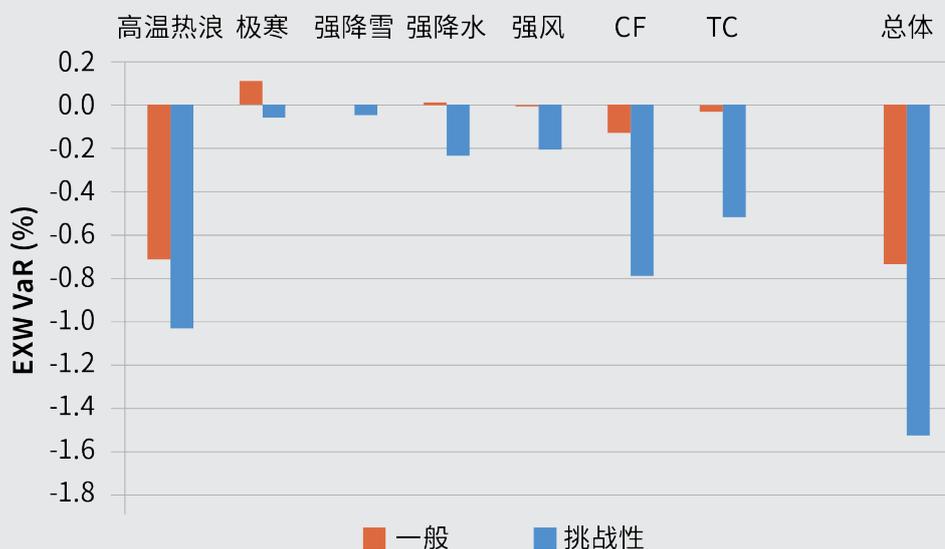
图18: 沿海洪水造成的损失从预期增加到第95个百分位(占资产价值的%)



来源: Carbon Delta

图19展示了基于Carbon Delta 的输出, 将挑战性(第95个百分位)情景与MSCI全球指数的一般BaU情景进行比较所得出的关于不同危害的预期影响差值。在更具挑战性的实体风险情景中, 其总体风险几乎比预期情景翻了一番。然而, 这种差异很大程度上取决于所考虑的危害类型。

图19: 英杰华对于一般情景和挑战性情景下实体危害差别的分析



来源: Aviva, Carbon Delta

## 挑战性实体风险情景需要更多关注

Carbon Delta引入了更具挑战性的实体风险情景,使我们能够像评估转型风险时那样,在具有决策价值、连贯一致且具可比性的时间框架来评估更极端的实体风险结果所带来的潜在影响。然而,我们认识到,要完善这一方法还有许多工作要做,包括引入更多时间范围更长、更复杂的情景,以能够揭示气候模型结果的某些可变性。在此之前,该模型对超过15年范围的实体成本增长假设保持敏感性。

在汇总不同情景下的实体风险与转型风险时,或是单纯比较不同情景下的影响时,尤其重要的一点是了解各种结果产生的潜在影响。例如,我们预计BaU情景下的实体风险成本的增长速度将远高于IPCC宏伟的缓解目标情景(RCP 2.6)下的成本增长速度。Carbon Delta目前提供了九种转型风险情景,却只提供了两种实体风险情景,因此可以开发更多实体风险情景来与各种转型风险情景相结合。我们建议考虑到这种不平衡来调整输出。此外,我们希望随着时间的推移,各危害间依赖结构的建模将进一步完善。



## CDPQ: 价值链与产品的不可替代性

### CDPQ 气候变化应对战略简介

CDPQ (Caisse de dépôt et placement du Québec) 创建于1965年, 是一家长期机构投资者, 主要管理公共和准公共养老金及保险计划基金。截至2018年12月31日, CDPQ净资产为3,095亿加元。作为加拿大领先的机构基金管理公司之一, CDPQ在全球主要金融市场、私募股权、基础设施、房地产和私人债务领域进行投资。公司于2017年10月初宣布并启动了应对气候变化的投资战略, 该战略建立在四大支柱上, 努力量化战略影响, 并确保其在整个投资流程中得到实施。这四大支柱是:

1. 将气候变化纳入所有投资活动和决策中。
2. 到2020年前增加50%的低碳投资。
3. 到2025年前将每美元投资产生的碳足迹降低 25%。
4. 与投资组合中的公司协作在行业内展现更强的气候领导力。

这一应对气候变化的战略是根据TCFD在2017年6月公布的最终版建议制定的, 其中包括“考虑不同气候相关情景下的战略韧性描述”。CDPQ认为, 其投资组合要具备韧性就必须考虑气候相关风险。在投资组合层面, 转型风险和实体风险的建模分析是十分复杂的, 因此, CDPQ加入了UNEP FI投资者试点项目, 以制定更加精确的方法。

在2018年初至2018年4月发布UNEP FI报告之间, 负责衡量投资组合碳足迹以及在组织内试行气候变化战略的内部小组得到授权, 与UNEP FI和其他十几个投资者同行一起进行气候相关情景分析。随着Carbon Delta的工作取得进展, 我们内部小组需要澄清几点。我们利用MSCI全球指数的组成部分, 对下列主题进行了分析, 然后与UNEP FI分享了相关成果。

### 探索能源行业价值链的内部联系

由于能源行业的价值创造链相当复杂, 很难用标准行业分类来理解, 本节重点讨论在分析Carbon Delta 在2°C路径下提供的该行业政策VaR时遇到的问题。表格11提供了由全球行业分类标准 (GICS) 行业所代表的油气价值链中某些步骤的具体数据。

表格18: CDPQ 通过特定价值链比较不同行业

GICS行业	2°C路径下的政策VaR				
	平均值	最小值	最大值	标准差	组成部分
石油&天然气 设备&服务	0%	0%	0%	0%	7
综合石油&天然气	-7%	-13%	-3%	12%	14
石油&天然气 勘探&生产	-4%	-12%	0%	3%	25
石油&天然气 精炼&营销	-4%	-8%	0%	3%	9
石油&天然气 存储&运输	-3%	-4%	-1%	1%	12

注:本表格分别省略了存储行业与综合行业中的一个离群值。

来源:Carbon Delta

这些结果突出了以下关键要素:

- 油气储运(存储)子行业的平均VaR(-3%)低于油气勘探和生产(生产)行业的平均VaR(-4%),这符合预期结果,因为前者的大量资产都与石油生产商签订了长期合同,这意味着碳定价应该对存储和生产造成同样的影响。
- 然而,我们注意到,开采和运输的油气需要提炼并分配给最终消费者。炼油是一项碳密集型业务,主要由综合油气子行业承担。因此,我们可以做出公平的假设,即储存和生产子行业的VaR应与综合子行业的VaR相同,因为这种转型最终将影响整个行业的价值链。
- 综合油气(综合)的平均VaR最高(-7%)。由于综合子行业的公司在整个价值链上(从开采到加油站)都受到碳定价政策的影响,因此该行业应该具有最高的政策VaR似乎合乎逻辑。尤其是将其与油气生产商相比,不应受到太大的影响。
- 油气的设备和服务行业似乎没有政策风险。这一结果看起来不合常理,因为该行业的公司向生产行业的其他参与者提供服务,这应该会产生政策风险,并间接影响设备和服务公司的价值链。

我们注意到,该方法仅考虑生产化石燃料和其他衍生产品时释放的温室气体,以此分配转型成本。然而,本分析所用情景预测到对化石燃料需求降低产生的财务影响(可能表现为资产搁浅、油价下跌、销售下降和盈利能力下降),但此影响却并未包括在本分析中,这本应是分析核心,尤其是对油气行业而言。我们承认,以充分差异化的方式来反映各公司在这一庞大行业中的相对优势、劣势和竞争地位是非常复杂的,特别是对于不熟悉这些业务的外部人士而言。

## 产品的不可替代性

在未来15年内,一些产品将面临监管成本,但这一时间范围不足以让市场找到这些产品的替代品。直观上看,水泥或钢铁等产品属于此类资产,因此本节将重点关注这些行业。

表格19: CDPQ水泥和钢铁行业的总VaR

Carbon Delta行业	平均监管VaR			
	平均值	范围	标准差	组成部分
水泥	-32%	-100% to -3%	43%	7
钢铁	-11%	-37% to 23%	14%	19

来源: Carbon Delta

我们使用IEA的2°C路径得出以下两个关键结论:

- 水泥产量预计2050年前将持续增长,但水泥行业的全球排放量将必须通过技术手段减少,以遵循2°C路径。从直觉上看,实现碳减排肯定会产生额外成本,况且现在减排技术尚未大规模商业化。考虑到未来15年内极有可能找不到水泥的替代品,因此预期政策成本将传递给消费者,从而导致该政策VaR将远低于表格19中的该行业平均值-32%。
- 国际能源署(IEA)关于钢铁行业的2°C情景也表明,到2050年前,对钢铁产品的需求将不断增加,但碳排放量则会减少。即使该行业属高度碳密集型,如果没有替代品,那么预计政策成本也将传递到消费者身上。-11%的VaR似乎也很激进,但根据试点项目所获得的结果,整个行业的赢家和输家可以很容易被识别出来,因为该行业中政策VaR之间的差距很高。即使有些公司被证明受到了严重影响,但这些结果似乎更符合自然转型。

## 结论

总之,对机构投资者的投资组合进行气候相关情景分析非常复杂,CDPQ的实践是一个很好的机会,可以借助本次试点中详细阐述的方法,通过合作深入研究这一问题。收集到的实体风险数据有助于区分不同的公司,因为它是基于统计气候数据和适用于所有行业的标准方法,因此这是一种非常适合此类风险的分析方法。

在比较同一行业内的公司时,转型VaR结果是特别有用的指标,因为产品(如石油和天然气)需求或价格以及一个行业内(如水泥或钢铁)的公司将转型成本传递给客户的能力会相对一致地影响到某个行业。尽管转型VaR结果在绝对投资组合里并不完美,但它确实可以让我们了解哪些公司在某一特定行业内更具优势地位。然而,将投资组合层面的结果汇总起来可能出现扭曲,因为相关方法可能造成行业分析扭曲。我们猜测,由于未来产品需求和价格问题,油气行业的风险可能比使用当前方法获得的转型VaR所提示的风险更高,而钢铁和水泥等行业(目前尚无可预见的替代品)面临的转型VaR则可能被夸大了。

显然,需要进一步研究来弄清与气候变化相关成本将如何在整个经济中扩散,并且考虑化石燃料行业(优先于其他行业)的生产商、分销商和销售商产生的范围三排放量,以便在不同行业间进行更好比较。

资产所有者作为所拥有公司的局外人,这一实践的复杂性支持了公司需要自己进行情景分析的紧迫性观点,因为公司本身更加了解其资产和业务线的精细度,可以更好评估需求对其产品的影响、将碳成本转嫁给客户的能力以及自身气候变化应对策略等等。我们认为,情景应该标准化,至少在行业层面上达成一致,以便在公司间进行更好的比较。

## 宏利投资管理：不同地区投资组合面临的非线性气候风险

宏利投资管理在全球公共市场资产类别投资方面拥有丰富经验。因此，我们认为比较不同地区的股票投资组合可以帮助投资者评估气候风险对不同地区的潜在影响差异，评估结果可能会影响资产配置。因此，本案例研究分析了三种气候情景下气候风险对两个现有投资组合（一个由加拿大股票组成，另一个由亚洲股票组成）中公司的影响。<sup>28</sup>此外，本案例研究还确定了投资组合层面上具有最高潜在负面影响的气候变化实体危害，以及每个投资组合中最有可能面临这些风险的行业。我们的分析还讨论了每个投资组合中哪两家公司的气候风险敞口较大。这项分析工作说明宏利投资管理目前努力将气候风险评估整合到其投资流程中。<sup>29</sup>

### 量化气候风险

根据UNEP FI TCFD投资者试点项目中使用的方法，气候转型风险（或者说从当前BaU情景转向碳中和的未来所支付的一般成本）是最大的投资组合风险。其次是实体灾害风险或与极端天气事件相关的成本影响，我们在这些投资组合中确定的极端天气包括高温热浪、沿海洪水、热带气旋。低碳技术创新（如碳提取或碳封存）可能会抵消部分气候转型风险和实体危害风险，特别是对于那些已经投资研发来实现可持续发展目标的公司而言。

在前两个表格中，我们依据转型风险、技术机遇和总投资组合VaR对加拿大和亚洲股票投资组合进行了评估。加拿大投资组合主要投资于以标准普尔/TSX指数为基准的大市值加拿大股票，而亚洲投资组合则投资于以MSCI中国/香港指数为基准的中国基本利息股票。表格最后一列“以bps表示的总投资组合VaR”包括实体危害风险的影响，并且案例研究也深入讨论了两个投资组合面临的气候风险维度的细节。

28. 本案例研究仅包括附属公司的范围一碳排放，这衡量了运营中产生的直接碳排放量。范围二排放包括能源（如电力）消耗产生的间接排放。未来的分析应纳入范围二和范围三碳排放。投资组合持股额数据截至2018年8月8日。

29. 本案例研究仅作参考用途。投资流程可能随时发生变化，且不同投资战略可能纳入不同的ESG因素（包括气候风险）。

表格20: 宏利加拿大股票投资组合结果

情景	转型风险未加权 总计VaR (%)	3°C情景倍数	技术机遇未加权总计 VaR (%)	3°C情景倍数	以bps计算的 总投资组合 VaR
3°C	-12.65	n/a	0.77	n/a	(投资组合加权)
2°C	-48.78	3.9x	2.87	3.8x	-106.3
1.5°C	-99.77	7.9x	6.91	9.0x	-199.9

注:转型风险和技术机遇VaR分别代表总体下行风险敞口和上行潜力,表示为三种气候情景下(3°C、2°C、1.5°C)投资组合市值提高的百分比。

来源: 宏利, Carbon Delta

表格21: 宏利亚洲股票投资组合结果

情景	转型风险未加权 总计VaR (%)	3°C情景倍数	技术机遇未加权 总计VaR (%)	3°C情景倍数	以bps计算的 总投资组合 VaR
3°C	-16.74	n/a	4.99	n/a	-117.0
2°C	-135.70	8.1x	17.20	3.5x	-315.1
1.5°C	-177.60	10.6x	40.40	8.1x	-390.1

来源: 宏利, Carbon Delta

我们初步评估得出的一个结论是:在三种气候情景下,亚洲股票投资组合面临更大的相对转型风险以及技术创新带来的更大潜在机遇。亚洲投资组合可能产生更高风险的主要原因有两个。首先,亚洲企业的平均碳强度较高,这可能是由多种因素造成的,例如目前亚洲国家在能源生产中煤炭的消耗量比加拿大多。第二,亚洲实体危害风险更为严重,这在总投资组合VaR一栏中有所说明。根据气候分析公司427的数据,中国的沿海洪水风险居世界首位,1.45亿人的生活都受海平面上升的威胁(德意志资产管理,427,2017)。本分析中应该注意的是,我们假设排放价格曲线为保守的前瞻性曲线,而且还对实体危害风险进行了非激进的估算。如果我们的分析建立在更严格的假设上,那么投资组合将受到更大的总体影响。

然而,也许更重要的是,我们注意到这些数据对转型风险和技术机遇的非线性影响进行了阐明。换言之,升温情景的限制性越强(意思是为进一步限制全球平均气温增幅所需的更严格排放脱碳要求),则每个投资组合受到的负面影响就越大。这种非线性在总投资组合VaR中也很明显。还应注意的是,两个投资组合之间的行业权重可能占VaR 差额的一部分,如下面表格所示。

表格22: 宏利加拿大和亚洲股票投资组合的行业权重

行业	加拿大股票 (%)	亚洲股票 (%)
基本材料	5.6	0.7
通信	7.2	25.6
周期性消费	5.1	9.6
非周期性消费	6.6	9.1
能源	18.1	6.9
金融	34.2	38.5
工业	14.2	3.1
技术	9.1	1.3
公用事业	n/a	5.2

来源: 宏利, Carbon Delta

《巴黎协定》的核心目标是动员世界各国加强应对气候变化风险, 将本世纪内全球升温幅度限制在不超过工业化前水平2°C的范围内, 并进一步努力将升温幅度限制在1.5°C以内。从3°C 情景过渡到碳紧缩的2°C 情景时, 加拿大股票投资组合中的总投资组合VaR增加了三倍。此外, 在2018年10月, IPCC把将升温幅度再降低0.5°C至1.5°C确定为临界阈值 (IPCC, 2018), 这可能导致总投资组合VaR递增三倍。气候情景的增量变化 **意味着越来越大的风险维度, 这会掩盖日益增大的潜在技术机遇对两个投资组合产生的影响。**

### 实体危害风险

无论在哪个地理区域, **高温热浪都是最大的实体危害。**对于这两个投资组合而言, 高温热浪是气候变化中最明显的趋势, 炎热地区在变得更热的同时, 极端高温事件在几乎所有相关地理区域中的发生频率也会升高。不出所料, 推动这种风险在投资组合层面产生更大影响的关键成本投入是制冷成本的增加。

分析得出的基本数据表明, **沿海洪水是抽样投资组合中的第二大实体危害。**风暴潮和沿海洪水通常只发生在特定地域, 且取决于海平面上升、海拔和动态地形等因素。推动这种风险影响的关键成本投入是资产损坏和业务中断。虽然一家公司有可能通过保险来保护自己免遭财务损失, 但未搞清楚其最终财务风险敞口前, 该公司的市值可能仍会遭到削减。

**两个投资组合共同面临的第三大实体危害风险是热带气旋 (飓风和台风)。**这些风暴带来强烈的降水和大风, 造成财产破坏和业务中断, 并可能加剧沿海洪水产生的影响。

下面的表格评估了两个投资组合种这些气候危害的总投资组合VaR。

表格23: 宏利两种投资组合中下列气候危害的总投资组合VaR

实体危害	亚洲股票投资组合的未加权总计VaR (%)	加拿大股票投资组合的未加权总计VaR (%)	亚洲股票投资组合相对于加拿大股票投资组合受到的影响
高温热浪	-48.9	-12.10	4.1x
沿海洪水	-9.8	-0.79	12.3x
热带气旋	-2.4	-0.62	4.0x

来源: 宏利, Carbon Delta

## 高温热浪

表格24: 宏利依据高温热浪风险敞口的行业排名

排名	亚洲股票投资组合	加拿大股票投资组合
1	电子设备	食品与主食零售
2	房地产管理与开发	石油、天然气和消费型燃料
3	银行	银行
4	建筑材料	汽车零部件
5	石油、天然气和消费型燃料	金属与采矿

来源: 宏利, Carbon Delta

虽然识别面临高温热浪风险的行业多样性十分重要,但投资组合中面临最大风险敞口的行业,即银行业和油气业,受到不同程度的影响。值得注意的是,亚洲股票投资组合在这两个行业中受到的影响要比加拿大投资组合严重三倍。造成这一结果的主要原因是,气候科学表明,高温热浪对亚太地区的影响大于对北美地区的影响。《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)指出,“受影响的人口最多的地区将是亚洲和非洲的巨型三角洲地区”(UNFCCC, 2011)。

## 沿海洪水

表格25: 宏利依据沿海洪水风险敞口的行业排名

排名	亚洲股票投资组合	加拿大股票投资组合
1	电子设备	银行
2	石油、天然气和消费型燃料	资本市场
3	房地产管理与开发	金属与采矿

来源: 宏利, Carbon Delta

## 热带气旋

表格26: 宏利依据热带气旋风险敞口的行业排名

排名	亚洲股票投资组合	加拿大股票投资组合
1	多元化的电信	石油、天然气和消费型燃料
2	银行	资本市场
3	电子设备	银行
4	石油、天然气和消费型燃料	食品与主食零售

来源: 宏利, Carbon Delta

## 面临最高程度气候风险的公司

在亚洲股票投资组合中，未加权VaR最大的两支证券都属于国有企业。第一家是水泥公司，水泥行业是全球碳排放量最大的行业之一 (Harvey, 2018)。然而，目前还没有一种替代品能与水泥的耐久性和强度相匹配，这意味着该高气候风险行业相对不受市场竞争力量的影响。第二家公司位于下游油气市场。根据全球环境信息研究中心 (CDP) 最近发布的一份报告，该公司在高温热浪和沿海洪水方面承受着最高程度的实体危害风险 (Fletcher, Crocker, Smyth, Marcell, 2018)。

加拿大股票投资组合中VaR最高的两家公司分别位于油气行业和重型设备服务业。在第一家油气公司中，气候转型风险占据了绝大多数的气候风险敞口，其中一小部分被技术抵消。随着碳价格开始上升，该公司面临着石油生产是否会继续盈利的风险。第二家公司是一家涉足油气和采矿业的工业公司。该公司的主要风险在于需求的稳定性，因为它涉及多个行业。随着时间的推移，碳排放成本可能会上升，迫使该公司面临服务需求下降的较高可能性。

## 将气候风险管理融入投资流程

气候变化带来了一系列复杂的投资考量，这些可能会影响公司的盈利能力。所有行业的公司都面临气候变化带来的转型风险和实体危害风险，这些风险可能以不同的动态方式体现出来。宏利投资管理认为，那些最为积极主动降低气候风险的公司将很可能成为最具韧性的公司。无论采用何种策略，增强对气候风险的韧性将是公司董事会和高管的一项重要任务。

因此，我们相信，随着时间的推移，投资组合中的气候风险评估将变得愈发重要。涵盖使用不同升温假设的情景分析会对公司估值产生巨大影响。宏利投资管理希望在尽职调查和投资决策过程中，融入对碳排放和气候变化影响等ESG因素的评估。有证据表明，某些行业将更容易受到气候转型风险和/或实体危害风险的影响。根据这一结论，**我们与企业建立了沟通，以加深我们对其气候缓解战略的理解，并鼓励企业增强对气候风险的韧性。**同时，我们还应从那些将自身定位为行业颠覆者并促进向低碳排放模式平稳过渡的公司中寻求增长机会。最后，我们通过公司对话和协作沟通倡议支持与被投对象沟通活动，<sup>30</sup>并通过管理层提案或股东决议的形式**寻求支持旨在减缓气候风险或支持公司适应气候变化的代理项目。**

30. 宏利投资管理是气候行动100+指导委员会成员，这是一项由投资者牵头的为期五年的倡议，旨在与全球经济中具有系统重要性的温室气体排放者和其他公司展开积极沟通，这些公司往往面临重大机遇，可以推动清洁能源转型，助力实现《巴黎协定》目标。投资者呼吁企业改善气候变化治理，减少碳排放，加强与气候相关的财务披露。详情请参阅：<http://www.climateaction100.org/>

## 北欧银行 (NORDEA) : 延迟的政策响应

北欧资产管理 (Nordea Asset Management) 是北欧地区最大的资产管理公司之一, 目前管理的不同资产类别价值2,050亿欧元。北欧资产管理的使命是通过积极管理和全面风险管理提供负责任回报。将气候风险和其他可持续性风险纳入投资决策至关重要, 公司在向低碳经济转型过程中可能面临不必要的风险敞口或错过相关机遇, 因此忽视这些风险会对投资绩效产生负面影响。因为我们支持TCFD建议, 北欧银行与其他投资者一道加入了UNEP FI 投资者试点项目, 并希望通过情景分析为开发气候相关风险评估工具作出贡献。

### 政策响应延迟

旨在将全球升温幅度限制在不超过工业化前水平2°C的全球政策响应在可预见的未来貌似无法实现。因此, 我们探讨了如果应对气候变化的政策响应能够在五年内实现, 那么潜在的成本曲线将会是什么样子。我们还将此成本曲线与当今符合2°C情景的政策响应进行了比较, 除此以外, 还针对BaU情景进行了考察。本案例研究中提供的所有数据均假设政策响应符合2°C的情景。至于这个目标本身能否实现则不是本案例研究的范围。

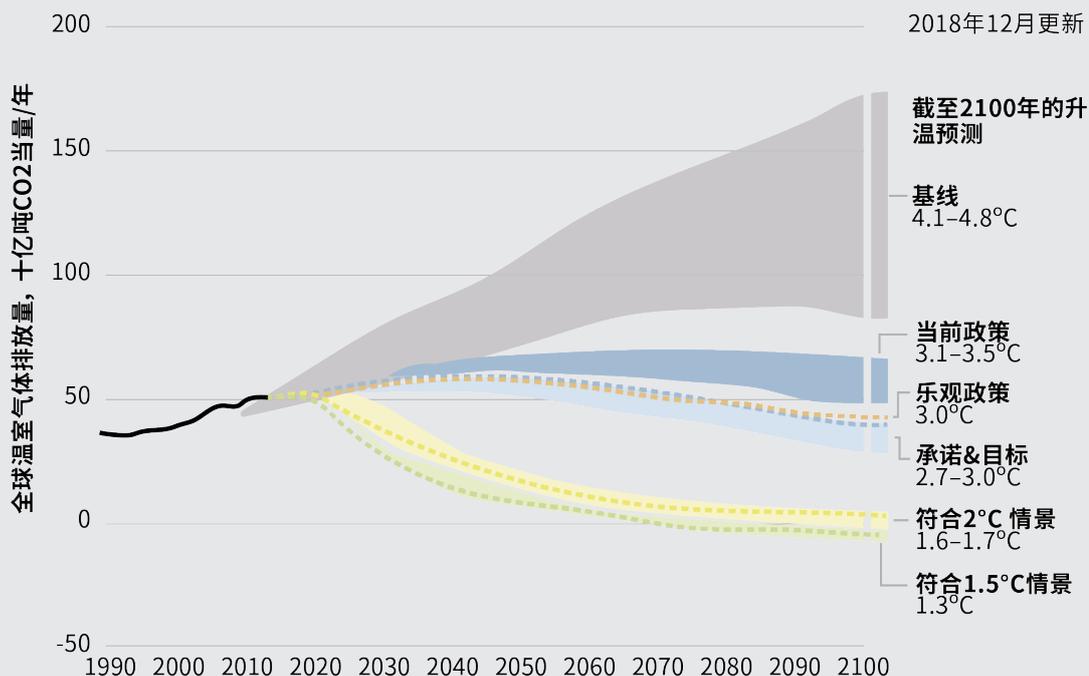
我们在“延迟政策”响应下使用Carbon Delta 方法, **结果发现政策实施越晚, 成本越高, 而且还发现不同行业受到的影响存在很大差异。**我们认为, 就情景分析而言, 关注具体行业最为相关, 因为情景分析和其他模型都证实, 各行业面临的气候相关风险并非均等。我们还认为, **行业内不同公司间也存在巨大差异。**

最后, 我们探讨政策风险是否会立即产生影响, 而不是促成平稳渐进的定价。我们认为, 气候政策, 特别是**碳定价相关政策, 将会迅速传导到金融资产。**

### 当前情况: 转型风险可能需要三到五年才能显现

在本案例研究中, 我们尝试在气候变化政策响应延迟的情景下, 对照全球基准使用Carbon Delta 模型进行情景分析。《巴黎协定》的长期温度目标是, 在全球各国自愿承诺的情况下, 在2100年前, 将全球地表均温升幅限制在不超过工业化前水平2°C的范围内。然而, 如下图所示, 展望现行政策并结合各国目前的承诺和目标, 预计目前升温幅度将控制在2.7-3.0°C之间。

图20: 截至2100年的升温幅度预测



来源:气候行动追踪组织, 2019

正如气候行动追踪组织 (Climate Action Tracker) 报告的那样, 很少有国家达到自愿提交的国家自主贡献要求。世界最大经济体美国宣布退出《巴黎协定》。虽然《巴黎协定》并不会因为某一个签署国的退出而受到根本影响, 但我们认为目前的状况表明, 从政策角度看, 气候变化被赋予的重视程度非常高。

在上述背景下, 我们认为, 就其最终涓滴到企业底线的速度而言, 政策框架最有可能超出三至五年的时间范围。正是由于政策响应的这种不确定性, 情景分析才至关重要, 因为相关成本十分巨大。

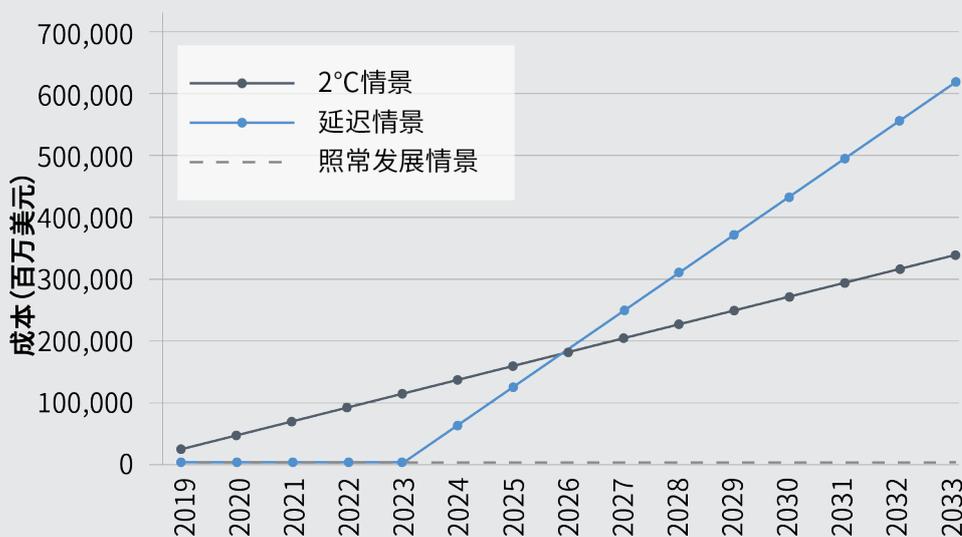
### 延迟的政策响应--成本更高

本案例研究探讨了五年后生效的风险 (此处风险定义为全球基准下的政策响应成本)。我们假设, 2024年全球碳价格将与《巴黎协定》的目标保持一致。在默认情况下, 与当今可靠的政策响应所需框架相比, 全球碳价将在经济脱碳方面触发一个更为激进的政策框架, 图表中所示即为2°C 情景。这一情景由REMIND模型表示, 并假设从今天起, 全球碳价开始生效, 但该情景将其涵盖进来仅作参考。相比之下, 延迟场景使用GCAM模型, 列举符合2°C目标的政策框架, 并在五年内生效。五年后的2°C政策框架代表了实现2°C经济所需的要求, 且与目前实施政策相比, 未来实施成本要更大。IPCC报告 (2018) 还讨论了因为更滞后的政策响应而产生更多成本这一情形。

值得注意的是, 在本次分析中, 我们没有使用包括转型机遇的完整Carbon Delta 模型。我们试图放大监管行动带来的成本。实体环境和技术方面产生的间接成本和机遇也值得单独探讨。不同的政策响应 (或缺乏政策响应) 包括技术和实体方面 (如极端天气事件、海平面上升等) 的不同类型风险和机遇。

### 不同政策倡议的成本曲线

图21: 北欧银行2°C情景和延迟情景下的成本曲线

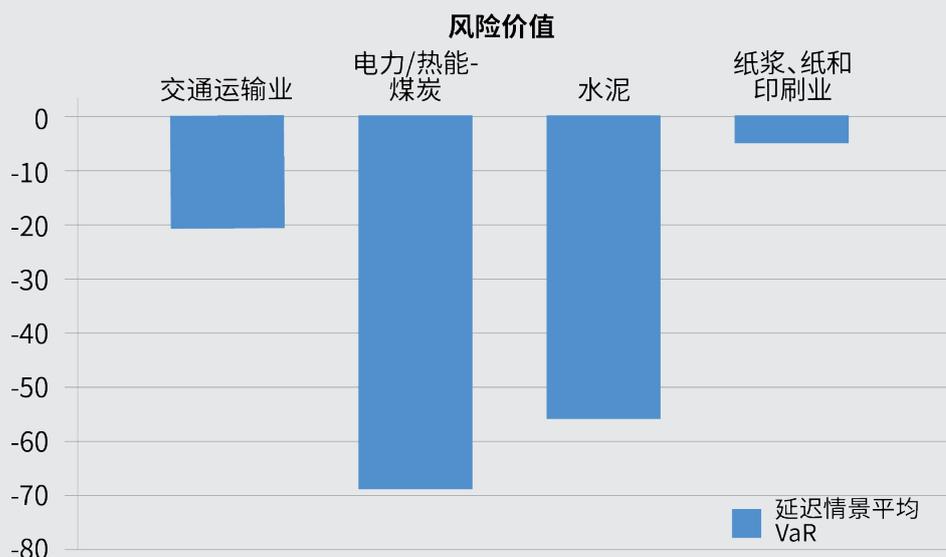


来源: 北欧银行, Carbon Delta

除了2°C情景和延迟情景,我们还加入了一个BaU情景,该场景假设政策风险成本为零。到2033年底(延迟情景),累计成本可能在0美元(BaU情景)到大约3.5万亿美元之间。

延迟情景和2°C情景之间的累计成本差额在未来15年内大约为0.7万亿美元。我们认为,审视BaU情景下总成本产生的不同影响会强烈背离当前的定价。有人可能会说,在没有政策风险的情况下,这是理所当然的。然而,从经济学角度出发,我们认为Carbon Delta 方法的政策风险模块有助于我们理解和阐明结果的分布差异,还可表明政策相关气候变化风险一旦成为现实,则会产生胖尾事件,退一步说,这些事件应该受到监督,其概念也应该得到了解。

图22: 北欧银行不同行业VaR:并非所有成本都在各行业平均分布,有些成本会集中在某些行业



来源: 北欧银行, Carbon Delta

该图显示了全球基准内各行业的加权平均VaR。需要注意的是,我们选择这四个行业仅作说明用途。表格可以粗略地解释为:相对于当前市场价值,缓解气候变化政策给不同行业带来的总成本。Carbon Delta 所模拟的成本额度差异很大,这说明了解主要风险的地理位置十分重要。

### 即时影响还是平稳渐进定价?

气候变化多年来一直是北欧资产管理的重要议题,情景分析的方法/工具对于进一步评估与气候变化相关的复杂风险非常重要。本案例研究以及在不同投资组合中使用 Carbon Delta 工具为进一步评估我们持股额受到的气候相关影响奠定了基础。

我们认为,由于金融市场反应迅速,符合2°C情景的政策反应不会是一个平稳和渐进的过程,在这个过程中,投资组合可以重新平衡,但至少理论上是一个相对快速的将延迟情景所代表的整个成本曲线纳入进来的过程。值得强调的是,从投资者的角度来看,此处存在金融资产风险。

我们要强调的是,Carbon Delta 的政策风险模块使用了许多假设,其中有些假设更为现实,有些则不太现实。例如,模型中**潜在的改进可能包括成本转嫁分析**,这将在一定程度上减少估计误差。然而,从总体上看上述情景的影响突出了总体情况,有助于我们确定气候变化风险管理和积极所有权活动的重点领域。这可能会促使企业重新评估气候风险管理的重要性,并围绕这些风险进行适当披露。

本案例研究要强调的最后一点是,除了上文提到的成本转嫁潜力外,Carbon Delta 的政策风险模块目前并未涵盖特定公司在管理气候风险以及丰富不同商业模式以远离碳风险方面的具体努力,该项工作将提供更大的粒度,因此我们强烈建议采取措施,在这个方向上进一步开发模型。

# ROCKEFELLER

## ASSET MANAGEMENT

### 洛克菲勒：将情景分析应用到积极管理策略

洛克菲勒资本管理有限公司 (Rockefeller Capital Management L.P.) 是一家面向全球的投资咨询和资产管理公司，为个人、家庭和信托以及养老金、基金会和捐赠基金等机构提供一系列服务。洛克菲勒资产管理 (RAM) 提供定制的投资策略，以全球各行业为关注重点，并融合深入的ESG分析。洛克菲勒是一家活跃的管理公司，经营做多策略的集中投资组合。2018年，我们将UNEP FI TCFD投资者试点项目中的气候模型应用到公司管理的90%资产。气候变化对于我们核心投资战略的投资组合公司来讲是一个关键沟通议题。

### 气候相关风险和机遇评估的综合性基本方法

RAM 面临的大部分气候相关风险和机遇都植根于其核心投资战略中。投资分析师和投资委员会对参与RAM核心战略的所有投资组合公司面对的气候相关风险和机遇进行评估，不论这些公司的投资目标是什么。每家公司都需要研究、审议并且向投资委员会提交其风险、风险缓解策略和机遇，除此之外还要提交其基本估值的其他要素。首席投资官任投资委员会主席，同时也是公司执行管理团队和风险委员会的成员。

投资组合公司面临的气候相关风险通过自下而上的评估确定，该评估方法考虑了公司过去的排放绩效、未来的减排战略、运营中的监管和实体风险以及需求和技术颠覆对其产品组合的风险。RAM加入了UNEP FI投资者试点项目，通过考虑不同排放路径下不同的监管风险和实体风险气候模型，以此运行我们的假设。尽管我们将该模型应用到RAM管理的约90%资产，但本案例研究中我们将重点放在全球股票策略和全球ESG股权策略的结果上。我们选择这两个策略是因为它们拥有相似的  $\beta$ 值和业绩记录。除了可以加深认识外，我们觉得弄清楚将实体风险和政策风险考虑在内是否会在这两种策略之间产生更多的分散性，或者至少改变我们对其风险状况的看法，这将十分有趣。我们还考虑了全球ESG无化石燃料股票策略的结果，以检验在试点项目模型中，排除能源行业价值链究竟有益还是有害。

### 模拟政策成本：全球股票策略 VS 全球ESG股票策略 VS 全球无化石燃料股票策略

本模型中各情景的差异本质上是为了确定政策风险及其成本。CVaR结果与我们的预期相对一致：我们的全球ESG无化石燃料股票策略在1.5°C和2°C情景下的表现都要优于全球ESG股票策略和全球股票策略。这主要是由于全球ESG无化石燃料股票策略排除了能源行业价值链，如果不将其排除的话，能源价值链在这两种情景下将面临最繁重的监管压力。全球ESG无化石燃料股票策略不包含化石燃料的生产商、炼制造商、运输商或供应商，而且排除了利用不可再生资源发电的公用事业公司，因此其CVaR为-1.1%。

表格27: 洛克菲勒资产组合CVaR结果比较

资产组合名称	全球ESG无化石燃料股票策略	全球ESG股票策略	全球股票策略
资产组合VaR	-1.1%	-1.4%	-2.6%

来源: 洛克菲勒, Carbon Delta

正如预期那样, 全球ESG股票策略的CVaR (-1.4%) 低于全球股票策略的CVaR (-2.6%)。由于碳足迹是该模型下政策风险分析的基础, 我们可以注意到全球ESG无化石燃料股票策略和全球ESG股票策略相对于全球股票策略的韧性。相对于全球股票策略和基准, 全球ESG股票策略对能源和公用事业股票的配置较少, 因此上述结果属意料之中。此外, 符合全球ESG股票策略的所有能源和公用事业公司必须制定减排目标和减排计划, 并且展示达到或超过减排目标的记录。

然而, 尽管全球ESG股票策略的碳足迹比全球股票策略低35%, 但却仅比全球ESG无化石燃料股票策略高20%, 尽管全球ESG股票策略持有高能源公司权重。深入分析, 我们可以理解其中的原因: 依赖于范围一排放数据作为政策风险评估的基础。

**无论是对于全球ESG股票策略还是全球股票策略而言, 能源公司在绝对或投资组合加权基础上并不构成大多数政策风险。**由于该模型只考虑范围一排放, 取决于公司价值链上的碳消耗方式, 因此该模型存在行业偏见。材料行业公司的大部分排放属于范围一排放, 而能源和交通运输业的大部分排放被视为范围三排放。因此, 在三种策略的绝对层面和投资组合加权基础上, 材料行业的政策风险最高, 其次是全球ESG股票策略中的交通运输和能源行业, 其中能源行业在全球股票策略中位于公用事业和交通运输业之后, 排名第四。

依赖当前范围一排放来确定一家公司的前瞻性排放轨迹时, 会突出模型中的一个缺口, 这与我们自己的基础研究相冲突。碳足迹是一个回顾性指标, 因此可能需要更多前瞻性的细节来更准确地量化政策风险。在本案例中, 行业的内在和宏观背景是至关重要的考量。例如, **虽然材料公司需要升级其运营模式, 远离化石燃料发电和供热, 但能源公司必须得彻底改变其商业模式。**这一动态清楚地表明能源公司面临着更大的内在风险, 因为改变整个商业模式需要的投资远远超过仅仅改变运营基础设施(如窑炉和发电厂)所需投资。此外, 与可再生能源和电动汽车取代化石燃料的潜在需求相比, 对水泥等材料的需求不太可能受到新兴技术的影响。

### 基础研究的重要性

更深一步讲, 我们自己的评估得出的结论是, 我们持有的材料公司股份的碳政策风险状况差异显著, 而该模型却显示出类似的风险和企业价值数据。举个例子: 我们持有两家水泥公司的股份, 虽然它们属于同一子行业, 但我们认为**一家水泥公司的风险明显高于另外一家。**一家公司将其80%以上的研发预算用于开发低碳替代品, 并设定了一个符合2°C情景的科学减排目标, 但另一家公司历来没有完成其减排目标。虽然一家公司已将碳减排纳入其核心运营指令中, 但另一家公司尚未做出这方面的资产配置决策, 且其高层似乎也未将这一问题纳入战略决策中。这类信息是我们通过与两家公司高管频繁会面以及与运营部门负责人一道进行实地考察而获得的。目前模型中尚未反映此类分析, 导致两家公司的政策风险和企业风险相对符合所有情景。

## 实体风险:全球股票策略 VS 全球 ESG股票策略

鉴于目前大气中的排放浓度将决定2035年之前的气候状况,因此不同情景下的实体风险估值应该不会有太大变化。但有趣的是,全球股票策略和全球ESG股票策略中的实体风险非常相似。沿海洪水和高温热浪构成了这两种策略中的主要实体风险。然而,这一分析确实提出了一个问题,即“企业极端天气成本”指标,该指标估计了修复某些实体风险造成的损害所需的合理成本。在这两种策略中,企业极端天气成本最高的是一家在北美经营药店的消费者健康公司。由于该公司受到高温、大风和飓风带来的洪水的影响,因此该模型已经确定其每年面临的极端天气成本最高。有趣的是,在全球股票策略和全球ESG股票策略中企业极端天气成本排名前十的公司里,分别有70%和60%的公司拥有数千个零售区位。

这就提出了一个问题:修复零售区位所需的实际成本与修复所需的成本和时间之间的关系,例如,半导体生产商需要更换昂贵的定制工业机械的所需的时间和成本。此外,还需要考虑收入中断的风险。尽管一家公司可能拥有较少营业地点,这会降低极端天气事件影响其运营的可能性,但也可能增加极端天气事件导致制造供应链关键部分中断或需要花费数亿美元重建资本设备的风险

尽管模型中存在这一缺陷,但当我们与投资组合中的公司就应对极端天气事件的韧性规划进行沟通时,实体风险数据点将有助于推动整个流程。

### 投资影响

这一过程给RAM提出了几个关键问题:我们今天是否应该进行投资,为未来不太可能出现的政策情景做好准备?气候波动性上升对全球市场构成了系统性风险,我们是否应该在政策滞后的情况下进行投资以降低气候变暖轨迹出现的可能性?实际上我们能否两者兼得?

**我们十分肯定的是,推动高排放行业脱碳可能比撤资更有效。**这既有助于减少大气中的碳含量,也有助于将碳定价计划带来的监管风险降至最低。如果1.5°C和2°C情景的发生概率增加,那么积极管理的灵活性将让我们利用相关机遇。不管怎样,该模型生成的实体风险和政策风险值可以使我们与投资组合公司进行更精确的沟通。

### 积极管理公司和集中资产组合面临的挑战

洛克菲勒研究方法的核心是与公司密切合作,努力了解其应对气候变化的风险管理方法,包括排放目标设定、与能源或减排相关的报酬、提高效率的资本支出、可再生能源采购目标以及向低碳密集型项目的资本分配等。该模型中的一个重大缺陷是它没有提供空间来协调从这类研究中收集到的信息与从数据集中得到的假设。该模型的后续迭代应包括预测未来排放轨迹的方法。这些预测可以进行调整,以反映公司的减排承诺,而不仅仅是政策风险。

在集中投资组合的财务建模方面,积极管理公司还面临另一个问题。洛克菲勒核心投资战略中的每家公司都会根据我们分析师定制的专有模型来进行估值,这些模型具有不同的假设、视角和贴现率。当前模型不允许调整用于确定终值的WACC或贴现率。因此,当对未来价值存在分歧时,很难将风险的大小嵌入到公司的未来价值。将全体模型应用于估值并不完全符合我们作为积极管理公司的需求。

洛克菲勒的分析师定期与我们投资组合公司的经理交谈,以了解不断变化的环境给他们的业务带来的一系列问题。对话的一个重要部分是给股东施加压力,推动其工

作进程, 倡导更积极的减排目标, 以及鼓励他们建立所需的内部管理结构, 以便在气候问题上取得实际进展。在这方面, 模型中的基础数据将非常有用, 因为我们可以使用不同风险指标和企业估值来更好了解公司对自己面临的风险所做的假设。

考虑到关于排放轨迹以及1.5°C和2°C情景的推测即将实现, 洛克菲勒将很难在没有进一步定制的情况下将总CVaR实际应用于投资目的。然而, 我们希望通过此次研究可以与我们的投资组合公司讨论分析结果, 鼓励它们按照联合国TCFD建议指南进行类似的政策风险和监管风险建模。RAM希望这一做法能够深化公司与其投资者之间的对话, 并鼓励在整个公开市场上系统地披露气候风险和机遇。



## ADDENDA资本：情景分析和披露的真正好处来自于过程本身

Addenda资本是一家总部位于加拿大的投资管理公司，提供涵盖股票、固定收益和商业抵押贷款的广泛投资策略。Addenda的可持续投资方法侧重于将ESG问题纳入其所有投资流程，以提供更高质量的投资组合。Addenda多年来一直在其投资流程中考虑气候相关问题。例如，自2009年以来，我们一直是CDP气候协议的签署方，2015年，我们签署了蒙特利尔碳承诺(Montreal Carbon Pledge)，并且是加拿大第一家公开披露其所有股票基金碳足迹的投资管理公司。我们很高兴看到2015年TCFD建立起来，而且一直利用其最新建议来指导我们的内部经营活动以及我们与所投资实体展开的沟通。我们加入了UNEP FI TCFD 投资者试点项目，以便提升我们的实践和披露。

### 准备自身披露能促进内部行动

Addenda资本加入试点小组时还承诺向利益相关方提交一份报告，记录我们如何识别与管理气候相关风险和机遇的过程，以此落实TCFD建议。这一承诺意味着Addenda所有的投资团队都应熟悉TCFD 建议。每个团队都有机会反思其现有的投资流程和气候相关考量，其中某些团队反思更加深入。通过反思，我们更加了解其他投资者如何发展应对气候变化的思维方式，这促使我们改进自身实践，并确定今后要发展的新方法。

一个非常有用的实践是，我们的可持续投资团队与公司旗下的一个投资团队的成员会面，审查TCFD建议，并讨论该投资团队的投资流程如何落实披露建议中列出的行动。在这项实践中，我们将每个团队视为TCFD 建议核心的“组织”，并讨论团队当前的活动，分享试点项目小组正在进行的情景分析工作，分享其他投资管理公司基于TCFD建议进行披露的案例，并讨论了可能的改进之处。在这些互动之后，我们将活动记录下来，并准备能够向客户和其他利益相关方进行披露的内容。

我们正在考虑的某些气候相关工具和/或流程改进需要更长的时间才能实施，但其余部分的流程改进实施速度很快，因为我们的投资团队看到了其潜在价值，而且它们相对容易实施。一个小案例是我们制定和使用了一个快速参考指南来考量气候相关风险、风险的时间框架和需要考虑的相关开放性问题。这本简短的指南帮助我们的投资团队弄清了气候相关问题，并将气候因素与财务和投资绩效的驱动因素联系起来。

### 情景分析并不完美，但它的每次发展都会让我们收获新知

Addenda 加入了UNEP FI 投资者试点项目，希望与一大批经验丰富的投资者合作，并获得一名专家顾问来帮助我们进行情景分析，以此帮助提高整个行业对TCFD建议(包括情景分析)的理解和实施能力。不幸的是，我们还没有建立一个统一的行业方法，但

通过与其他试点项目投资者和Carbon Delta 合作,已经提高了我们对情景分析的理解,不论是将其应用到我们自己的投资流程中还是理解我们的所投资实体。

在我们继续发展自己的情景分析方法的过程中,无论是与Carbon Delta 合作了解其在试点项目开始时使用的方法,还是在方法改进过程中与Carbon Delta 和其他试点项目投资者合作,都可以给我们提供大量信息。例如,在我们考虑如何向低碳且具有气候韧性的社会转型时=以及转型会给国民经济及其行业带来何种影响时,可以考虑一些有用的宏观经济估算,例如基于国家自主贡献的全球和国家温室气体轨迹估算和相关的碳价格估算。考虑到碳价的演变、实体影响的表现形式以及经济在不同情景下的表现,这些都是有用的实践,随着我们对其理解加深,相关工具不断发展,我们还将重复这些实践。

将这些高级别估计和情景输出转化为针对特定公司影响的方法还不太成熟。我们的分析揭示了一些方法上的挑战,例如估计一家公司将碳成本转嫁给其客户产生的影响,或确定其解决碳成本最佳的运营和资本支出组合。我们还未能量化地解决这些挑战,但我们已经能够在分析企业如何应对气候变化时考虑到这些问题。

通过对气候情景分析的挑战和局限性进行研究,为我们分析被投资公司所做的气候相关信息披露提供了启发。我们更愿意就公司正在做出的关键假设提出问题。例如,在审查能源公司提出的情景时,我们可以通过燃料输出特性来评估每个情景中经济增长和能源消耗的说服力。

### 宝贵的实践

总之,发展自己的气候披露并加深对气候情景分析的理解有助于我们改进自己的流程和分析,并帮助我们为投资伙伴创造长期价值。



## DNB:投资组合情景分析和公司沟通

DNB集团是挪威最大的金融服务集团，DNB资产管理 (DNB AM) 是DNB集团的全资子公司。DNB AM是北欧地区领先的资产管理公司之一，为机构、高净值个人和零售客户管理约690亿美元<sup>31</sup>的股票、固定收益、多资产投资策略和另类投资策略。我们提供主动和被动的管理策略，业务范围涵盖挪威、北欧、全球发达市场以及新兴市场。

多年来，气候变化一直是DNB AM的长期关注领域之一，因为我们认识到，气候问题会对公司价值产生实质性的正面或负面影响。我们的目标是，着眼长远，为实现《巴黎协定》目标作出有意义的贡献，有效管理低碳经济转型中出现的风险和机遇。实现气候变化目标的核心是获得高质量的数据，并将其应用到我们的投资决策过程中，也就是所谓的ESG整合。因此，TCFD建议作为提高气候报告透明度和质量的信息披露框架倍受各方欢迎。这些建议和情景分析工作提供了一种系统的结构方法，并在投资组合层面上描述和传达气候风险和机遇。投资者试点还致力于培养应对气候变化财务影响的能力。

### 当前的投资者沟通

我们定期与挪威和国际投资者就气候变化问题进行广泛沟通。我们的气候战略概述了我们的期望、沟通方式以及排除公司的时间。

作为积极沟通工作的一部分，我们正与其他挪威投资者一道执行TCFD 建议，我们已经或即将会见一些位于较高气候相关风险和机遇行业（如能源、材料、交通运输、食品饮料、海产品和银行业等（大多位于北欧））的挪威公司。通过这项工作我们可以向公司传达对于投资决策过程有用的指标输入，正如我们在气候变化期望文件中所述。这种沟通还可作为收集信息的渠道，以确定公司为缓解气候相关风险和机遇所做的准备及其战略方向。

国际投资者的气候变化沟通工作包括我们加入了气候行动100+。这项由投资者牵头的五年计划针对全球最大的100多个温室气体排放者和其他全球公司，旨在改善气候变化治理、控制排放以及加强气候相关财务披露。作为Equinor和马士基的合作投资者，我们与这两家公司进行了富有见地的沟通。我们高兴地看到Equinor在情景分析工作方面继续处于世界领先地位，马士基最近也承诺到2050年前实现碳中和（不包括碳抵消）。此外，我们还参与了几次由UN PRI领导的在甲烷排放和森林砍伐（促进可持续棕榈油、大豆和牛）方面的投资者合作项目。

TCFD试点项目是对我们当前努力积极沟通的补充，这提供了一个机会让我们使用定量指标来压力测试我们对公司的了解，而以前的沟通则主要依赖定性评估。

### 量化结果评价

作为情景分析方法开发过程的一部分，Carbon Delta分析了我们的DNB Norden Indeks投资组合。这是一只被动管理的股票基金，密切追踪其基准VINX。与我们提供的所有

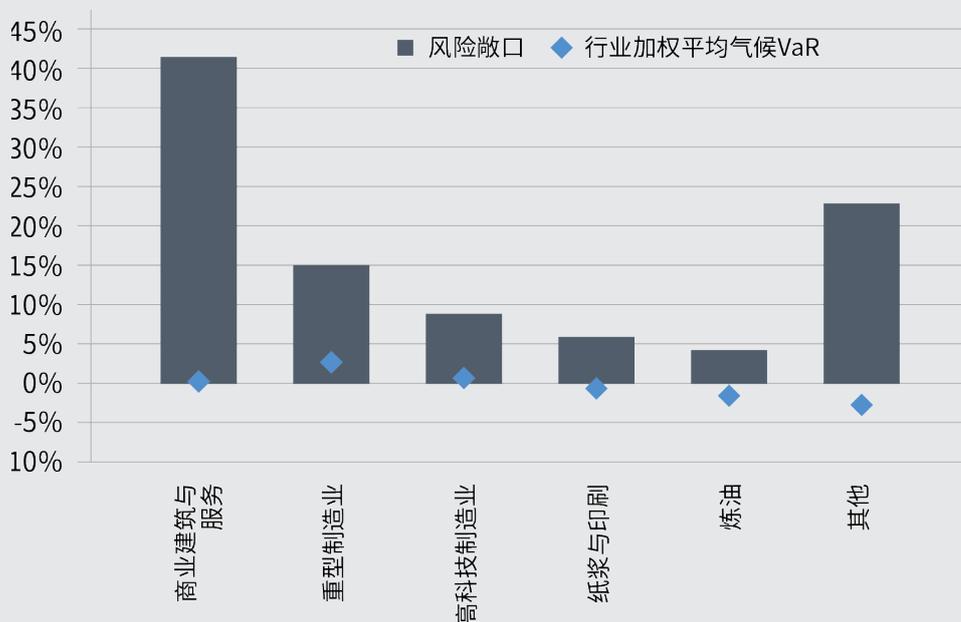
31. 截至2018年12月31日。

基金一样，不符合DNB集团负责任投资标准的公司将从基金中移除。我们选择该基金进行分析，是因为我们希望评估一个广泛的投资组合结果，且该投资组合投资于我们有详细的公司和行业知识的市场，这样我们能够更好地评估结果的准确性。我们希望进一步检查北欧中大型公司的数据覆盖情况。

除此之外，我们还测试了该工具中的四个投资组合：包括一个全球固定收益基金和三个可持续发展主题的气候倾向的基金。我们的目的是测试我们的气候策略是否如工具所预期的方式执行。与我们的预期一致，三种可持续发展策略的总CVaR均为正值。我们还观察到使用正向筛选策略的CVaR较高。尽管如此，我们本应预计到我们投资于气候解决方案股票基金的积极贡献率会更高。由于技术机遇是通过低碳专利获得的，因此这种积极影响可能被低估，而且可能无法准确反映出可再生能源和能源效率等“绿色”产品和服务的积极贡献。这就突出了一个潜在的改进点，即我们希望看到更多的公司为低碳经济转型做出积极贡献。

### 本案例研究中所列结果仅适用于NORDEN INDEKS基金

图23: DNB投资组合、情景和结果信息



注:情景信息:2°C情景, REMIND模型(一般), 综合 VaR: -0.7%

来源: DNB, Carbon Delta

阐释结果需要首先了解投资组合的总体高层次特征，即行业和国家在创收方面的风险敞口。此外，还需要对潜在资产进行深入了解，包括其商业模式和区域风险敞口等因素。我们利用Carbon Delta 的基础数据和公司简报深入研究了公司结果，以此弄清结果背后的驱动因素。

情景分析结果表明，在2°C情景下，投资组合受到的负面影响相对较小，总CVaR为-0.7%。投资组合的数据覆盖率很高，Carbon Delta 的数据覆盖了95%的持股。

投资组合层面的结果相对于其他投资组合及其采用的策略而言是合理的。任何意料之外的结果都会出现在公司层面。例如，其中一家风险敞口最大的公司是挪威的一家养鱼公司，据估计，该公司的风险高于几家航空公司。考虑到两者所属的不同行业，这个结果非常令人惊讶，但在进一步调查中我们发现，养鱼公司的范围一排放估值过高，因此其风险也较高。这些排放估值明显高于航空公司的排放量。Carbon Delta的方法依赖于自上而下的数据估值，这增加了工具中可用的公司总覆盖率，因此该方法十分

有益。然而，这种方法的一个弱点是，在某些情况下，准确性可能会受到影响。由于未考虑范围二和范围三排放，该方法对范围一排放的依赖可能无法完全捕捉到公司之间的细微差别，因此可能无法反映完整的公司排放情况。同样，公司故意避免的排放也没有考虑在内。我们认识到，目前还没有一个标准的计算方法。在数据估值与自报数据大不相同的公司沟通情况中，该模型对排放估值的依赖甚至可能适得其反。公司可能开始质疑其向投资者报告数据的价值以及情景分析的有效性。**理想情况下，我们希望看到公司利用这一点作为动力，报告他们目前没有报告的排放量。**此外，投资者的作用是向公司传达有价值的报告渠道。

此外，该方法将养鱼公司列入碳密集型农业。由于农业公司（例如肉类生产商和养鱼公司）的排放情况差异很大，因此有必要在模型的未来迭代中使用更细粒度的行业细分来进行区别。通过试点建模工作，我们了解到，在可能的情况下，将自报公司排放量与自上而下的总排放估值进行比较十分有用，这将有助于分析师依照行业基准来了解公司。

### 情景分析结果是有用的公司沟通工具

我们将投资组合情景分析的初步结果视为分析公司准备情况并与其沟通面临的转型风险与实体风险和机遇的重要基础。与公司沟通将提高投资者对气候报告重要性的认识，使我们能够传达有价值的报告渠道和指标。我们鼓励那些尚未披露或尚未建立流程的公司开始披露，以提高披露透明度，并避免其影响被建模。对于那些已经开始披露信息的公司，我们希望确定我们的结果与公司自己的评估结果相比是否存在任何重大差异，并了解导致这些差异的原因。例如，不同的方法、限制和假设可能会导致此类差异。了解不同的情景分析方法可能会发现新的更好方法来进行投资组合情景分析，或基于特定行业考量的分析。

了解并采纳沟通结果将是我们内部进行公司评估的有用额外投入，并且对于意义检查与情景分析结果验证十分必要。与公司沟通提供了一种系统化的方法来评估公司层面结果，这有助于我们收集更多信息，并清楚地向公司传达气候报告的重要性。这些数据将作为进一步分析与估值的输入用于投资流程，估值时主要考虑公司受到的气候相关风险和机遇影响，最终以此指导投资决策和投资组合建设。



## INVESTA: 确定未来房地产评估的指标

### INVESTA和气候风险

Investa是澳大利亚商业办公楼的长期所有公司和管理公司, Investa所依赖的澳大利亚的城市韧性和的生活系统(如公共交通和医疗保健)是公司面临的实质性关键运营风险。

自2012年以来, Investa一直与澳大利亚抗灾与安全社区商业圆桌会议(Australian Business Roundtable for Disaster Resilience and Safer Communities)合作,以提高房地产行业对韧性风险和必要减排投资的认识。Investa在其碳减排战略 - “归零”中阐明,公司旨在扩大其影响范围,以涵盖投资者和更广泛的社区。

令人高兴的是,TCFD将围绕实际资产的韧性以及最终相关的金融风险敞口的直接对话成为可能。2018财年期间, Investa直接邀请投资者评估TCFD报告的预期和最佳实践方法。同时, Investa与UNEP FI投资者试点项目合作应用气候变化情景,来评估关键实质性风险和相关的金融风险敞口。结果表明, Investa的投资组合能够很好地缓解已识别的转型风险,但我们还需进一步工作来评估那些已评估投资组合所面临的实体风险(主要包括河流洪水和热浪)。

### 量化所拥有的全部资产的气候风险

为确保从对该项目的洞察中获得最大收益, Investa 将其拥有与管理的全部资产提交给UNEP FI进行分析。这是因为公司认识到气候变化对公司整个投资组合都构成风险,而不仅是危害特别脆弱的外围资产。提交分析的资产位于悉尼、布里斯班、墨尔本、珀斯和堪培拉。

Investa 在应对气候变化以及碳报告方面拥有傲人的业绩,自2004年以来,公司将所有资产(无论其绩效如何)纳入年度环境绩效报告中。在此期间, Investa的碳排放强度降低了61%,这一巨大成果表明了公司有能力积极缓解其投资组合对气候的影响。

### 较旧资产具有风险但通过投资也可以获得很强的效率收益

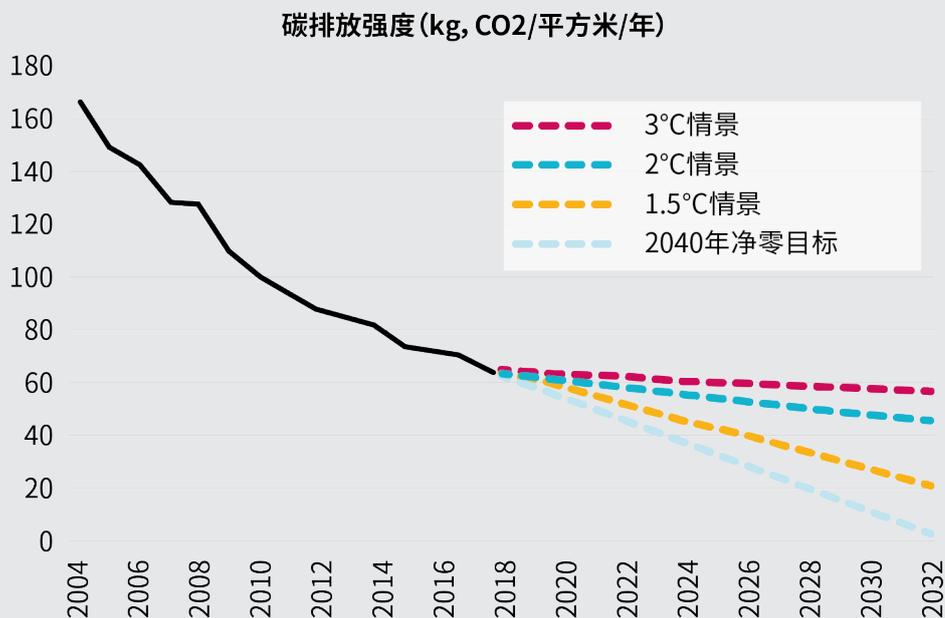
Investa具备实现1.5°C减排要求的能力。2016年,该公司制定了到2040年前实现净零排放的减排目标。

令人高兴的是, Investa在监测和管理碳排放方面拥有出色的业绩,因此其投资组合能够很好地应对气候变化带来的转型风险。考虑到Investa得到认证的2040年净零排放科学目标是到2033年,将其投资组合范围内的排放强度指定为20.72 kgCO<sub>2</sub>/平方米/年,且使其符合3°C情景和2°C情景的规定范围,这样便可以将应对工作最佳量化。具体如下图所示。

在3°C、2°C和1.5°C情景下分别绘制整个投资组合到2033年前达到目标排放水平所需的(线性)减排量(如下图所示),结果表明,如果持续当前4%的年度减排轨迹

(与历史减排一致), 则Investa的投资组合完全有能力完成这些减排。自2015年设定2040年净零排放目标以来, Investa投资组合目前(依据2018年数据集)比达到该目标所需减排量提前了1.6%的进度。

图24: 不同温度情景下Investa的历史排放表现和预期排放轨迹



来源: Investa

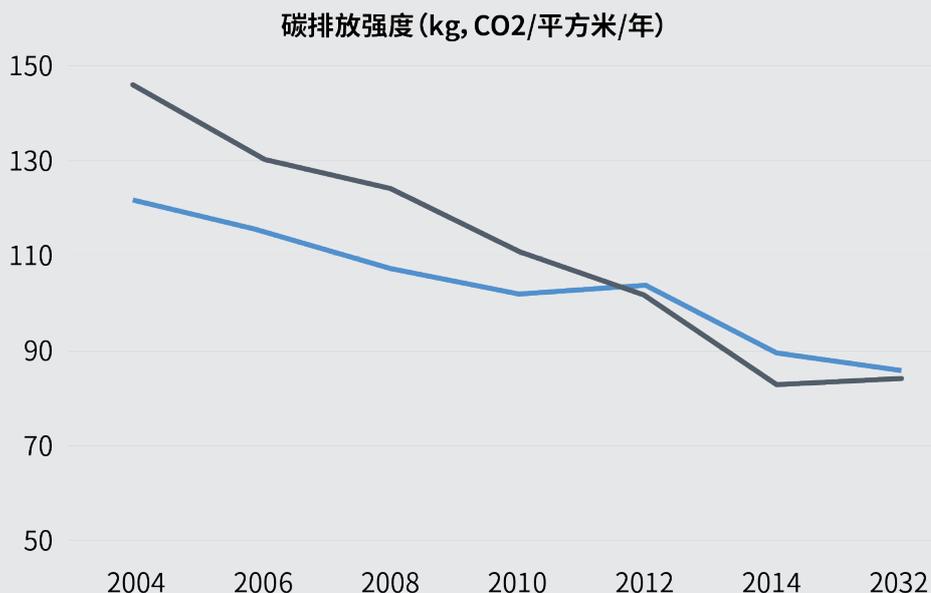
鉴于在3°C和2°C情景下, Investa的投资组合可以克服转型风险, 因此其投资组合在1.5°C情景下面临最大的转型风险。

若将提交评估的28项资产置于1.5°C情景下, 则其总价值的0.21%将处于风险中。要注意的是, 这一量化风险仅代表1.5°C情景下的转型风险, 不包括实体气候风险。

在1.5°C情景(0.211%的总资产价值)下, 85%的总VaR源自Investa投资组合中的较旧资产。这是因为这些资产拥有较古老的建筑技术形式, 因此不像新资产那样节能(和低碳)。尽管如此, 我们仍采取措施确保减轻这些较旧资产的风险敞口。

即便是两大碳密集度最高资产, 其能效措施在过去两年中也分别实现了42%和29%的减排, 如下图所示。虽然这两种资产是投资组合中碳密集度最高的资产, 但如果专业的房产管理团队能够继续当前进展, 并将其保持到情景分析模拟的2033年, 那么1.5°C情景下的转型风险将得到缓解。

图25: 2012财年至2018财年间 Investa两类碳密集度最高资产的减排量



来源: Investa

### 改进转型风险模型

纳入范围三排放可能会改进转型风险建模。范围三排放的测量更加复杂,减排也更难实现。然而,采取实际行动应对气候变化需要对整体运营的碳足迹保持警惕。科学碳减排目标倡议中基于行业的方法要求测量和减少范围三排放,以实现已经批准的目标。

Investa将继续监督并与主要利益相关方(包括租户、澳大利亚绿色建筑委员会等行业机构、以及全球房地产可持续性基准和科学碳减排目标倡议等国际机构)合作,以减少投资组合的范围三排放。

### 资产地理位置的重要性

除资产年限外,影响气候变化转型风险易感性的另一个因素便是地理位置。地理差异带来两个重要的区别:

- 当地气候决定了调节资产室内环境所需的工作,因为澳大利亚不同城市的冬天的寒冷和夏天的炎热程度不尽相同。此外,不同城市面临的自然危害也有巨大差别,这就需要综合不同的缓解措施。例如,布里斯班易受飓风和洪水危害;悉尼面临严重风暴事件;墨尔本则经受极端热浪。情景分析显示不同的气象灾害环境会对VaR产生直接影响。
- 除气候环境外,当地能源网络也存在VaR差异。国家能源网的组成结构决定了从地方电网获取能源的资产的碳强度。这是由于各州之间的发电能力不同,某些州更依赖高碳能源,而其他州则更多使用可再生能源。澳大利亚联邦政府环境部每年都会制定全国温室气体核算(NGA)系数, Investa旗下建筑的碳强度是基于此进行计算的。下表列举了用于计算投资组合排放概况的最新NGA系数

表格: 澳大利亚不同城市中Investa投资组合的NGA系数

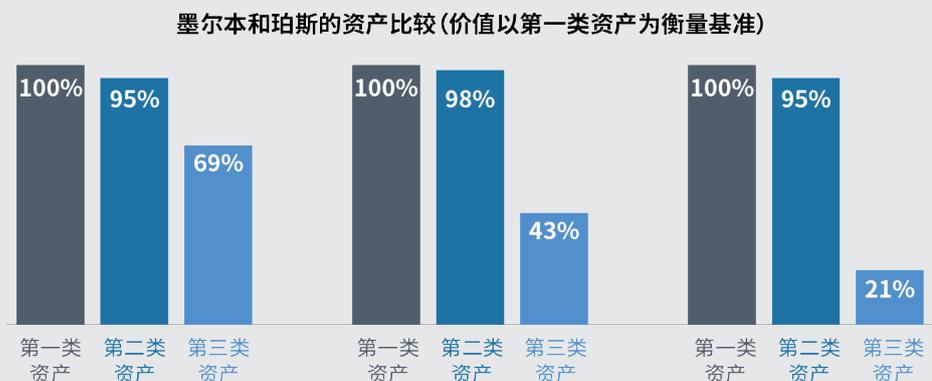
	悉尼	布里斯班	墨尔本	珀斯
排放系数 (kgCO2当量/kWh)	0.83	0.79	1.08	0.70
资产数量	16	6	3	3

来源: Investa

在比较投资组合中三种资产时, NGA系数的影响被强调出来。这三种资产有相似的特征: 它们是Carbon Delta根据NLA认证确定的三种最大规模资产 (全部超过60,000平方米), 而且澳大利亚房产委员会将其归类为“优质”或“A级”资产。

由于NGA系数的差异, 相对较小的能源消耗差异在比较能源概况时也会导致出现较大差异, 在考量1.5°C情景下的模拟VaR时, 甚至会出现更大差异。

图26: 不同地域中Investa能源强度、排放强度和VaR的差异



来源: Investa

这说明在考虑资产收购和剥离时需要评估投资的地理位置。

此外, 鉴于能源网的性质 (某些情况下资产无法现场发电, 这对于屋顶太阳能范围有限的商业资产来是个大难题), 能源倡导具有重要作用。各州承诺使用可再生能源和低碳能源, 这有利于减少各州地理边界内资产面临的转型气候风险。例如, 下面列出了两种能源强度相似 (但排放强度明显不同) 的资产。

表格29: 不同地域中Investa能源强度与排放强度的差异

	能源强度 (kWh/平方米/年)	排放强度 (kgCO2/平方米/年)
第一类资产	101.99	65.53
第二类资产	102.43	85.93

来源: Investa

出于这个原因, Investa将通过澳大利亚房产委员会等行业机构继续开展重要的宣传工作, 鼓励州政府和联邦政府承诺实施稳定的能源政策, 整合气候政策并降低澳大利亚电力市场的碳强度, 这将有助于减轻气候变化带来的转型风险。

### 地方层面使用的全球分析

鉴于气候风险通常局限于特定地域, 因此需要进行全面的特定资产和特定城市的分析, 以充分确定所面临的气候风险, 特别是实体风险。

虽然UNEP FI投资者试点项目中进行的分析是一个良好的开端, 但要考虑数十个国家和数百个城市中的多个资产类别, 是一个独特的挑战。

鉴于任务的广度, 并非所有的实体气候风险都能按照要求的细节进行评估。仅凭借那些评估过的风险做出的分析缺乏所需的深度, 因此无法恰当预测风险并为其估值。

例如, 由于河流洪水建模十分复杂, 因此房地产模型没有考虑到河流洪水和起伏降水所带来的风险。虽然我们有计划将这些实体风险整合到未来分析中, 但这会使现有的分析不够完整。考虑到布里斯班洪水盛行, 此点尤其令人担忧。Investa位于布里斯班的六项资产得到了评估。

另一个例子分析了高温热浪风险。该分析显示热浪产生的风险有限, 甚至对某些资产产生了积极影响(意味着这些被分析资产所面临的高温热浪峰值正在下降)。这与澳大利亚城市中的生活经验相冲突, 根据联邦气象局的数据, 2018年是有记录以来温度排名第三的年份。将Carbon Delta 的风险评估与当前趋势进行调和很难, 而且Investa的资产所面临的夏季越来越热也越来越长。

因此, 我们将在独立资产/城市层面展开进一步分析, 以考虑目前评估无法涵盖的全部风险, 其中主要是高温热浪和河流洪水。

### 结论: 对范围三排放、河流洪水和热浪的未来评估

UNEP FI推出的 TCFD投资者试点项目分析的初步结果显示, Investa的投资组合有助于应对3°C、2°C和1.5°C 气候情景下的转型风险。尽管1.5°C 情景要求最大限度地减少排放量, Investa宏伟的减排目标和现有的减排业绩将使其投资组合缓解所确定的风险。

资产地理位置是影响气候韧性的确定变量, Investa在评估资产面临的实体风险与转型风险时应该考虑地理因素。

最后, 虽然迄今为止进行的分析只是一个起点, 但 Investa致力于**加强对实体风险(特别是河流洪水和热浪)的分析**, 并扩大转型风险分析范围(纳入**范围三排放**)。



## KLP: 逐步关注气候风险管理

KLP是挪威最大的私人养老金公司,为公共部门以及与公共部门相关的企业及其员工提供安全、有竞争力的金融和保险服务。总体而言,KLP运营的核心是整体上和所有与气候变化相关方面的负责任投资。

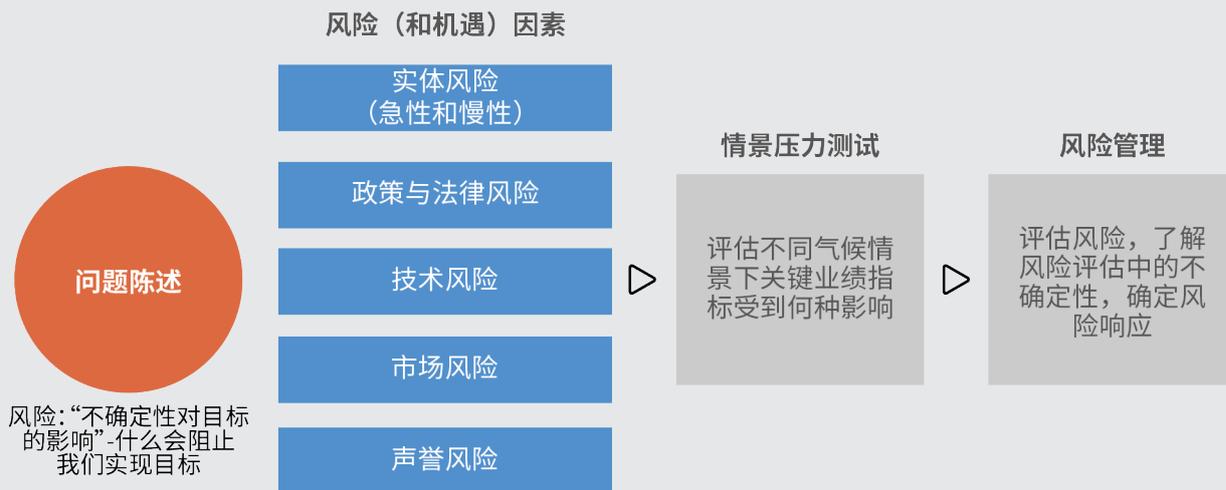
十多年来,气候变化一直是KLP的可持续发展重点议题。由于以前缺乏公司层面的温室气体排放数据和解决这些问题的策略,KLP在十多年前就成为全球环境信息研究中心(CDP)的合作伙伴,这是KLP提高对公司和行业潜在碳风险理解的第一步也是根本性的一步。

2014年,我们实施了针对煤炭密集型发电公司和采矿公司的排除标准。这是因为该标准有可能降低未来的潜在气候风险敞口,并根据限制全球变暖的需要,传达一个可接受商业行为的市场信号。2017年,该排除标准进一步扩大,涵盖了从事沥青砂(焦油砂)领域的公司。在排除这些项目的同时,KLP也增加了对太阳能和风能等可再生能源项目的直接投资。目前,KLP对**可再生能源的投资是石油和天然气投资的2.5倍**,我们的目标是在2018-2022年间每年增加10亿美元的绿色投资。在产品方面,我们为无化石燃料抵押贷款和储蓄产品提供绿色信贷。

2018年,我们根据TCFD建议设计了分析方法,从而启动了气候风险筛选流程。该分析方法的目的是发展我们公司内部的气候变化应对能力,以便以切实有效的方式识别、评估和整合公司经营与战略中的气候风险。KLP参与到UNEP FI的TCFD试点小组中,为这一内部项目提供指导。

该项目还将成为我们2018年年报中第一份TCFD报告的基础,并为未来几年的气候风险工作提供路线图。

图27: KLP的气候风险评估方法架构根据TCFD建议形成



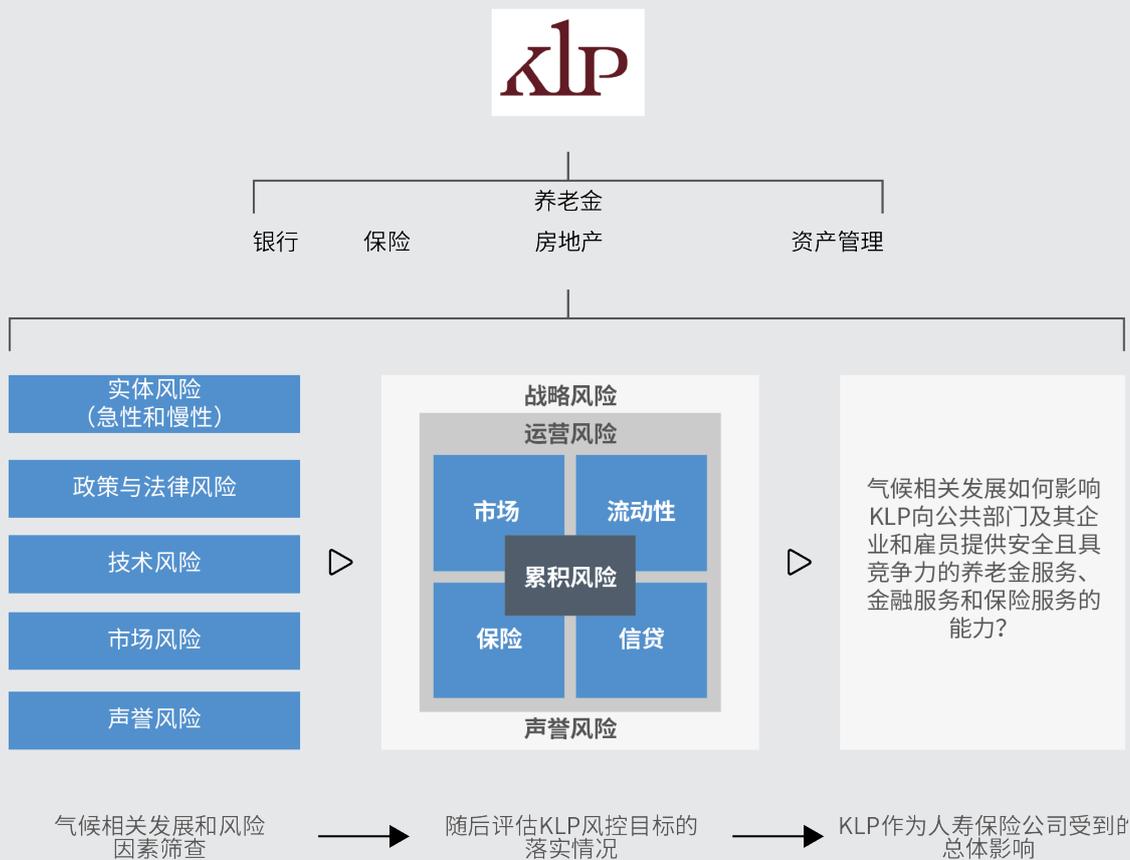
来源: KLP

“风险筛查”一词是指确定因气候相关发展而出现和/或变化的重大风险因素，换言之，是指实体气候和天气相关条件以及面向低碳或零碳经济的政治、社会和技术转型。

我们的风险筛选方法包括：(1) 识别风险因素；(2) 考虑风险因素在不同气候变化情景中的发展，并考虑情景描述中描述的未来是否会出现新的风险因素；(3) 对KLP可能承担的后果进行初步的高级别审议。这些步骤旨在确定风险和相关的确定性，以便对其优先进行进一步分析。

风险筛选流程包括KLP的所有关键业务操作。针对KLP的企业风险目标进行风险识别和后果考量，并根据其结果审视我们作为挪威养老金提供者的诚信。

图28: KLP的气候风险筛选过程涵盖所有关键业务运营



来源: KLP

### 汇总结果以及累计股票持有量和ESG特别基金的比较

KLP代表资产所有者分析了其所有基金以及所管理养老金的累计上市股票和债券持有量的CVaR。

表格30总结了三种转型风险情景和一种考虑极端天气的“最糟糕情况”情景下债券和股票的累积VaR。整体结果显示，KLP遍布全球的多元化基金的VaR接近0%。或许该结果属意料之中，因为模型中使用了“零和”假设，这意味着与碳价相关的累积成本提供了来自绿色技术的收入机遇，这等于模型中使用的总碳成本（即总碳成本=总绿色收入潜力）。

表格30: KLP的上市股票和债券累计持有量的 VaR估值

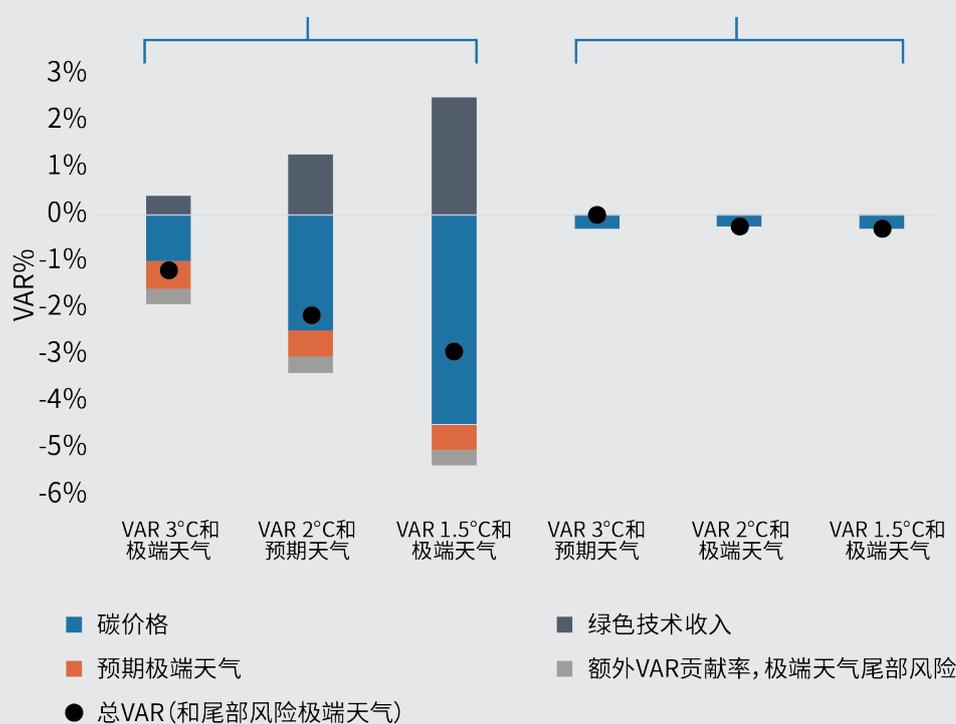
	3°C转型风险情景&尾部风险 险极端天气	2°C转型风险情景&尾部风 险极端天气	1.5°C转型风险情景&尾部 风险极端天气
上市债券	-0.02%	-0.26%	-0.33%
上市股票	-1.59%	-2.20%	-2.97%

注:本分析包括大约90%的证券,代表了大约90%的总价值。

来源: KLP, Carbon Delta

图29显示了KLP累积持股量的VaR贡献率细分。该模型假设碳价格的引入总是会导致VaR变负,且对于三种转型风险情景来说,碳价格构成了对VaR的最大负贡献率。注册绿色技术专利的新收入估值是第二大贡献因素,而极端天气的贡献率最低。

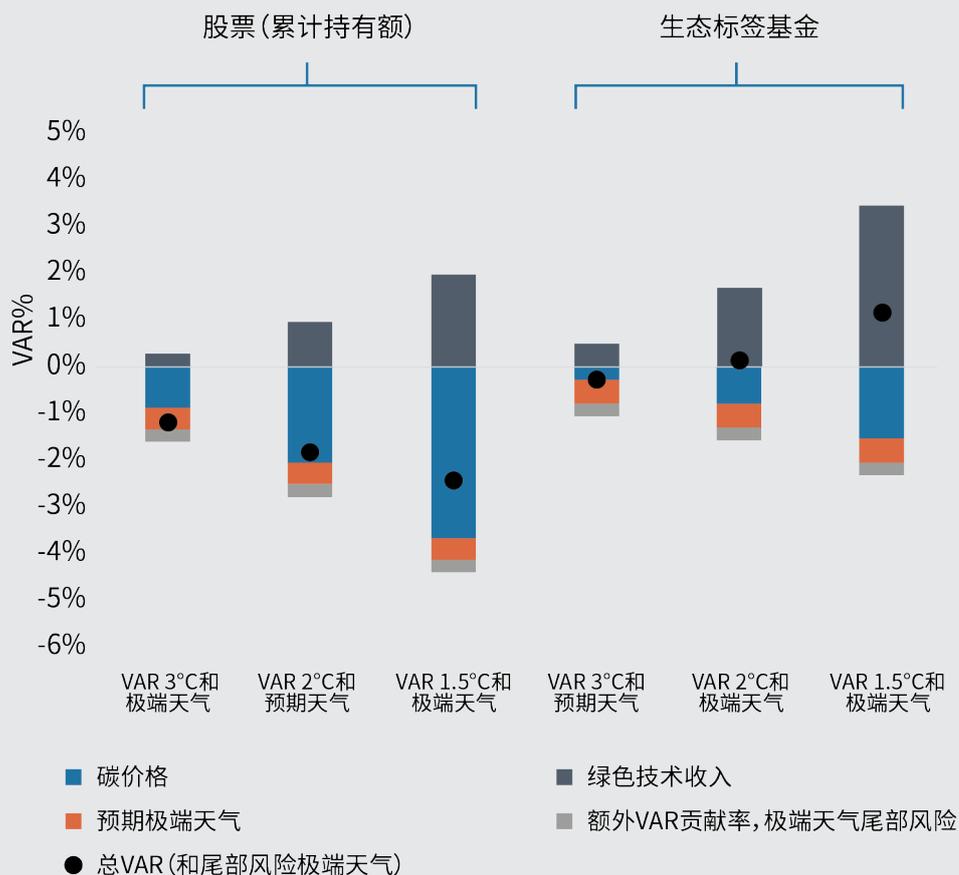
图29: 每一情景下KLP上市公司股票和债券累计持有额的VaR贡献率



来源: KLP, Carbon Delta

虽然在三种情景下, KLP累积持有的股票和债券的总VaR均为负值, 但并非所有的KLP基金都是如此。例如, 图30比较了累积股票持有量和KLP生态标签基金“KLP AksjeGLocal Mer Samfunnsansvar”的VaR(以MSCI全球指数为基准)。后者是无化石燃料基金, 排除了ESG得分较低的公司, 并对ESG得分较高的公司进行了过度加权。如图30所示, 极端天气的加权VaR贡献率之间只有很小的差异, 而生态标签基金对碳价格的负面影响更小, 但对绿色技术收入增长估值的影响更大。在BaU情景下, 该基金有0.3%的轻微负VaR, 但当模型中引入更严格的排放限制时, 该基金会显示正VaR。

图30: 按情景划分的KLP累计股票持有额的VaR贡献率和一家专业化ESG指数基金

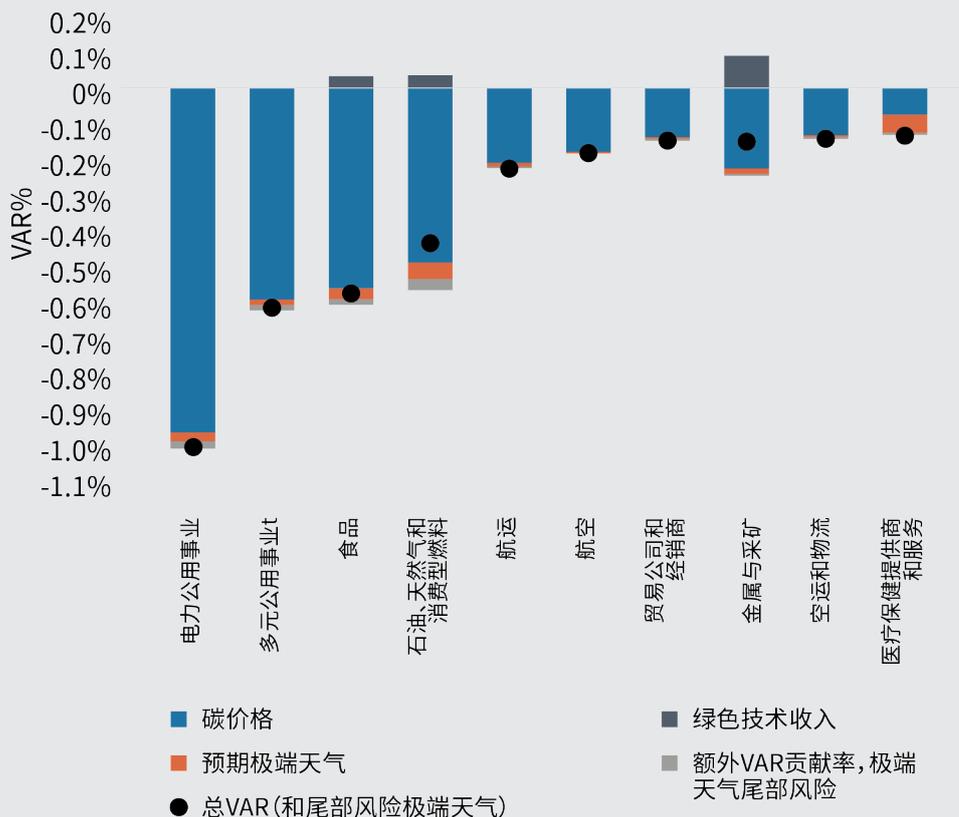


来源: KLP, Carbon Delta

图31显示了对KLP累计持股额VaR具有最大负贡献率的行业(GICS 3级)。该模型将公用事业列为风险最大的行业,这是一个合乎逻辑的结果,因为该分析仅考虑范围一排放,而不包括可再生能源生产带来的收入增加。

依赖化石能源的发电商直接受到碳价格的影响。然而,这一成本可以被沿着价值链下推至能源密集型行业,如铝等,这类行业排放量中有很大的相对份额来自范围二排放源。同样,石油和天然气的大部分排放来自范围三排放源,特别是在石油和天然气燃烧时,排放来自下游的范围三排放源。对图31所示结果进行进一步评估后可以发现风险是否被低估,因为模型中没有明确指出从油气转向其他低碳/零碳替代品所带来的市场风险。

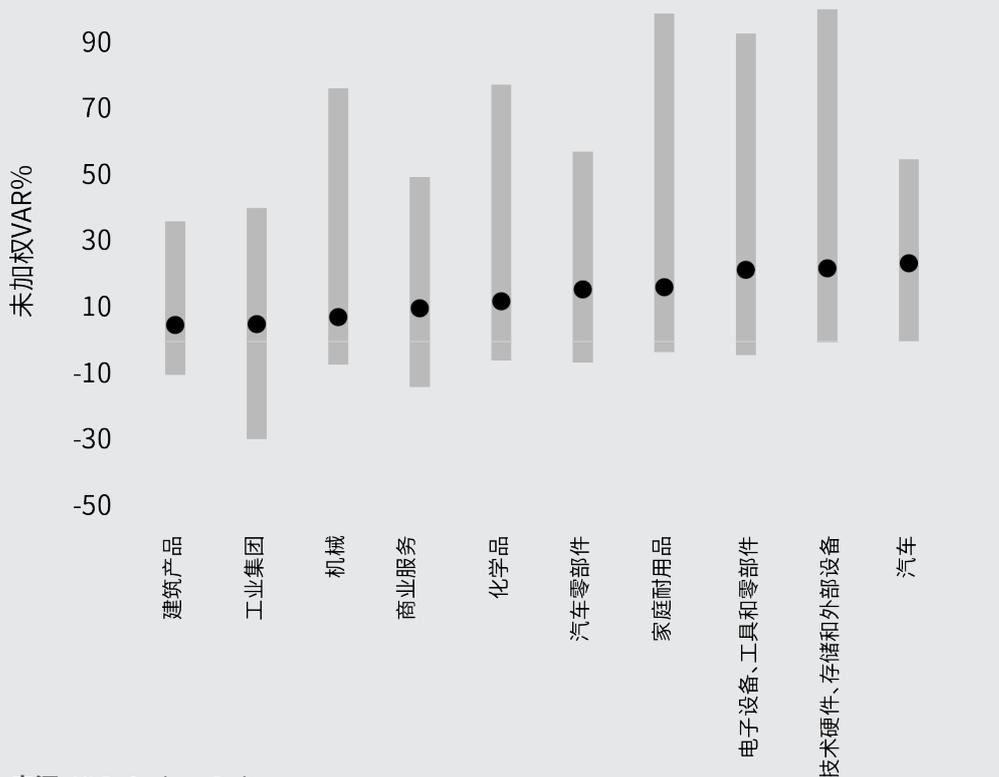
图31: KLP拥有累计持股额最大负VaR贡献率的十个行业



来源: KLP, Carbon Delta

在机遇方面,图32显示了我们生态标签基金中前十个具有积极贡献率行业的未加权VaR。灰色条显示了单个证券观察到的最大和最小VaR,红点显示该行业证券的平均VaR。结果显示出一个有趣的趋势,即工业应用和消费者所用商品的不同生产商正在开发更绿色的产品,这可能有助于避免价值链下游产生的排放,例如绿色建筑、生产型车辆、设备以及电动汽车的数量增加。

图32: KLP十大拥有平均未加权最大正VaR的行业



来源: KLP, Carbon Delta

## 结果反思

总的来说,在UNEP FI 项目中的合作,以及与服务提供商合作确定该项目的建模方法,这些对KLP来说是一次有趣的旅程,不但提高了我们的认识,还促进了进一步深入学习。本分析的输出指导了我们项目整体来绘制气候风险因素图,并评估气候风险因素给KLP整体带来的不确定性。

KLP的一个关键收获是认识到定量气候风险评估是一项非常复杂的任务。如果我们打算继续遵守TCFD建议,这点起到了很大的启示。例如,TCFD建议要求纳入范围广泛的风险因素,如除碳定价外减少温室气体排放的各种政治干预措施、消费者更倾向于环保产品和服务的偏好转变、商品价格的变动、技术颠覆以及利益相关方对企业气候管理的期望变化。本研究仅包括少数转型风险因素的子集,这表明我们应用的模型虽然是朝着正确方向迈出了富有成效的一步,但在我们的投资战略和过程中有效实施气候风险评估之前,还需对模型做出进一步修正。

虽然识别和解决所有实质性转型风险因素似乎是一项艰巨的任务,但我们仍面临一个问题,即气候风险评估的有效性需要在多大程度上改进以符合TCFD建议,或者是为我们的投资流程和风险分析增加价值。“模拟一切”似乎并不可能,但是如果排除可能是公司财务绩效重大驱动因素的关键因素,气候风险评估仍将是不完整的。展望未来,KLP希望看到市场上出现更多数据,从而让我们以可信和实用的方式来扩大气候风险评估范围。

另一个难以建模的维度(本案例研究也尚未纳入)涉及市场、价值链和各公司如何应对气候风险敞口。二氧化碳排放强度的差异以及将碳成本推向供应链下游的能力是两个数据点的例子,这些数据点将允许在安全层面上进行更精确的分析。同样,各行业之间的竞争,如多式联运的转变(运输中更多使用短途海运代替陆地卡车),或以牺牲钢铁为代价,大力推动铝等更轻质材料的发展,这些都是本项目建模方法中未

明确提及的市场行为。虽然这些动态在建模后很难达到满意的精确度和可信度,但在评估公司层面由气候相关发展所带来的财务影响时,这些仍然是需要仔细研究的现实问题。如果不能涵盖这些关键动态,可能会导致气候风险评估变得不现实和不准确。

尽管定量气候风险评估存在这些挑战,但我们必须继续努力改进我们的知识库、数据、方法和工具。TCFD本身也表示有必要就金融行业气候风险概念的成熟提出长远愿景,而且KLP也致力于参与这一进程。我们希望通过UNEP FI的TCFD投资者试点项目所开展的富有成效的合作在未来将变得更加有效,并希望各公司在进行气候风险评估工作时提高透明度,以便彼此相互学习。通过这种方式,全球商界可以共同努力,实现气候风险分析与报告的规范化。



**LA FRANÇAISE**  
investing together

## LA FRANÇAISE: 气候VaR指标提供了相关投资信号

La Française集团长期以来一直将气候相关风险纳入投资分析中。《巴黎协定》(COP21, 第二十一次缔约方会议)及其相关倡议进一步促进了气候风险纳入投资分析的过程。负责任投资是集团投资战略的核心,我们相信应对气候变化是未来经济增长和社会稳定的关键组成部分,换句话说,未来的社会将建立在低碳经济的基础上。

La Française已经做出ESG战略承诺,并与集团内的Inflection Point合作开发了有关负责任投资的业界领先专业知识。Inflection Point是集团在ESG主题和战略投资因素方面的研究和专业知识中心。La Française深信将ESG和气候因素整合到投资流程中的好处。我们承认,气候变化是我们投资组合公司面临的一个关键问题。因此,集团开发了一系列产品,以应对低碳经济转型等能源转型挑战。在2015年6月第二十一次缔约方会议召开之前集团启动了碳影响全球股票投资策略。这一投资策略已应用于其他地区和固定收益领域。自2010年起,集团还率先开展了负责任房地产板块投资,2012年和2014年先后开发了两只社会责任投资房地产基金,2017年开发了一只影响力房地产基金。

我们十分期望使用前瞻性指标,因此,我们很高兴加入TCFD投资者试点。我们支持TCFD工作,但过去三年中,在根据法国能源转型法第173条进行报告时,我们亲身经历了实施各条建议所面临的挑战。试点小组的工作有助于我们更准确地识别气候变化相关风险和机遇,它有助于我们在投资决策中进行相应整合,并支持与被投资公司进行对话。我们的目标是扩大负责任投资解决方案的覆盖范围和有关我们投资的影响报告,因此我们相信在这方面,CvaR可能会是一个有用的指标。

### 碳影响全球股票策略

本案例研究提供了我们自2015年开始管理的碳影响股票策略的CVaR结果。该策略投资于全球所有行业。投资组合管理公司选择的公司分为以下三大类:(1)正在向低碳经济转型的高排放行业公司;(2)为支持能源转型而提供产品和服务的赋能公司;(3)已经参与气候解决方案的公司,如可再生能源公司。

我们通过投资组合的碳足迹来衡量这一策略的影响,自该投资组合创建以来,就表现出显著的低碳方面绩效—截至2018年底,该组合的碳足迹比全球参考指数低了约四分之三。此外,我们还计算了投资组合中可再生能源公司的可规避排放量,这是一个重要的影响指标。

由于这两个碳指标都是基于报告数据或同等估计得出的,因此对未来碳绩效的洞察有限。在公司层面,我们可以通过基本面分析取得更优结果。这里我们将按照具体问题具体分析的方式,分析单个公司的治理、战略、风险管理方面以及气候变化相关目标和指标。

然而,越来越需要制定更加系统的前瞻性气候影响指标,这也是我们加入TCFD投资者试点的原因之一,也是我们选择此策略进行案例研究的原因之一。

选择碳影响战略的另一个重要原因是，我们希望在研究过程中纳入独立于公司披露来源的额外信息。具体例子包括，基于专利衡量创新能力的大型数据集，以及基于生产设施或基础设施等实物资产地理位置评估实体风险的数据集。我们对投资组合公司的深入了解应该使我们能够对结果进行批判性评估。

本案例研究中的碳影响全球股票策略的具体情况如下：

- 资产类别：股票
- 行业覆盖范围：全部行业
- 地理覆盖范围：全球发达市场与新兴市场
- 投资策略：积极管理低碳股票投资组合；关注正向低碳经济转型的公司
- 截至2018年第三季度的投资组合构成

我们采用PIK的REMIND模型来进行CVaR分析，并选择了2°C的标准情景，因为该情景可以被广泛使用并经过了充分的演练，而且在进行进一步的压力测试之前已经创建了一个参考点。

表格31显示**+4.0%的总CVaR**。这一积极结果支持了碳影响策略背后的投资理念，这将鼓励我们在新投资理念的评估过程中推出CVaR工具，并将CVaR作为投资组合报告的前瞻性指标。

**表格31:** La Française的CVaR投资组合分析结果概要

情景	加权气候VaR	货币风险	覆盖率
转型情景 选择模型：REMIND	4.7%	0.05 百万美元	
政策风险 (2°C)	-0.2%	-0.002 百万美元	95.5%
技术机遇 (2°C)	4.9%	0.05 百万美元	75.7%
实体情景 选择模型：一般气候模型	-0.7%	-0.007 百万美元	
总气候VaR	4.0%	0.04 百万美元	

来源：La Française, Carbon Delta

投资组合的CVaR证实了我们在单独考虑以下三个部分时的预期：

- **转型风险**接近于零，CVaR为-0.2%。因此，投资组合的总持股额面临较低转型风险敞口，或者说投资组合似乎已准备好缓解碳价上涨带来的预期影响。这与碳足迹所测量的低碳状况是一致的。然而，鉴于动态碳价格是VaR模型的一个组成部分，因此该结果更具全面性。
- 该投资组合代表了一个专注于转型机遇的气候战略，这从**技术机遇**中4.9%的CVaR便可见一斑。这一CvaR价值是由活跃在能源效率、电动汽车、电池技术、数字化和可再生能源等领域的公司提供的转型机遇驱动取得的。我们的评估是基于通过CVaR模型识别的具有最大技术机遇的公司与我们现有投资组合中赋能公司的现有投资案例作比较得出的。由于两者存在明显重叠，我们认为CVaR工具适合在这种情况下识别赋能技术并为其估值。
- 投资组合还面临**实体风险**，其CVaR为-0.7%，这个数值很重要，因为实体风险是转型风险的三倍(-0.7%与-0.2%)。

对实体风险评估中包含的极端天气情景进行详细分析后,结果显示既有正面风险敞口也有负面风险敞口。高温热浪是背后的主要驱动因素,其CVaR为-0.7%,而其余六个部分在量级上都明显较小,因此可以相互抵消。

值得注意的是,评估气候变化引起的实体风险非常困难,因此,新的指标为我们的股票选择和潜在沟通提供了有用的信息。例如,我们下一步可能会调查公司采取了哪些措施来缓解其实体风险,例如通过资本投资、保险单或是两者结合的手段。

表格32提供了全球股票指数(发达市场和新兴市场)的相应结果,我们通常将其用作碳影响全球股票策略绩效分析的参考。该指数的合计CVaR为-0.7%,而投资组合的CVaR为+4.0%。主要区别在于,该指数的政策风险要高得多,而技术机遇的贡献率则低得多,这再次凸显了碳影响策略中的选股。

**表格32:** La Française的 CVaR全球参考指数结果概要

情景	加权气候VaR	货币风险	覆盖率
转型情景 选择模型:REMIND	0.1%	0.001 百万美元	
政策风险(2°C)	-2.3%	-0.02 百万美元	96.6%
技术机遇(2°C)	2.4%	0.02 百万美元	80.2%
实体情景 选择模型:一般气候模型	-0.8%	-0.008 百万美元	
总气候VaR	-0.7%	-0.007 百万美元	

来源: La Française, Carbon Delta

上述碳影响策略的结果支持所述投资策略,但我们注意到,由于模型的进一步调整,这些结果在短期内可能会发生变化。此外,我们还需要获得更多使用此工具的经验,以便更好地理解 and 阐释不同指标。因此,在我们能够基于结果在投资组合构建阶段采取纠正措施之前,还需要花费更多的时间。

本案例研究表明, CVaR指标提供了相关的投资信号,最终可能导致投资组合发生调整。该指标通过提高投资团队内部的意识并提出新问题,可以为决策过程提供即时支持。

## CVaR这一实用风险管理工具具有早期发展潜力

使用CVaR工具的一个直接好处是可以运行替代气候情景,以便对这些发现进行批判性审查(特别是在公司层面进行审查),并比较不同的投资组合。如上所述,该工具已经凸显了一些不太明显的风险因素,如实体风险。随着我们采用更具挑战性的情景,相关见解可能会变得更加明晰。

研究一些替代情景也将缓解单一指标(如总CVaR)所隐含的“阐释风险”,这指出了目前尚不具备的测量精度。因此,在这个阶段,我们将这些指标视为额外的前瞻性指标,它们有助于挑战现有的投资理念。像CVaR这样的度量标准丰富了我们的分析能力,而不是取代现有的工具和指标。

作为积极的投资者,我们希望了解公司具体情况的重要细节。因此,我们需要确保这里讨论的测量方法能够反映可用的信息集。除非公司层面的结果比较可靠,否则在投资组合层面汇总的信息可信度很低。气候VaR模型在通过投资组合管理团队和研究团队的“可信度测试”后将投入使用。我们提倡所有行业的公司广泛采用TCFD报告。前瞻性气候指标的应用将为我们的投资决策过程提供新的视角。

## 挪威银行投资管理：情景分析是风险评估的有效工具

挪威银行投资管理公司 (NBIM) 负责投资挪威政府养老基金的国际资产。自2006年以来，气候变化一直是NBIM的战略重点领域。我们的董事会原则和负责任投资政策中都考虑了这一议题。

我们在投资中对气候风险和机遇的管理在很大程度上符合TCFD建议，这些建议大体上反映了我们对被投公司的气候变化预期。我们加入了UNEP FI投资者试点项目，与同行投资者合作制定符合TCFD披露的指南和方法。我们推动制定相关方法，以帮助我们更好地评估气候风险和机遇。

### 试点项目股票建模结果

作为试点项目的一部分，Carbon Delta评估了到2032年之前我们股票投资组合<sup>32</sup>可能受到的转型和实体气候变化影响。其模型通过汇总2°C情景下政策风险、技术机遇以及极端天气事件（实体影响）对公司收入造成的潜在影响，以此计算投资组合的VaR。输出显示，在2°C情景下，我们的股票投资组合可能有1.3%的潜在下行风险。转型风险和机遇的总VaR显示有0.4%的潜在下行风险。极端天气事件（如高温热浪和沿海洪水）表明有1.0%的潜在下行风险。

评估气候成果的潜在财务影响有助于认识潜在气候风险和机遇，但在分析这些成果时，必须了解市场、行业和公司的背景及其商业模式。

范围一、范围二和范围三温室气体排放的相关性因行业而异。本试点研究中情景分析方法的局限性之一是，该模型在计算气候转型风险与机遇时仅考虑范围一温室气体排放，而没有考虑范围二和范围三排放。这限制了投资者得出结论的能力，例如，投资者对油气、煤矿、银行等行业将受到何种潜在影响不太确定。此外，该模型没有告诉我们碳成本由谁承担（企业是否能够将碳成本转嫁给消费者）。

对公司从低碳转型中获取机遇的程度进行建模并非易事。Carbon Delta的模型使用公司的低碳专利作为代理指标，以估算气候相关机遇带来的潜在收入。虽然这种方法可能更适用于某些不依赖低碳研发的行业，但它却是目前少数用来估算公司从低碳转型中获得收入的方法之一。

公司的计划可以让投资者了解公司在缓解和适应气候问题上做了多少准备，但是有关公司前瞻性计划的披露比较有限。世界自然基金会与2°投资倡议根据《巴黎协定》气候转型评估 (PACTA) 工具对欧洲资产所有者投资组合的气候目标进行了研究 (WWF, 2018)。该方法考虑了各公司五年内的生产和投资计划，为投资者提供了不同的见解，例如，关于投资组合的未来技术结构预期，以及投资组合是否与特定的气候结果相一致。

32. 股票投资组合信息截至2017年12月31日。

## NBIM的内部情景分析工具

如UNEP FI 投资者试点项目所示,我们认为情景分析是评估不确定结果的一个有价值工具,例如,可以评估不同气候结果对不同行业、公司和资产的潜在影响。我们正在开发一个内部模型,用于分析气候情景对股票投资组合、行业和公司的潜在影响。这项工作的目的是了解气候风险如何影响投资组合的长期回报。我们从公司层面研究未来的现金流和温室气体排放,并探讨未来的法规(如碳定价机制)如何影响不同的公司、行业和地区。我们整合了五个综合评估模型的碳价估值,这些模型分别是IMAGE、MESSAGE-GLOBIOM、REMIND、WITCH和GCAM。上述模型考虑了不同共享社会经济路径(SSP)的预测(IIASA, 2018)。

我们在开发工具时面临的一个挑战是缺乏来自公司的高质量且具可比性的数据。此外,从长远视角来量化气候风险对公司盈利和估值的影响也带来了一系列挑战,例如,与传统财务分析相比,气候风险分析的时间框架要长得多。

### 试点项目的经验教训

正如TCFD所设想的那样,投资者和公司能够充分执行TCFD建议还有很长一段路要走(例如,关于情景分析方法及高质量数据可及性)前。UNEP FI 试点提供了一个有用的平台,用来讨论在不同资产类别之间进行情景分析以及将分析结果转化为重要财务信息的复杂性。

Carbon Delta的模型整合了国际认可的综合评估模型之一REMIND模型中的情景。在披露与情景分析相关的信息时,重要的是弄清所用情景和模型中的假设,并了解它们如何推动结果。**情景分析是评估我们投资组合潜在风险的实用工具,也可用于支持我们与被投资公司沟通。**根据情景分析结果的预期用途,可能需要不同程度的数据准确度。例如,在与被投资公司沟通或者对证券和实物资产进行基本投资分析时,较高的数据准确度就很重要。

Carbon Delta 的模型旨在通过估计公司的温室气体排放量来克服公司间信息披露不足和不一致的挑战。该模型还解决了进行实体情景分析时的一些复杂问题,例如,通过整合特定资产信息并对这些地理位置极端天气事件的潜在影响进行建模。**这突出各公司需要以一致和可比较的方式来披露包括资产层面数据等一系列实质性气候数据的重要性。**



## TD资产管理：比较不同的气候风险评估方法

TD银行集团从企业角度审视气候相关风险和机遇，并开始评估面临更重大气候风险的业务部门。除了UNEP FI的TCFD投资者试点项目外，TD还参与了UNEP FI的另外两项试点研究（贷款与保险），并在这个开发气候风险评估方法的关键时期积极参与。

TD资产管理（TDAM）是TD集团<sup>33</sup>的全资子公司，资产管理总额为2686亿美元。<sup>34</sup>这家位于北美的投资管理公司具有庞大且多元化的客户群体，包括养老基金、公司、机构、高净值人士和散户，并在被动、量化和积极投资组合管理方面处于领先地位。

下面的讨论回顾在2°C情景—与《巴黎协定》中商定的升温水平一致的气候情景下两个使用Carbon Delta情景分析工具的TDAM投资组合的分析结果。在所分析的投资组合中，公用事业领域提供了大部分气候风险。我们深入研究了这一领域，并注意到不同供应商的气候数据能够在行业层面发出不同的信号。在我们努力评估整个银行业气候风险的过程中，从三个试点项目中获得的经验教训将有助于完善我们的流程，并建立银行业气候风险分析的一致性。

## 投资组合结果：公用事业驱动了大部分CVaR

为了测试Carbon Delta的气候情景工具，TDAM提供了两个股票投资组合的持股数据。第一个投资组合持有全球股票（其最大的收入敞口位于亚太和欧洲地区、以及美国 and 加拿大），该投资组合以MSCI ACWI为基准；第二个投资组合主要由加拿大股票组成，以标准普尔/TSX综合指数为基准。这两个投资组合通常都倾向于派息的小盘股，且其波动性与beta指标都较低。就具体行业而言，这些投资组合主要集中在主要产品、电信、公用事业、保险和房地产等行业。

下表给出了具体结果，转型风险和实体风险相加得出总CVaR（即考虑到公司为实现2°C控温目标而产生的成本，由此致使投资组合可能面临的潜在损失）。对于全球股票投资组合而言，Carbon Delta的模型中CVaR估值为-5.2%，造成这个损失的主要原因是政策风险（-5.5%）和高温热浪引发的实体风险（-0.9%）。加拿大股票投资组合的CVaR较低，为-3.2%，造成其损失的原因与上述相似（政策风险VaR为-3.2%，高温热浪引发的实体风险VaR为-0.4%）。

33. TD银行集团是指多伦多道明银行及其附属公司，提供存款、投资、贷款、证券、信托、保险和其他产品或服务。所有商标均为其各自所有者的财产。

34. 管理资产的数据截至2018年12月31日，由TD资产管理股份有限公司、TDAM美国分公司、TD Greystone资产管理公司和Epoch投资伙伴股份有限公司共同管理。TD资产管理通过加拿大的TD资产管理股份有限公司和美国的TDAM美国分公司实施运营。TD Greystone资产管理公司代表Greystone管理投资股份有限公司，是Greystone资本管理股份有限公司（GCMI）的全资子公司。列出的所有实体均为多伦多道明银行的附属公司和全资子公司。

表格33: 2°C情景下的TDAM结果

情景	全球股票投资组合	加拿大股票投资组合
转型情景VaR (模型: REMIND)	-4.4%	-3.1%
政策风险	-5.5%	-3.2%
技术机遇	1.5%	0.08%
实体风险VaR (模型: 一般气候模型)	-0.9%	-0.1%
总CVaR	-5.2%	-3.2%
投资组合升温轨迹	3.4°C	3.5°C

注: Carbon Delta的数据截至2019年1月21日。本表格所列结果均在加权基础上计算。

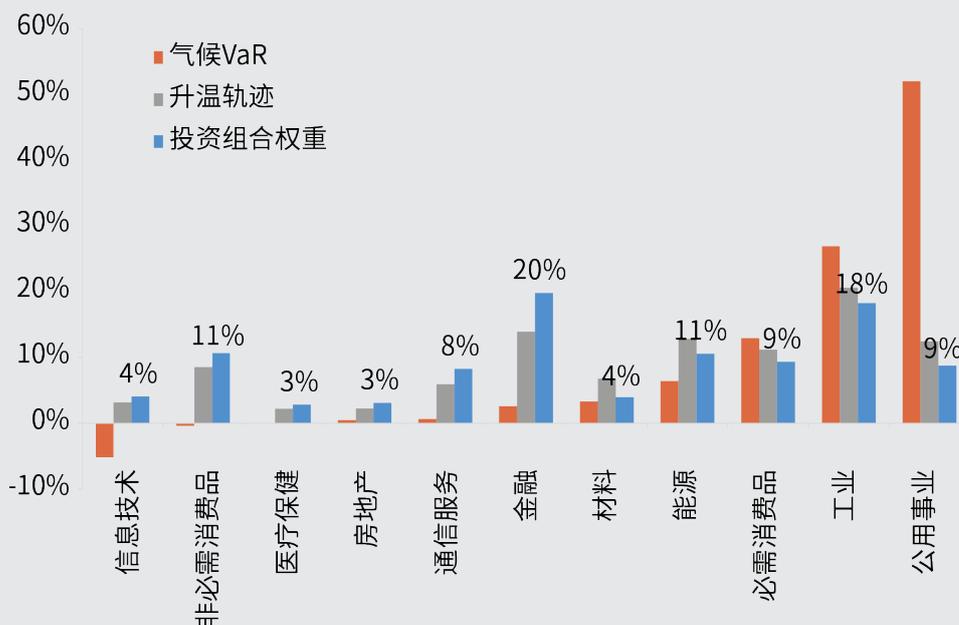
来源: TDAM, Carbon Delta

公用事业领域推动了大部分CVaR, 它占加拿大股票投资组合的73%, 占全球股票投资组合的52%。鉴于公用事业领域相对于其他领域具有较高的碳排放量和碳强度(总二氧化碳排放当量(吨)/销售额), 这个结果属于意料之中, 这表明公用事业领域将需要在经济脱碳方面发挥重要作用。能源和工业也是CVaR的主要贡献行业, 鉴于工业具有更大的投资组合权重, 因此对全球股票投资组合的影响更大(工业在全球股票投资组合和加拿大股票投资组合中的权重分别为18%和11%)。消费品也是全球股票投资组合中CVaR贡献的主要行业, 两个东南亚农业生产商贡献了较高风险。农业活动是温室气体的已知来源, 因此农业公司通常碳强度较高。

Carbon Delta 还预测了投资组合的升温轨迹, 即假设附属公司不考虑政策目标而是依据BaU情景发展。在考虑某公司受到的财务影响之前, 全球变暖在很大程度上是该公司范围一排放的一个函数。尽管加拿大股票投资组合中的转型风险低于全球股票投资组合, 但加拿大股票投资组合的升温轨迹略高, 为3.5°C。公共事业行业是转型风险和CVaR的主要驱动因素, 而金融行业(银行和保险公司)则推动了这两个投资组合的升温轨迹。

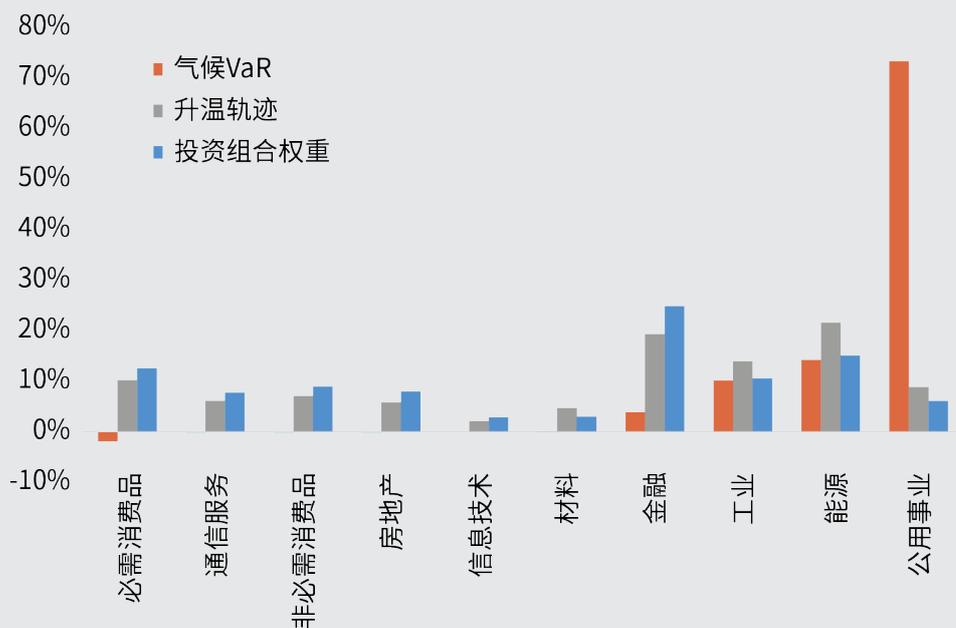
下面几张图表比较了CVaR、升温轨迹和投资组合权重的行业比例, 以此确定哪些行业产生的影响超出了其在投资组合中的权重。金融行业在两个投资组合中均占最大比例, 其中占全球股票投资组合的比例为20%, 占加拿大股票投资组合的比例为25%, 但该行业对CVaR(单独考虑时称为转型风险)的贡献率很小。然而, 金融行业分别占全球股票投资组合和加拿大股票投资组合中升温轨迹的14%和19%。

图33: 全球股票投资组合:TDAM按行业划分的气候VaR、升温轨迹和权重



来源: TDAM, Carbon Delta

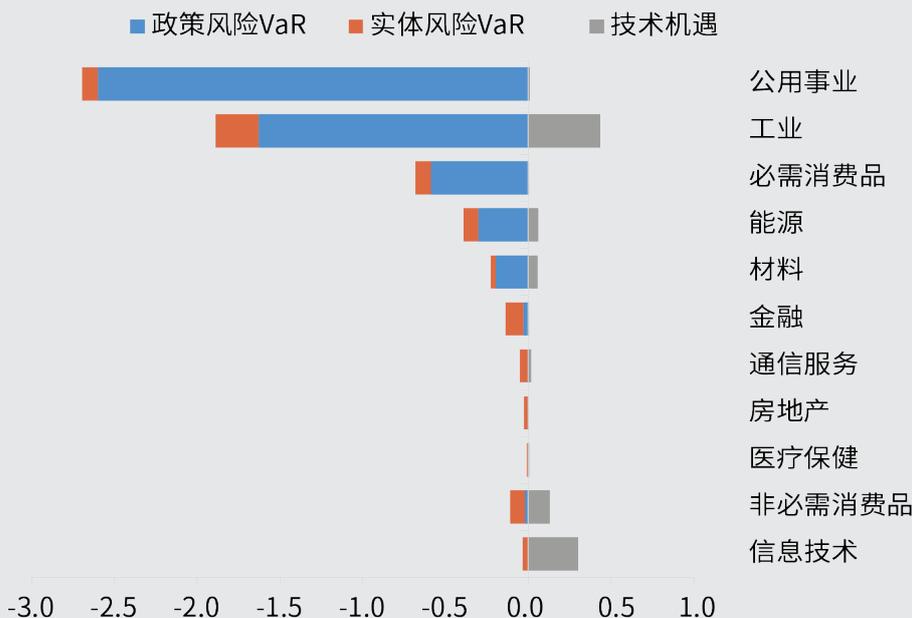
图34: 加拿大股票投资组合:TDAM按行业划分的气候VaR、升温轨迹和权重



来源: TDAM, Carbon Delta

根据Carbon Delta的分析结果,在全球股票投资组合中,某些行业似乎拥有更大的绿色收入机会,如图34所示。绿色收入机会通过公司低碳专利投资组合的质量来衡量,这有助于引导向更低碳经济的转型。预计从该投资组合中的绿色收入中获益最多的包括工业、信息技术和非必需消费品公司。这些公司的解决方案包括提高生产效率的创新技术、降低废气排放的设备和车辆以及工业排放监测工具,以上措施都可以使这些公司在低碳经济中更具竞争力。

图35: 全球股票投资组合:TDAM按照行业和风险因素进行的CVaR细分



来源: TDAM, Carbon Delta

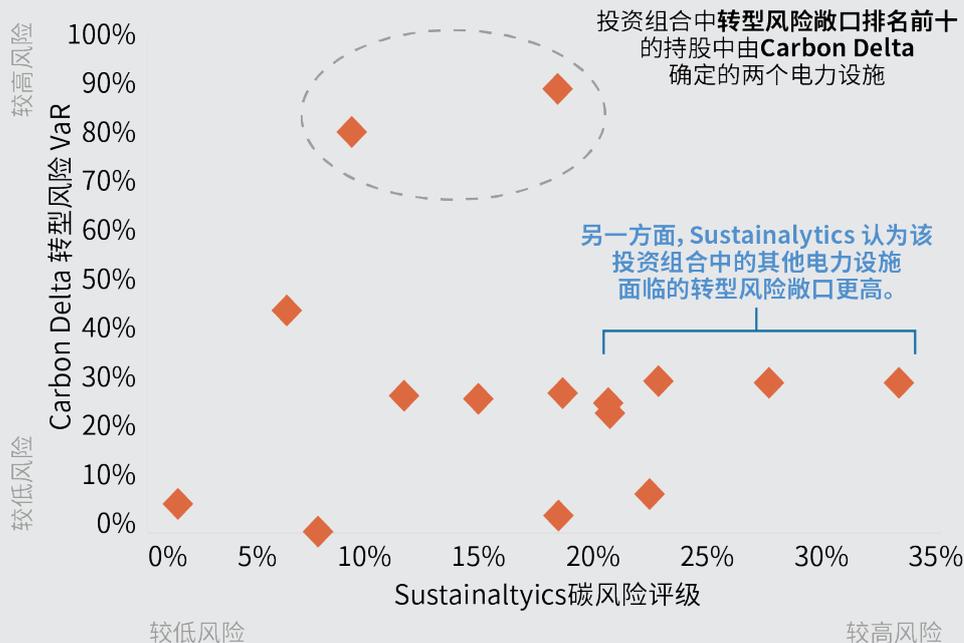
### 比较气候风险信号

随着客户提出的环境问题越来越详细, 补充基础研究和现有ESG数据的工具变得越来越重要。这些工具使我们能够引进研究环境问题组织的专业知识, 并知悉如何充分考虑相关的气候风险。下面的讨论借鉴了Carbon Delta对全球股票投资组合的一些分析结果, 并将其与Sustainalytics数据给出的信号进行了比较。我们希望能借此促进更多对话, 以破译主要环境数据提供商的各种信号。

Sustainalytics是一家ESG数据提供商, 提供各种指标和评级, 以便让各公司更好地了解自己在这三方面(ESG)的表现。作为产品的一部分, Sustainalytics提供碳风险评级, 标明公司对重大碳风险的管理及其带来的财务风险敞口。**虽然这种方法不同于情景分析, 但它确实对转型风险进行了知情评估**, 具体方法如下: 全面涵盖公司当前排放(范围一和范围二); 区分可管理和不可管理的风险(后者指特定子行业固有的、不易管理的风险); 评估公司的气候风险缓解策略如何帮助管理其控制范围内的风险。这是一项前瞻性评级, 包含了由气候监管、碳定价、替代产品、消费者偏好变化和供应限制所导致的转型风险。

在Carbon Delta 确定的全球股票投资组合中转型风险贡献率排名前十的公司里, 有几家公司位于公用事业和工业领域。在图36中, 我们将重点放在电力设施上, 根据其在这两个气候风险指标上的表现, 绘制出每一个电力设施, 并寻找Carbon Delta与Sustainalytics共同认为最具风险的持股。如图所示, 在不同电力设施被视为面临最大转型风险敞口的情况下, 相应衡量标准也会出现偏差, 这就让我们怀疑哪些是最关键因素并被衡量标准排除在外。

图36: Carbon Delta 与 Sustainalytics:TDAM 对于公用事业行业内气候风险信号的比较



注:本图基于未加权数据

来源: TDAM, Carbon Delta, Sustainalytics

Carbon Delta 提供的额外气候数据和情景进一步丰富了TDAM思考气候风险的方式。然而,对使用率更高的环境数据提供商进行持续比较是一项有意义的工作,这可以让行业在衡量投资面临的环境风险时,更加敏锐地意识到正在改进或需要改进的相似性、差异性以及具体领域。通过进行这些比较而形成的透明度可以鼓励人们更加自如地进行必要的气候风险分析,并更快地采用这些分析结果,特别是考虑到TCFD建议时。

# 6. 未来方向

## 6.1. 内部能力建设

**投资者应考虑建设内部能力、开发内部工具，进而根据TCFD建议整合情景分析。**TCFD建议强调使用情景分析评估气候变化随时间推移对企业整体的影响，以及使用情景分析提升组织内部的批判性战略思维。它同时强调评估一系列特殊情景（包括符合规定的2°C情景）的重要性，此类情景要么打破关于未来发展的传统观念，要么显著改变“照常发展情景”的世界状态。若要按TCFD建议使情景分析成为气候风险管理和企业战略的一部分，则投资者需要培养内部能力，将情景分析评估纳入自身决策，同时建立规范、可资比较的披露机制，支持监管评估确保金融体系稳定。

**试点项目强调，有效开展情景分析需要一系列能力，重点围绕下列四个领域：**

- **技术。**开展情景分析从获取海量数据到设计分析方法，再到解释分析结果，均需使用大量专业技术。许多投资者不具备专业技术，内部培养技术又需要相当的时间和资源。虽然外部情景分析提供商可以随时向投资者提供支持，但一定的内部技术能力仍然必不可少，投资者需要对外部提供商提供的分析结果进行解释和压力测试，总结经验教训。
- **风险管理。**按照TCFD建议将情景分析结果与核心风险管理实践建立联系，需要风险管理团队参与情景分析。风险管理团队可以借此提出哪些类型的输出对现有风险评估方法最有助益，对相关建模元素提供反馈意见，并以现有风险数据库和实践为基准在企业、投资组合层面对分析结果进行压力测试。
- **战略。**为确保情景分析为战略资产配置提供宝贵经验，并据此酌情采取行动，主动管理策略的资产管理人或其他参与战略决策的员工也应参与情景分析。参与方式可以是由管理人指明哪些层次的信息对战略决策有用，以及分析应达到怎样的广度和深度方能得出与企业战略有关的分析结果。
- **治理。**高层认可情景分析是在组织内部培养前述所有能力的必要条件。管理人员只有相信情景分析的好处，才能提供能力建设所需资源。此外，运用情景分析获得的经验制定战略决策，也需要管理人员监督。

**上述重点领域说明机构全体参与情景分析的重要性。**投资团队应当由技术专家、风险管理专家、企业战略专家组成，并要求适当的治理能力，方可全面涵盖情景分析所需能力。

**部分试点小组成员计划主要将试点项目分析结果用于与被投资公司沟通，其他成员则认为分析结果可信度尚不足以实现此目的。**投资者已通过试点项目分析结果识别被投资公司在不同气候路径下相对业绩的驱动因素。部分试点小组成员计划运用分析成果与被投资公司交流，尤其是业绩或数据披露相对较差的公司。但也有其他投资者指出，分析结果还不够成熟，不能实现此功能，并怀疑被投资公司不会认为分析结果可信并愿意据此讨论。

**投资者试点小组成员一致认为，目前不应当使用情景分析方法制定战略资产配置决策，但有成员认为未来或许可行。**成员普遍认为，试点项目中的分析不应作为投资或撤资的依据，因为个别公司的分析结果并不总与投资者掌握的信息相符，比如气候

变化相关的减排目标或战略愿景。不过有投资者指出,分析结果经进一步完善后,未来可以用作投资或撤资依据。其他一些投资者则认为此举与其信托责任冲突,强调积极沟通比撤资重要,撤资可能导致不能实现收益或利润,从而使整个系统恶化。

## 6.2. 拓展分析的广度和深度

试点项目指出投资者情景分析未来发展的多个重点方面。投资者就提高分析结果可信度和精细度提出其认为必要的未来改进,本部分着重介绍最常见的投资者反馈领域,并将投资者反馈与迄今可用的实体风险和转型风险分析方法的评价结果相结合,提出一套改进现有方法的明确建议:

- **考察情景应当包括能有效反映气候变化关键风险的情景,包括尾部风险事件和政策行动不协同或滞后。**在低碳经济“平稳”转型情景下,全球统一碳价逐渐上涨,市场上所有公司都能获得该情景完备的时间信息,但只考察该情景是不够的。现实情况下,由于政策行动滞后或区域协调不足,碳价可能突然上涨,对金融稳定构成巨大威胁。在考虑气候变化的实体影响,尤其是短期实体影响时,许多方法侧重于一段时期的“平均”影响。但“尾部风险”事件可能造成灾难性后果,分析此类事件有助于说明考虑低风险、高影响事件对于长期投资决策的重要性。
- **为确保充分反映实体风险和转型风险的相互作用,分析不应局限于未来10-15年。**虽然不同气候政策路径的气候变化在中短期内差异不大,但气候政策仍可能对技术和市场产生巨大影响。换言之,不同气温路径的实体风险在21世纪20年代差异不大,只有到21世纪40年代之后才会出现显著差异。因此,实体风险评估考虑的情景数量可能取决于评估时间范围:时间范围越长,不同气温路径的实体影响差异越大。同时,有投资者指出,金融业实行高贴现率,即使分析时间延长,2050年以后的潜在灾难性实体影响在今天看来依然不大。因此,应当分别报告、考虑贴现前后的实体影响,形成相对概念。其他投资者提醒称,对于资产寿命和生产年限通常较短的行业,分析年限可能不宜超过15年。
- **情景分析应考虑公司整条价值链和宏观经济环境。**迄今为止,许多分析方法侧重于实体风险或转型风险对公司运营和资产直接影响,但实体风险和转型风险也会对整条价值链产生显著影响,公司关键投入受到价格冲击、消费者行为转变等,都会转化成巨大的财务影响。同时,实体风险和转型风险也会影响公司运营所处的宏观经济环境,行业组成、国际竞争力等关键变量的变化可能对公司业绩产生明显影响。
  - 为此,分析方法应当更加明确地区分范围一、范围二和范围三排放,从而更准确地反映公司碳足迹和相关风险。许多现有情景分析方法以范围一排放为基础,计算公司未来在严格气候政策下可能面临的成本增长。但是,公司外购能源产生的范围二排放,以及范围三间接排放造成的其他影响,也有可能产生额外成本。
- **分析评估不应局限于各对手方和设施的风险敞口,而应延伸到敏感性和适应能力。**评估如果局限于公司风险敞口,便会忽略可能缓解或加剧风险的公司自身特征。有的行业对实体风险或转型风险较敏感,同行业不同公司的情况又各不相同。具体而言,已经适应风险或适应风险能力较强(通过有复原力的基础设施或减排等措施)的公司,在发生风险时的表现应当优于竞争对手。

□ 除此之外,未来分析(尤其是实体气候风险分析)还可以在影响评估中明确纳入公司保险保障情况。地处气候灾害多发地区的公司,如果保障全面,则很可能不必面对灾害事件的全部负面影响。

- **就投资者而言,情景分析方法应当继续扩大资产类别的涵盖范围,包括大宗商品、主权债务、基础设施等。**迄今为止,许多分析方法仅关注上市股票和公司债券的气候相关风险和机遇。其他一些则专注主权债务或者房地产、基础设施。但如今多元性的投资组合包含各类资产,不同气候路径下不同资产受到的影响可能不同。因此,若要提升分析结果对投资者的决策价值,则需开发新的分析方法,通过统一口径考察不同情景对多元性投资组合的整体影响。

**要落实上述改进,显然需要被投资公司加强披露气候相关数据。**被投资公司披露的数据越细,情景分析为投资者提供的信息越多。迄今为止开展的分析均依赖行业的复原力(resilience)指标,比如自然资源依赖性、减排潜力等。但是,同一行业不同公司的指标可能存在显著差异,所以需要更多关于各公司对实体风险和转型风险的敏感性和适应能力的的数据。因此,公司不仅应扩大碳足迹报告范围,还应扩大关键投入、易受风险影响的供应商所在地理位置、保险保障、计划减排、复原力投资及其成本等变量的报告范围。此外,如果化石燃料开采公司公开披露不同情景下的生产时间安排和产量,则可以实现更细致的资产搁浅风险分析。

**上述需披露数据包括生产场地、房产等独立设施数据,并应当涵盖地理位置以及耐洪、能效等气候相关特点。**迄今为止,许多情景分析提供商要么不使用此类数据,要么依靠专有地理位置数据库评估特定设施。若要推广情景分析,尤其是向小型投资者推广,就必需收集并全面提供独立设施相关数据。

### 6.3. 关键参与者未来协作与协同

**追求自身独特利益的投资者通过行业协作达成较为全面的分析方法,这说明行业协作在试点项目中发挥了非常重要的作用,今后工作会鼓励投资者继续协作进行情景分析压力测试。**投资者就试点分析方法与Carbon Delta 不断交流,对情景分析关键要素的认识得到显著提升,并相互协作提出方法改进建议。例如,投资者在试点项目期间提出需要补充其他情景,于是项目引入了更具挑战的实体风险情景和政策行动滞后情景。因此,与单个投资者独自开展分析相比,多名投资者在追求自身利益的同时协作构建的分析工具更加全面。试点小组成员进一步指出,采用与其他投资者相同的分析方法,可确保不同行业TCFD 报告的结果详实与可比性。

**分析情景、建模框架和输出的规范化对于投资者围绕情景分析进行TCFD 披露的作用,仍然是一个开放性问题,没有明确答案。**虽然许多试点小组成员赞同一定程度的规范化有助于披露工作,但对规范化的具体程度却意见不一。投资者在讨论完全规范化时,对知识产权和竞争优势表示担忧。但也有很多投资者强调,建立通用情景清单和统一输出格式会有帮助。此外,投资者指出,ESG 风险评级等其他气候相关风险管理工具同样不规范,许多外部提供商提供的产品迥然不同。未来,TCFD必须更加全面地考虑规范化问题及其实现可比性的目的。

**随着气候变化逐步纳入压力测试,金融监管机构可以提供其希望投资者在投资组合情景分析中使用的一系列冲击或情景。**监管机构正逐步将气候变化纳入金融体系定期压力测试,央行与监管机构绿色金融网络(NGFS)也计划制定自愿情景分析指南。作为补充,监管机构还可以根据一组通用假设提供一系列通用情景,供投资者和

广大公开报告公司在使用各自方法评估时使用。公司可以对通用情景辅以自身特殊情景,进一步探索其关注的假设。投资者指出,此举对于最有可能受到气候变化影响的行业尤其实用,例如石油、天然气、煤炭行业。强制实施一组分析情景可以确保公司充分考虑不利情景,与被投资公司自行选择情景相比,投资者可以获得与被投资公司有关的更有价值的信息。

**具有一定透明度(而不是完全规范化)的建模方法可以在进一步提高可比性的同时,降低相关模型误差风险,并维持方法改进动力。**部分成员提议对建模方法进行规范化,但大多数成员认为此前金融稳定因规范化遭受“羊群效应”风险,规范化也不利于激励分析方法的改良(和相关知识产权),而改良可能带来竞争优势,所以并不赞同规范化。

**此外,试点小组成员赞同,就气候情景分析的披露提供更多指导,有助于投资者理解他人的分析结果,无论针对被投资公司还是其他投资者。**即使各公司使用独立的分析方法,将情景分析纳入气候相关报告的公司越多,分析结果的可比性将愈加重要。监管机构应就需要披露的关键假设、需要详述的方法要素以及需要报告的输出类型提供有价值的指导,投资者方能解读他人的分析结果。

**最后,规范的输出允许投资者考察同一套影响指标,有助于投资者解读不同公司的分析结果。**迄今为止,开展情景分析的公司提供的输出各不相同,导致投资者难以比较不同被投资公司的情景风险评估。输出规范化可以推荐以某类明确输出(如定量风险价值数据)为未来情景分析的重点。提供商可以继续提供已有输出类型,但要辅以“推荐”输出。今后的行业协作应进一步探索对投资者最实用的输出形式,为今后气候相关报告标准所用。

# 附录一

## 本报告提及的实体风险与转型风险评估提供商的完整名单

提供商	评估方法名称与来源	风险类型
<b>2°投资倡议 (2dii)</b>	PACTA 工具 (2° 投资倡议, 2016)	转型风险
<b>Four Twenty Seven (427)</b>	股权、固定收益、主权与市政风险得分 (Deutsche Asset Management & Four Twenty Seven, 2017)	实体风险
<b>Acclimatise</b>	Aware for Projects (Acclimatise, 2018)	实体风险
<b>Acclimatise</b>	UNEP FI 银行业试点 (UNEP FI & Acclimatise, 2018)	实体风险
<b>Carbon Delta</b>	气候风险价值 (UNEP FI 投资者试点)	实体风险与转型风险
<b>Carbone 4</b>	气候影响评估 (Carbone 4, 2016)	转型风险
<b>Carbone 4</b>	气候风险影响筛选 (Carbone 4, 2017)	实体风险
<b>碳追踪倡议 (Carbon Tracker Initiative)</b>	两度分离 (碳追踪倡议, 2017)	转型风险
<b>ClimateWise (联合Vivid Economics)</b>	管理气候变化的实体风险 (剑桥大学可持续领导力学院, 2019)	实体风险
<b> Mercer</b>	TRIP框架 (Mercer, 2015)	实体风险与转型风险
<b>穆迪投资者服务公司</b>	主权风险评级 (穆迪投资者服务公司, 2016, 2018)	实体风险与转型风险
<b>Ortec Finance</b>	气候感知情景组合 (Ortec Finance, 2019)	实体风险与转型风险
<b>Oliver Wyman</b>	UNEP FI 银行业试点 (UNEP FI & Oliver Wyman, 2018)	转型风险
<b>Schroders</b>	碳风险价值 (Schroders, 2017)	转型风险
<b>转型路径倡议 (TPI)</b>	TPI工具 (转型路径倡议, 2018)	转型风险
<b>Trucost</b>	碳风险收益 (Trucost, 2019)	转型风险
<b>Vivid Economics</b>	净零工具箱 (汇丰环球投资管理 & Vivid Economics, 2019)	转型风险
<b>Vivid Economics</b>	ViEW (安永 & Vivid Economics, 2018)	转型风险

来源: Vivid Economics

## 附录二

### CARBON DELTA 的极端天气商业行业系统

行业		代码
农业		EXW-AG
农业	家畜	EXW-AG-LS
农业	其他	EXW-AG-OA
农业	玉米	EXW-AG-MA
农业	小麦	EXW-AG-WA
贸易与服务		EXW-CS
贸易与服务	保险	EXW-CS-IN
贸易与服务	实验室	EXW-CS-LA
贸易与服务	医疗保健服务	EXW-CS-HS
贸易与服务	奢侈品服务	EXW-CS-LS
贸易与服务	室内休闲	EXW-CS-IL
贸易与服务	办公	EXW-CS-OF
贸易与服务	房地产	EXW-CS-RE
贸易与服务	零售	EXW-CS-RT
贸易与服务	存储	EXW-CS-ST
贸易与服务	基本服务	EXW-CS-BS
工业		EXW-IN
工业	建筑	EXW-IN-CO
工业	基础设施	EXW-IN-IF
工业	采矿	EXW-IN-MI
工业	生产工厂	EXW-IN-PP
电力		EXW-PO-PO
电力	煤电	EXW-PO-CP
电力	其他化石燃料发电	EXW-PO-FO
电力	水电	EXW-PO-HP
电力	天然气发电	EXW-PO-NG
电力	核电	EXW-PO-NU
电力	太阳能发电	EXW-PO-SP
电力	风电	EXW-PO-WP
旅游业		EXW-TO
旅游业	室外休闲	EXW-TO-OL
交通运输		EXW-TR
交通运输	内陆航运	EXW-TR-IS
交通运输	铁路运输	EXW-TR-RT
交通运输	公路运输	EXW-TR-RO
交通运输	海运	EXW-TR-SE
交通运输	空运	EXW-TR-AT

来源: Carbon Delta

# 附录三

## 访谈问题

下列是采访投资者试点项目中的投资者所用的问题。我们在采访其他机构的投资者时使用了定制问题。

### 背景：投资在投资者看待气候变化视角及逐渐理解长期风险敞口中的作用

- 您的机构如何定义自身对气候变化的影响？是否制定了相关的气候KPI？
- 您认为整个金融行业在多大程度上开始意识到（或着手缓解）其对气候变化的影响？当前进步最大的领域是哪里？与5年前相比，当前的最优先领域是什么？
- 哪些机构/组织鼓励您从投资者角度出发考虑投资对气候变化的影响？具体是如何鼓励的？
- TCFD是目前推荐的行业实践。您觉得将气候相关披露强制化有多大可能？
- TCFD着眼于长期金融系统稳定。您所属的组织如何看待或解决（如果有的话）“眼界的悲剧”？
- 您认为在实现《巴黎协定》的大背景下，TCFD方法有多大相关性？您认为未来五年这一方法会有怎样的发展

### 实施方法：试点项目的经验教训

- 您从投资者试点项目中获得了哪些关键经验呢？请列举三条。
- 试点项目从哪些方面促进了您当前或预期的气候相关披露实践？
- 您认为气候相关情景分析在您组织中的应用现状与前景如何？
- 您是否预想过将情景分析切实融入决策中？如果是的话，打算如何融入呢？
- 您认为情景分析方法中有哪些有用的附加因素呢？您觉得还有哪些问题未得到Carbon Delta 方法的（充分）解决？
- 未来可以开发哪些工具、平台或其他支持机制来帮助您的组织采纳TCFD建议？
- 您认为标准化或统一化在基于情景的披露中发挥什么作用？这种标准化如何实现呢？

### TCFD建议实施状态

- 您在与客户交流的过程中是否听到客户反馈在进行气候变化披露或解决气候相关问题时面临压力？
- 您是如何在可持续发展报告中报告气候相关考量因素的？
- 您目前为止见过哪些金融公司或被投资公司做的气候相关报告是最先进的？
- 您何时/如何使用（被投资公司或其他金融公司的）气候相关披露？
- 您对迄今为止从被投资公司收到的气候相关报告有哪些看法？其中普遍存在的问题是什么？
- 您的被投资公司是否披露了情景分析结果？如果进行了披露，您对此有何意见？

# 缩略词

<b>BaU</b>	照常发展情景	<b>NBG</b>	非约束性指南
<b>CAPRI</b>	通用农业政策区域化影响	<b>NBIM</b>	挪威银行投资管理
<b>CDP</b>	全球环境信息研究中心	<b>NDC</b>	国家自主贡献
<b>CDPQ</b>	Caisse de dépôt et placement du Québec	<b>ND-GAIN</b>	圣母大学全球适应指数
<b>CGE</b>	可计算一般均衡	<b>NFRD</b>	非财务报告指南
<b>COP</b>	缔约方会议	<b>NGA</b>	国家温室气体核算
<b>CVaR</b>	气候风险价值	<b>NGFS</b>	央行与监管机构绿色金融网络
<b>DNB AM</b>	DNB 资产管理	<b>PACTA</b>	巴黎协定资本转型评估
<b>EBITDA</b>	息税折旧摊销前收益	<b>PIK</b>	波茨坦气候影响研究所
<b>EIOPA</b>	欧洲保险与职业养老金管理局	<b>R&amp;D</b>	研究与开发
<b>ESG</b>	环境、社会与公司治理	<b>RAM</b>	洛克菲勒资产管理
<b>ETS</b>	碳排放交易体系	<b>RCP</b>	代表性浓度路径
<b>GCAM</b>	全球变化评估模型	<b>REMIND</b>	投资与发展区域模型
<b>GCM</b>	全球气候模型	<b>SSP</b>	共享社会经济路径
<b>GDP</b>	国内生产总值	<b>TCFD</b>	气候相关财务信息披露工作组
<b>GHG</b>	温室气体	<b>TDAM</b>	TD 资产管理
<b>GICS</b>	全球行业分类标准	<b>TEG</b>	技术专家组
<b>GLOBIOM</b>	全球生物圈管理模型	<b>TIAM</b>	TIMES 综合评估模型
<b>GVA</b>	总附加值	<b>TPI</b>	转型路径倡议
<b>IAM</b>	综合评估模型	<b>UNEP</b>	联合国环境规划署
<b>IEA</b>	国际能源署	<b>UNEP FI</b>	联合国环境规划署金融倡议
<b>IIASA</b>	国际应用系统分析研究所	<b>UNFCCC</b>	联合国气候变化框架公约
<b>IMAGE</b>	全球环境评估综合模型	<b>(UN)PRI</b>	联合国支持的负责任投资原则
<b>IPCC</b>	政府间气候变化专门委员会	<b>VaR</b>	风险价值
<b>IRENA</b>	国际可再生能源署	<b>ViEW</b>	Vivid Economy-Wide
<b>JGCRI</b>	全球变化联合研究所	<b>WACC</b>	资本加权平均成本
<b>KPI</b>	关键业绩指标	<b>WRI</b>	世界资源研究所
<b>MAGPIE</b>	农业生产及其环境影响模型		

# 术语表

<b>急性风险</b>	突发天气事件带来的风险,通常高度局部化并会产生即时影响
<b>照常发展情景</b>	以根据历史标准预测全球能源体系的一组假设为基准的情景
<b>碳泄漏</b>	某个司法管辖区引入碳价,但其他司法管辖区未引入,引起贸易格局变化,从而导致排放从一个地区转移到另一个地区
<b>慢性风险</b>	缓慢、渐进的天气变化带来的风险,产生的影响通常逐渐增加
<b>气候风险价值(CVaR)</b>	特指 Carbon Delta 的实体风险和转型风险评估工具
<b>对应方</b>	可能面临金融风险的实体。在本报告中,指受气候相关风险影响的实体,如国家、公司、独立设施等
<b>法律风险</b>	气候相关诉讼带来的风险
<b>市场风险</b>	低碳转型期间,对应方供求格局和相对竞争力发生变化的风险
<b>实体风险</b>	泛指气候变化的实体影响带来的风险
<b>政策风险</b>	气候相关政策变化(如碳价)带来的风险
<b>辐射强迫</b>	气候因素对地表辐射能的影响
<b>声誉风险</b>	对应方因采取气候变化相关行动而给自身声誉带来的风险
<b>范围一排放</b>	组织控制或拥有的排放源产生的直接排放
<b>范围二排放</b>	使用电力、热力、蒸汽产生的直接排放
<b>范围三排放</b>	组织活动产生的间接排放,包括上游和下游排放
<b>技术风险</b>	因创新引起技术相对成本变化而产生的风险
<b>眼界悲剧</b>	监管方和经济参与者对气候变化的时间范围和影响的看法不一致
<b>转型风险</b>	泛指低碳(或零碳)经济转型带来的风险
<b>风险价值</b>	衡量投资损失风险。本报告提到情景分析方法时,通常将风险价值称为“气候变化的风险价值”,但 Carbon Delta 的“气候风险价值”特指其专有评估工具。

# 参考文献

- 2° Investing Initiative. (2016). 2°C Portfolio Assessment Documentation. Retrieved from <http://www.transitionmonitor.com/wp-content/uploads/2017/04/2-Degrees-Investing-Initiative-2D-Portfolio-Assessment-Tool-Methodology-Briefing.pdf>
- Acclimatise. (2018). Aware for Projects: Fast, Comprehensive Climate Risk Screening. Retrieved from [http://www.acclimatise.uk.com/wp-content/uploads/2018/11/Aware\\_brochure\\_Nov2018.pdf](http://www.acclimatise.uk.com/wp-content/uploads/2018/11/Aware_brochure_Nov2018.pdf)
- American Meteorological Society. (2018). Heatwaves, droughts and floods among recent weather extremes linked to climate change.
- Bank of England. (2015). Breaking the Tragedy of the Horizon – climate change and financial stability Speech given by Governor of the Bank of England Chairman of the Financial Stability Board Lloyd’s of London. (September), 1–16.
- Binham, C., & Crow, D. (2018). Carney plans to test UK banks’ resilience to climate change. Retrieved from Financial Times website: <https://www.ft.com/content/0ba2390a-ffd4-11e8-ac00-57a2a826423e>
- Cambridge Institute for Sustainability Leadership. (2019). Physical risk framework: Understanding the impacts of climate change on real estate lending and investment portfolios.
- Carbon Tracker Initiative. (2017). 2 degrees of separation: Transition risk for oil and gas in a low carbon world. Retrieved from <http://2degreeseperation.com/Original-report.html>
- Carbone 4. (2016). Carbon Impact Analytics. Retrieved from <http://www.carbone4.com/wp-content/uploads/2016/08/CarbonImpactAnalytics.pdf>
- Carbone 4. (2017). Climate Risk Impact Screening: The methodological guidebook. (November), 1–33. Retrieved from [http://crisforfinance.com/wp-content/uploads/2017/11/CRIS-Guidebook\\_Publicversion\\_Nov2017.pdf](http://crisforfinance.com/wp-content/uploads/2017/11/CRIS-Guidebook_Publicversion_Nov2017.pdf)
- Chazan, G., & McGee, P. (2016, April 26). Germany seeks lead in electric car race with €1bn subsidies. Financial Times. Retrieved from <http://www.ft.com/cms/s/0/37be63a8-0c50-11e6-9456-444ab5211a2f.html#axzz47brRFo5M>
- Chen, C. ;, Noble, I. ;, Hellmann, J. ;, Coffee, J. ;, Murillo, M. ;, & Chawla, N. (2015). University of Notre Dame Global Adaptation Index Country Index Technical Report. 45.
- Climate Action Tracker. (2019). Country Assessments. Retrieved from <http://climateactiontracker.org/>
- De Nederlandsche Bank. (2018). An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands. Occasional Studies, 16(7).
- Deutsche Asset Management, & Four Twenty Seven. (2017). Measuring physical climate risk in equity portfolios. Deutsche Asset Management Global Research Institute, (November), 32. Retrieved from [http://427mt.com/wp-content/uploads/2017/11/Physical\\_Climate\\_Risk\\_FourTwentySeven\\_November2017.pdf](http://427mt.com/wp-content/uploads/2017/11/Physical_Climate_Risk_FourTwentySeven_November2017.pdf)
- EIOPA. (2018). 2018 Insurance Stress Test report. <https://doi.org/10.2854/613482>
- EY, & Vivid Economics. (2018). Westpac NZ: Climate Change Impact Report. (April). Retrieved from <https://www.westpac.co.nz/assets/Sustainability/Westpac-NZ-Climate-Change-Impact-Report.pdf>
- Fletcher, L., Crocker, T., Smyth, J., & Marcell, K. (2018). Beyond the cycle. CDP, (November). Retrieved from [https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b-4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/003/858/original/CDP\\_Oil\\_and\\_Gas\\_Executive\\_Summary\\_2018.pdf?1541783367](https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b-4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/003/858/original/CDP_Oil_and_Gas_Executive_Summary_2018.pdf?1541783367)
- Harvey, C. (2018). Cement Producers Are Developing a Plan to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions. Retrieved from E&E News, Scientific American website: <https://www.scientificamerican.com/article/cement-producers-are-developing-a-plan-to-reduce-co2-emissions/>
- Hausfather, Z. (2018). Explainer: How “Shared Socioeconomic Pathways” explore future climate change. Retrieved from Carbon Brief website: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>
- HSBC Global Asset Management, & Vivid Economics. (2019). Low-carbon transition scenarios: Exploring scenario analysis for equity valuations. (January). Retrieved from <https://no.assetmanagement.hsbc.com/en/institutional-and-professional-investor/news-and-insights/low-carbon-transition-scenarios>
- I4CE. (2018). Getting started on Physical climate risk analysis in finance – Available approaches and the way forward. ClimINVEST Research Project Work Package 1, (December). Retrieved from [https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2018/12/I4CE-ClimINVEST\\_2018\\_Getting-started-on-physical-climate-risk-analysis.pdf](https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2018/12/I4CE-ClimINVEST_2018_Getting-started-on-physical-climate-risk-analysis.pdf)
- IIASA. (2018). SSP Public Database – Version 2.0. Retrieved from <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>
- IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe, Eds.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245>
- IPCC. (2014a). Climate Change 2014 Synthesis Report. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC. (2014b). Summary for Policymakers. In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.

- IPCC. (2018). Summary for Policymakers. In Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Lloyd's of London. (2012). Case Study: Thailand Flooding 2011. Lloyd's Global Underinsurance Research.
- Meijl, H. Van, Havlik, P., Bodirsky, B., Dijk, M. Van, Doelman, J., Fellmann, T., ... Valin, H. (2017). Challenges of Global Agriculture in a Climate Change Context by 2050. JRC Science for Policy Report. <https://doi.org/10.2760/772445>
- Mercer. (2015). Investing in a time of climate change. Retrieved from <https://www.mercer.com/content/dam/mercer/attachments/global/investments/mercer-climate-change-report-2015.pdf>
- Moody's Investors Service. (2016). How Moody's Assesses the Physical Effects of Climate Change on Sovereign Issuers. (November). Retrieved from <https://www.eticanews.it/wp-content/uploads/2017/01/Moodys-climate-change-and-sovereigns-November-7.pdf>
- Moody's Investors Service. (2018). Carbon transition manageable for most; significant credit pressure in event of more ambitious transition. Sector In-Depth, (July), 1–15. Retrieved from [https://www.moodys.com/research/Moodys-Carbon-transition-risk-manageable-for-most-sovereign-oil-and--PR\\_386002](https://www.moodys.com/research/Moodys-Carbon-transition-risk-manageable-for-most-sovereign-oil-and--PR_386002)
- NGFS. (2019). A call for action: climate change as a source of financial risk. First Comprehensive Report, (April).
- Ortec Finance. (2019). Systemic Climate Risk Scenario Solution Methodology & Product Suite Overview. Retrieved from <https://www.ortecfinance.com/en/insights/products/systemic-climate-risk>
- PRI. (2016). Global Guide to Responsible Investment Regulation.
- PRI. (2019). TCFD-based reporting to become mandatory for PRI signatories in 2020. Retrieved from <https://www.unpri.org/news-and-press/tcfdbased-reporting-to-become-mandatory-for-pri-signatories-in-2020/4116.article>
- Schroders. (2017). Climate change: redefining the risks. (September), 1–9. Retrieved from <https://www.schroders.com/en/sysglobalassets/global-assets/english/pdf/climate-change---redefining-the-risks.pdf>
- Sijm, J. P. M., Hers, S. J., Lise, W., & Wetzelaer, B. J. H. W. (2008). The impact of the EU ETS on electricity prices. In Energy research Centre of the Netherlands (ECN).
- TCFD. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (June).
- TCFD. (2018). 2018 Status Report Task Force on Financial Disclosures : Status Report. (September).
- Technical Expert Group on Sustainable Finance. (2019). Report on Climate-Related Disclosures. European Commission, (January).
- The Associated Press. (2011). Thai flooding disrupts auto supply chains. Retrieved from CBC news website: <https://www.cbc.ca/news/business/thai-flooding-disrupts-auto-supply-chains-1.1049854>
- The Royal Society. (2018). Keeping global warming to 1.5°C Challenges and opportunities for the UK. 1–6.
- The World Bank. (2012). Advancing Disaster Risk Financing and Insurance in ASEAN Member States : Framework and Options For Implementation (Vol. 1). Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/04/16541964/advancing-disaster-risk-financing-insurance-asean-member-states-framework-options-implementation-vol-2-2-technical-appendices>
- Transition Pathway Initiative. (2018). Methodology and Indicators Report. (May). Retrieved from <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/tpi/wp-content/uploads/2018/07/Methodology-and-indicators-report-May-2018-online-1.pdf>
- Trucost. (2019). TCFD Scenario Analysis: Integrating future carbon price risk into portfolio analysis. S&P Global. Retrieved from <https://www.trucost.com/publication/tcf-scenario-analysis-integrating-future-carbon-price-risk/>
- UN Environment. (2018a). Emissions Gap Report 2018.
- UN Environment. (2018b). Global Trends in Renewable Energy Investment 2018.
- UNEP FI, & Acclimatise. (2018). Navigating a New Climate. (July). Retrieved from <http://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/07/NAVIGATING-A-NEW-CLIMATE.pdf>
- UNEP FI, & Oliver Wyman. (2018). Extending Our Horizons. Retrieved from <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/04/EXTENDING-OUR-HORIZONS.pdf>
- UNFCCC. (2011). Fact sheet: Climate change science – the status of climate change science today. (February 2011), 1–7.
- UNFCCC. (2015). Paris Agreement. 1–16. Retrieved from [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_english.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english.pdf)
- UNFCCC. (2019). Paris Agreement – Status of Ratification. Retrieved from <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>
- WWF. (2018). European Asset Owners: Climate Alignment of Public Equity and Corporate Bond Portfolios.



[www.unepfi.org](http://www.unepfi.org)



[info@unepfi.org](mailto:info@unepfi.org)



[/UNEPFinanceInitiative](https://www.facebook.com/UNEPFinanceInitiative)



[@UNEP\\_FI](https://twitter.com/UNEP_FI)