

# 中国绿色金融主流化与加速低碳转型项目报告

中央财经大学绿色金融国际研究院

2022年3月

## 目录

第一部分 研究背景.....	1
一、国际层面：G20 框架下金融机构环境与气候风险管理日益重要.....	1
二、国内层面：“双碳”目标下中国经济低碳转型迎来新的发展机遇.....	1
第二部分 研究目的及意义.....	2
一、自上而下贯彻我国绿色金融相关政策要求.....	2
二、推动高碳行业加快实现低碳转型.....	2
三、促进企业和金融机构加深对环境风险的认知并进行量化分析管理.....	2
第三部分 研究现状.....	3
一、环境及气候风险.....	3
二、环境压力测试的基本概念及框架.....	5
三、环境压力测试相关实践.....	6
四、现状总结.....	7
第四部分 传统电力、热力生产和供应企业的环境压力测试.....	7
一、研究方法.....	7
二、实证分析.....	8
三、研究结论.....	10
第五部分 银行业金融机构的环境压力测试.....	11
一、研究方法.....	11
二、实证分析.....	11
三、研究结论.....	17
第六部分 问题与挑战.....	17
一、市场缺乏兼具科学性与实践性的分析模型和工具.....	17
二、环境与气候风险敞口相关的数据可获得性较低.....	18
三、缺乏情景假设与敏感性分析的相关资料.....	18
四、部分企业、金融机构开展环境与气候压力测试的基础建设不完备.....	18
第七部分 建议与展望.....	19
一、逐步完善金融机构环境压力测试的方法学.....	19
二、完善职能机构建设，推动市场研究与宣传.....	19
三、协同促进环境与气候风险评估体系标准化.....	19

四、开发多样化金融工具，缓解环境与气候风险压力.....20

五、结合授信机制，引导资本助力可持续转型.....20

六、提升碳能效和技术创新水平，加速“双碳”目标实现.....20

## 第一部分 研究背景

### 一、国际层面：G20 框架下金融机构环境与气候风险管理日益重要

2015 年 12 月 12 日，在巴黎举行的全球气候变化大会正式通过了《巴黎协定》这一重要的全球性气候协议。该协议的最大共享在于明确了全球共同追求的“硬指标”。目前研究显示，全球气候平均气温已经比工业化前升高大约 1 摄氏度。只有全球尽快实现温室气体排放达到峰值，本世纪下半叶实现温室气体净零排放，才能降低气候变化给地球带来的生态风险以及给人类带来的生存危机。

气候变化是导致经济和金融体系结构性变化的重大因素之一，具有“长期性、结构性、全局性”特征，正在引起全球金融机构的重视。2016 年，在中国担任主席国期间，G20 峰会把绿色金融纳入了财经渠道的议题，并发起了 G20 绿色金融研究小组，提出了七项发展绿色金融的倡议都写进了《G20 领导人杭州峰会宣言》，其中一项重要内容就是推动金融机构开展环境风险分析的国际交流。2017 年，G20 绿色金融研究小组提出了两项新的倡议，包括鼓励金融机构开展环境风险分析和改善公共环境数据可获得性和可用性的倡议。2018 年 1 月，由法国、中国、英国、德国、墨西哥、荷兰、新加坡、瑞典共八个国家的央行和金融监管机构发起了“央行与监管机构绿色金融网络”，如何推动金融机构披露环境信息和开展环境风险分析将成为该“网络”的重要议题。

### 二、国内层面：“双碳”目标下中国经济低碳转型迎来新的发展机遇

2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，提出“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”的新达峰目标与碳中和愿景。2020 年 10 月，党的十九届五中全会将“碳排放达峰后稳中有降”列入我国 2035 年远景目标，要求制定 2030 年前碳排放达峰行动方案。在疫后经济复苏新时期，绿色复苏逐渐成为国际共同发展目标，在此重要战略机

遇期，中国保持与世界各国不断深化绿色发展合作，中国“碳达峰、碳中和”目标的提出，既是我国对国际社会做出的庄严承诺，更是我国经济社会全面绿色转型和可持续发展的目标和方向。同时，生态环境部、国家发展和改革委员会等五部委联合出台了《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》，进一步明确了气候投融资政策、标准及相关配套设施建设完善的时间节点。

2020年12月，中央经济工作会议部署应对气候变化重点工作，进一步提出“要抓紧制定2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。”

## 第二部分 研究目的及意义

### 一、自上而下贯彻我国绿色金融相关政策要求

首先，针对高碳行业及棕色资产开展环境压力测试是有效评估搁浅资产，针对性衡量环境和气候风险的关键步骤，是贯彻“碳中和、碳达峰”顶层战略目标的重要金融手段。而高碳行业低碳化发展是实现碳达峰、碳中和目标的必经之路，相关转型需求显得尤为迫切和重要。其次，对高碳行业企业与金融机构开展气候和环境压力测试同样是响应绿色金融发展、积极应对气候变化的重点内容。

### 二、推动高碳行业加快实现低碳转型

中国经济发展存在显著的地域空间差异，各细分行业与产业的资源、环境、生产要素发展等均具有行业特色与历史沿革。在应对气候变化、实现碳减排为核心的绿色发展领域，各产业在绿色与棕色资产分布、生产模式以及工艺流程等方面水平差异较大，有关生态环境治理与节能减排贡献等方面的具体进展也具有显著不同之处，因此各产业天然在绿色转型发展水平和潜力上存在差距。环境压力测试能够衡量标的资产在不同情景与敏感度水平下，由环境与气候风险冲击所造成的资产减值损失规模，从而具体定量反映各个行业现存风险阈值水平。

### 三、促进企业和金融机构加深对环境风险的认知并进行量化分析管理

对于金融机构而言，开展环境风险分析与管理可以有效识别和监测环境风险

敞口，防范和管理由环境因素所带来的金融风险。其次，环境风险分析可以帮助金融机构识别环境变化带来的商业机遇，并在此基础上开发支持环境改善的绿色金融产品和拓展新的业务。

对于企业而言，识别并采取必要措施量化管理环境与气候风险是战略性可持续发展的关键。环境压力测试通过采用情景分析与敏感性分析相结合的双重方式综合定向监测风险范围，同时具备运用金融科技的实操空间，能够更高效、高质量地提升企业主体识别自身生产经营的相关风险。同时，环境压力测试为动态方法学，相关实证结果同时可以用于测量企业风险管控体系的有效性，进而为企业减碳减排、绿色转型发展提供方向性指引。

### 第三部分 研究现状

#### 一、环境及气候风险

##### （一）基本分类与定义

环境风险可以定义为由于组织活动产生的废水、排放、废物、资源枯竭等对活生物体和环境的实际或潜在威胁，环境暴露，无论是物理、化学或者生物，都可能诱发有害反应，并可能影响土壤、水、空气、自然资源或整个生态系统，以及植物和动物（包括人类）以及居住的环境。对于气候风险，根据气候相关财务披露工作小组（Task Force Climate Related Financial Disclosures, TCFD）的定义，气候风险具体包括物理风险（突发环境事件和慢性环境事件）和转型风险（如政策、法规、技术、市场和声誉等）。

##### （二）传统化石能源企业面临的环境及气候风险

2021年2月，国务院发布了《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，该意见明确提出“到2025年，我国产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升。钢铁、石化、化工、有色、建材、纺

织、造纸、皮革等行业需要进行绿色化改造，实现工业绿色升级<sup>1</sup>。”在相关政策逐渐趋严的背景下，各大控排行业企业未来在资金来源方面将面临较为严峻的挑战，企业的低碳转型发展情况与自身财务绩效之间的逐步挂钩也将为倒逼其主动开展低碳转型实践。

在资金端，由于自身业务经营模式的发展特征，传统化石能源企业本身具有较高的环境风险，这一风险不仅对雇员、环境和社会造成负面影响，也会为投资者带来一定的损失。

同时，全国碳市场的逐步建立和完善，将进一步促进企业引进新技术，倒逼企业淘汰落后产能，形成绿色供应链，带动上下游企业的绿色发展，最终实现产业结构的转型升级。作为重点排放行业，传统化石能源行业的绿色转型将成为这一过程中的关键环节，受到转型风险较大影响。在产能过剩、能效标准提高、环境保护税、全国碳市场、水资源税和非水可再生能源规划项目的风险约束下，建立环境成本内部和环境风险分析工具，考虑不同压力情境下对煤电企业价值的影响，构建环境风险影响财务成本的压力测试框架。

### （三）金融机构面临的环境及气候风险

金融机构的风险（通常理解为下行风险），一般是指各种不确定因素或事件对其资产、负债、经营利润乃至其生存能力（即是否会倒闭）带来的负面影响。环境和社会因素对金融机构带来的风险分为以下五类：

一是经营风险（Operational Risk），若环境和社会风险导致客户/被投资方运营中断，导致相关金融机构将面临风险。二是信用风险（Credit Risk），若客户/被投资方由于环境问题不愿或无法履行合同，金融机构将面临信用风险；未投保的资产损失也可能导致银行贷款抵押品的价值下降，从而加大银行的信用风险。三是市场风险（Market Risk），若由于环境或气候问题使得金融机构持

<sup>1</sup> 中华人民共和国国务院（2021）. 国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见.  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content\\_5588274.html](http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content_5588274.html)

有的资产或为贷款提供抵押的资产的价值下降，金融机构将面临市场风险。四是责任风险（Liability Risk）。五是声誉风险（Reputation Risk），若客户/被投资方的环境问题带来了负面的社会影响，提供贷款或投资的金融机构将面临声誉风险。

## 二、环境压力测试的基本概念及框架

### （一）基本概念

关于压力测试的定义，由于存在不同的业务范畴和特点，国内外不同机构对其有不同的表述。国际证券监督机构组织规定，压力测试（stress testing）是假设市场在极端不利的情形时（如利率急升或股市重挫），分析对资产组合的影响效果，即测试该资产组合在这些关键市场变量突变的压力下的表现状况，看是否能经受得起这种市场的突变。国际货币基金组织（IMF）则从宏观经济视角进行定义，认为压力测试是有助于监测和预测金融系统潜在漏洞的宏观审慎分析的一个关键因素。它给金融稳健型指标的分析增加了一个动态元素，即金融稳健型指标对宏观经济的冲击的灵敏度或概率分布。

国内对压力测试的定义也不尽相同。原中国银监会发布的《商业银行压力测试指引》中，将压力测试定义为“一种银行风险管理和监管分析工具，用于分析假定的、极端但可能发生的不利情景对银行整体或资产组合的冲击程度，进而评估其对银行资产质量、盈利能力、资本水平和流动性的负面影响。压力测试是一种以定量分析为主的风险分析方法，通过测算银行在遇到假定的小概率事件等极端不利情况下可能发生的损失，分析这些损失对银行盈利能力和资本金带来的负面影响，进而对单家银行、银行集团和银行体系的脆弱性做出评估和判断，并采取必要措施。”

### （二）主要特点

环境压力测试是借鉴压力测试的思想，对金融机构或企业主体可能面临的环

境风险进行量化评价的一类方式，主要特点可以概括为以下三个方面：

第一，环境压力测试可以用来分析大概率环境因素变化对金融机构和企业主体的影响。

第二，环境压力测试可以对较小概率或非常不确定的环境事件所导致的后果进行分析。

第三，环境压力测试能量化特定情景下的风险敞口和导致的损失。

### （三）风险评估与管理框架

面对环境和气候风险，金融机构与企业主体如何对其进行评估和管理，是本研究要探究的内容之一。风险评估管理的第一步就是评估风险敞口，具体来说，要分析环境和气候风险的具体因素，如政策和法律因素、技术因素、市场和经济因素和声誉因素等，从这些因素和角度出发进一步从公司的实物资产中确定其环境和气候风险敞口；第二步是估算其具体风险，对确定的风险敞口进行筛选，并对剩余实物/金融资产进行相应的压力测试和估值；第三步就是对风险进行管理，管理方法包括规避风险和管理风险两个方面，其中风险部门要做好尽职调查，并促进风险定价的多样化。

## 三、环境压力测试相关实践

在气候风险带来的巨大压力背景下，国际层面上，识别和管理环境风险已经成为金融业促进可持续发展的重要工作，多国公共部门也通过可持续金融管理体系构建等方式，助力可持续发展目标实现。为更好地了解国际金融机构、监管当局和中央银行为环境风险分析开展的实践，G20 绿色金融研究小组组织专家对当前国际层面已经开展环境压力测试实践的金融机构进行了统计，并对其风险分析方法/模型进行了梳理和描述。

近年来，中国也开展了对压力测试方面的探索和实践。巴曙松等归纳分析了压力测试的优缺点，讨论了压力测试中的实际操作细节及对于数据缺乏的发展中

国家如何有效地实施压力测试。徐明东等深入分析了宏观压力测试核心理论模型的构建和常用方法，并对实践中的典型压力测试系统进行了比较分析。2015年，中国工商银行首次研究了企业环境成本内部化对商业银行风险的影响，并对火电、水泥两个重点污染行业进行了压力测试。2017年4月，中央财经大学绿色金融国际研究院发布基金与保险资管业环境压力测试方法，对资产管理业所投资持有的股票、债券、股权投资和不动产等进行情景分析和敏感性分析，进而影响投资收益。

#### 四、现状总结

由上述研究现状的综述可以看出，当前国内外对于环境压力测试的研究和相关实践仍处于起步阶段，还存在诸多探索与创新空间，具体而言可以分为以下三个方面：

第一，目前金融机构的环境压力测试主要集中于银行业以及信用风险的分析，缺少对资产组合在环境因素影响下所面临的市场风险考量。

第二，对于环境和气候风险仍主要局限在碳风险，而对环境污染、水资源成本上升等涉及较少，或者只有对气候政策风险的综合分析，而未对某一方面风险进行具体分析。

第三，环境压力测试方法学较为单一，多数采用情景分析，敏感性分析使用较少。

### 第四部分 传统电力、热力生产和供应企业的环境压力测试

#### 一、研究方法

本研究实证采用环境风险定价模型，针对全A股上市公司深入探究环境风险对企业预期收益率的影响，并对企业的因子暴露、风险价值及违约风险进行估计。

该环境风险定价模型主要分为因子模型及风险模型两部分。在国家相关文件的指引下，通过构建反映环境影响的因子模拟投资组合，计算得出对应的环境因

子收益率序列。

## 二、实证分析

由于上市公司风险的衡量依赖于其股票市场的量价数据，不能直接适用于非上市公司，故需要进行匹配。本研究以某一发电企业为样本，与全 A 股上市公司进行匹配，获取可参照的企业样本进行环境风险模拟，进而估测非上市样本企业可能面临的环境风险暴露、风险价值以及违约风险。该案例相关实证分析研究所使用的 A 股上市企业资产规模、资产收益率等数据来自 Wind 数据库；非上市样本企业的非公开数据由该企业提供。

### （一）与电力板块上市 A 股企业进行样本匹配

首先，基于样本企业所在行业特性，课题组在 A 股中选取企业与样本企业进行匹配。最后，在 74 家符合证监会电力、热力生产和供应行业标准的同类型公司中，根据匹配的相似程度进行排名，选取出前十名。

### （二）环境风险实证结果

#### 1. 风险暴露实证结果

表 1. 样本匹配度排名前十上市公司环境因子分析

证券简称	环境因子 $\beta$			
	系数	P 值	t 值	显著性
闽东电力	0.2502	0.0757	1.7803	
郴电国际	0.2175	0.0002	3.8010	***
华电能源	0.2684	0.0627	1.8663	
梅雁吉祥	0.2286	0.0047	2.8437	**
东旭蓝天	0.2178	0.0460	2.0009	*
西昌电力	0.0309	0.8047	0.2475	
大连热电	0.1251	0.1419	1.4712	
深南电 A	0.1641	0.1814	1.3385	
明星电力	0.1239	0.0287	2.1940	*
天富能源	0.2515	0.0660	1.8430	
样本企业（估测）	<b>0.1878</b>	<b>0.0423</b>	<b>1.9386</b>	<b>*</b>

数据来源：IIGF, Wind 数据库

在环境风险暴露分析中，课题组对股票的历史收益率进行回归计算，从而得

到企业在环境因子上的风险暴露和对样本企业环境风险暴露情况的估计。由表 1 结果可知，样本企业的环境因子系数估计为 0.1878，对应 p 值为 0.0423，说明在 95%的置信水平下，该企业的环境因子收益率和股票收益率显著正相关。

## 2. 风险价值实证结果

表 2. 样本匹配度排名前十上市公司风险价值与条件期望损失分析

证券简称	风险价值（包含环境因子）		条件期望损失 （单日）	排名
	95%VaR（单日）	99%VaR（单日）		
闽东电力	5.7830%	8.2143%	-1.3230%	1
郴电国际	4.0347%	5.7341%	-1.3698%	2
华电能源	5.1013%	7.2458%	-1.3724%	3
梅雁吉祥	5.1823%	7.3576%	-1.5632%	4
东旭蓝天	4.4910%	6.9833%	-0.7527%	5
西昌电力	4.9078%	6.9710%	-1.2398%	6
大连热电	4.1104%	5.8423%	-0.3642%	7
深南电 A	5.8259%	8.2761%	-1.5735%	8
明星电力	4.3365%	6.1603%	-1.3624%	9
天富能源	5.0754%	7.2154%	-1.5072%	10
<b>样本企业（估测）</b>	<b>4.9267%</b>	<b>7.0000%</b>	<b>-1.2428%</b>	-

数据来源：IIGF, Wind 数据库

为了衡量资产极端损失风险，本课题组通过计算在险价值（VaR）与条件期望损失（MES），对上市企业的风险价值进行测算。由表 2 结果可知，在考虑环境因子的前提下，各匹配企业的在险价值均为正。同时，在 95%的置信水平下，样本企业单日的在险价值损失不会超过当日资产总值的 4.9267%；在 99%的置信水平下，该单日在险价值损失不会超过 7%。

由 MES 结果可知，排名前十的匹配企业 MES 均为负值，说明当环境因子收益率大于对应收益序列的第 90 百分位数时，企业不会遭受资产损失。在环境因子收益率满足给定条件的情况下，样本企业 MES 值为-1.2428%，不会遭受资产损失。

## 3. 违约风险实证结果

表 3. 样本匹配度排名前十上市公司违约风险分析

证券简称	违约距离	违约概率	排名
------	------	------	----

闽东电力	3.0091	0.1310%	1
郴电国际	3.1914	0.0708%	2
华电能源	2.4711	0.6735%	3
梅雁吉祥	10.4668	0.0000%	4
东旭蓝天	2.7211	0.3253%	5
西昌电力	3.3010	0.0482%	6
大连热电	3.6125	0.0152%	7
深南电 A	4.0594	0.0025%	8
明星电力	4.3779	0.0006%	9
天富能源	2.7761	0.2751%	10
<b>样本企业（估测）</b>	<b>3.9987</b>	<b>0.0032%</b>	-

数据来源：IIGF, Wind 数据库

在违约风险方面，违约距离越大，表明目标公司越不容易违约。对十家公司的数据进行平均得到样本企业违约距离和违约概率的估计，其中，样本企业违约距离为 3.9987，对应违约概率仅有 0.0032%。

### 三、研究结论

本研究通过行业分类标准及计算欧氏距离，匹配得到十家与样本企业相似的上市企业。根据该十家上市企业的环境因子模型测算结果，对样本企业在考虑环境因子后的风险进行估计。实证结果发现：

根据计算得到的环境风险暴露数据可知，该样本企业的环境因子收益率和股票收益率正相关。在 95%的置信区间下，估计得到的样本企业环境因子系数为 0.1878。

样本企业的环境因子收益率对资产预期收益贡献为正，进而对在险价值影响为负。在 95%的置信区间下，该企业在一天内面临的风险损失不超过 4.9267%，约为 2.5272 亿元；在 99%的置信区间下，该风险损失不会超过 7%，约为 3.5907 亿元。此外，当样本企业的环境因子收益率大于其历史收益序列的第 90 百分位数时，样本企业 MES 值为-1.2428%，即当日内不会遭受损失。

样本企业的违约风险较低。根据对十家匹配公司的违约距离进行平均可知，在考虑环境因子的情况下，估计出的样本企业违约概率极低，仅有 0.0032%。

从上述研究发现，非上市企业可以通过资产规模等数据与同行业上市企业进行匹配，进而运用环境因子模型对匹配程度较高的上市企业进行风险测算，对该非上市企业环境风险作出评估。样本企业的环境因子收益率会对其股票收益率带来显著的正面影响，即环境因子收益率越高，股票收益率越高。因此，未来公司在经营上需要加强环境相关的风险管理，如深入调研企业内控现状、完善相关风险评估与信息体系、组织相关培训，避免搁浅资产所造成的超额损失。

## 第五部分 银行业金融机构的环境压力测试

### 一、研究方法

本研究有针对性地对重点行业及企业的环境与气候相关风险进行深入研究，开展环境压力测试分析，旨在进一步调整行内资产配置结构和投资方向。环境压力测试具体可分为选择压力测试标的资产及承压对象、确定施压指标与承压指标、进行压力情景设置、压力测试模型选择与测算、测试结果分析与应对五个步骤。

在风险敞口计算中，本研究主要采用两种方法进行环境风险衡量：采用“自下而上”法对样本企业因环境压力产生的财务绩效变动情况进行分析；采用以风险值模型为核心的环境压力测试方法，以将风险值货币化，进而为商业银行的信贷管理提供决策依据和量化参考。

### 二、实证分析

本研究以中国某一大型银行为样本银行，对棕色属性信贷资产进行环境压力测试，选择了水泥、煤电和石化这三类高碳行业，并基于不同行业的不同特性，重点关注在“碳中和”及绿色转型大背景下其所面临的关键环境与气候风险。本研究在三类行业中共筛选了六家样本企业进行细化到单个企业层面的压力测试。

#### 方法一：“自下而上”的企业财务传导模型

该方法采用“自下而上”的企业财务传导模型进行测算，并选取碳配额和环

保税作为外部环境因子进行分析。

### 1、碳配额的实证分析

本研究参考广东省在碳配额分配方面的领先试行作为情景设置依据。随着“碳中和”进程的推进，碳市场配额预计将呈现“先松后紧”的趋势，企业配额总量将逐渐收紧，有偿分配比例逐渐增加。本研究以 100% 免费配额为基准情景，压力测试情景分别设置为 95% 免费配额的轻度情景、90% 免费配额的中度情景及 85% 免费配额的重度情景，对样本企业在不同情景下的成本增量进行测算。

表 4. 碳配额紧缩风险情景假设

程度	对应情景
轻度	免费碳配额比例为 95%
中度	免费碳配额比例为 90%
重度	免费碳配额比例为 85%

基于碳配额紧缩风险的情景假设，对样本企业在不同情景下的成本增量进行测算。有偿额成本则选取截至 2021 年 8 月 31 日全国碳市场碳排放配额（CEA）的碳价 45.35 元/吨进行估算。

水泥、电力、石化三大行业的碳配额压力情景分析结论如下：

**水泥行业：**随着碳配额政策的紧缩，未来企业可能将付出更多的碳排放成本。即使在轻度情景下，水泥行业也面临额外的成本支出，且在三个行业样本企业中，水泥行业受碳配额影响最显著，增量成本最大。

**电力行业：**在轻度情景下两家样本企业的碳配额免费额度仍然满足企业排放量，无需支持额外成本，但在中度和重度情景下两家样本企业均需支出额外的碳成本，且受企业规模和碳排放量影响较大。

**石化行业：**石化样本企业也明显受到碳配额紧缩的影响而需支出更多的额外成本，但相较于水泥行业的增加成本量相对较小。

## 2、环保税的实证分析

根据《中华人民共和国环境保护税法》，当前大气污染物的税额为 1.2 元-12 元每污染当量，水污染物的税额为 1.4 元-14 元每污染当量，固体废物根据类别不同税额在 5-25 元每吨，其中危险废物为 1000 元每吨。综合当前相关污染物项目的适用税额和《中华人民共和国环境保护税法》中对固体废弃物和危险废物的适用税额进行压力情景设置，同时考虑“碳中和”背景下环保规制力度将日益严格的趋势，进行样本企业的环境保护税增量成本测算。样本企业环境保护税基准情景数据摘自各样本企业 2020 年度财务报告，其中部分企业取其历史均值，未进行环境保护税披露的样本企业不予测算。

表 5. 环保税力度情景假设

		单位	基准情景	轻度情景	中度情景	重度情景
环 境 保 护 税 适 用 税 额	大气污染物税额	元每污染当量	1.2	2.4	6	12
	重金属污染物（铬酸雾、汞及其化合物、铅及其化合物、镉及其化合物）	元每污染当量	1.8	3.6	9	18
	水污染物（除五类重金属污染物项目）	元每污染当量	1.4	2.8	7	14
	水污染物（总汞、总镉、总铬、总砷、总铅五类重金属污染物项目）	元每污染当量	1.8	3.6	9	18
	一般固体废物 <sup>2</sup>	元每吨	20.83	41.67	104.17	208.33
	危险废物	元每吨	1000	2000	5000	10000

从环保税力度的情景分析结果来看，随着环保税税额提高企业所支出的税金成本也有所提高，但由于当前环保税整体税收力度还是相对较小，且情景假设的条件也设定在当前国家标准的额度范围内，因此对企业来说环保税带来的成本压力也相对较小。

<sup>2</sup> 根据《中华人民共和国环境保护税法》固体废物税额为：冶炼渣 25 元每吨；粉煤灰 30 元每吨；炉渣 25 元每吨；煤矸石 5 元每吨；尾矿 15 元每吨；其他固体废物（含半固态、液态废物）25 元每吨。这里取平均值 20.83 元每吨。

### 3、样本企业财务指标传导

根据得出的不同压力情景下企业的增量成本，进一步将增量成本作用于样本企业的初始年度财务报表数据，在假定其他条件不变的情况下，计算得出新的财务绩效指标。根据增量成本的传导作用，本研究得出以下三个财务绩效指标的变动情况：营业净利润率、成本费用利润率和资产负债率。从样本企业盈利能力来看，环境因子带来的增量成本对企业的营业净利润率和成本费用利润率均造成下降的影响，但不同行业样本企业的影响程度不同。

#### 方法二：资本定价模型

第二种方法采用创新的资本定价模型法开展压力测试，由于该方法对历史数据的要求较高，因此在该方法中分别用碳价风险和环保力度替代碳配额和环保税作为样本企业的外部环境风险，并进一步测算传导至银行端的风险敞口 VaR 值。

#### 1、碳价风险的实证分析

本研究六家样本企业中一家为上市企业，另外五家为非上市企业，选取匹配样本的月度股价收益率作为市场模型的解释变量，并选取广州碳排放交易所的碳价月度数据和石化、电力、水泥三个行业的行业指数分别作为自变量，带入压力测试模型中测算不同碳价情景下样本企业的最大风险敞口 VaR 值。变量序列区间为 2013 年 12 月至 2021 年 8 月，共 93 个时点。

在情景设定上以广州碳排放交易所 2021 年 8 月 31 日 39.89 元/吨的现价为基准情景，压力情景设定则根据《2020 年中国碳价调查报告》、国际能源署 IEA 和世界银行的预测<sup>3</sup>，分别设定 93 元/吨、167 元/吨和 450 元/吨的轻、中、重度情景。

<sup>3</sup> 《2020 年中国碳价调查报告》预测，全国碳排放权交易价格在到 2030 年碳价有望达到 93 元/吨，并于 2050 年超过 167 元/吨。而国际能源署 IEA 和世界银行预测，要实现巴黎协定目标，2030 年总过碳价可能要从当前水平上升到 450 元/吨。

**表 6. 碳价风险情景假设**

程度	对应情景
轻度	碳价上升至 93 元/吨
中度	碳价上升至 167 元/吨
重度	碳价上升至 450 元/吨

表 7 展示了 6 家样本企业在 2013 年 12 月至 2021 年 8 月期间对碳风险的最大风险值 (VaR) 计算。根据测算结果可以看出, 在碳价达到轻度情景假设的 93 元/吨时, 在 5% 极端风险产生时, 样本企业因为碳风险而发生的最大可能损失比例在 7.34% 到 19.09% 之间; 在碳价达到中度情景的 167 元/吨时, 样本企业发生的最大可能损失比例进一步升高, 其中一家石化企业受碳风险影响最大, 相较于基准情景, 发生最大可能损失的比例值增加约 3 倍; 在碳价达到重度情景的 450 元时, 水泥行业和石化行业样本企业最大可能损失的比值均较基准情景上升明显, 而两家电力行业的样本企业相对来说受碳风险影响较小, 最大可能损失比值上升幅度较小。整体来看, 石化行业受碳价风险的影响最大, 主要原因是石化行业相关产品价格也可能受碳价等相关环境宏观因素的影响而发生波动。其次为水泥行业, 而电力行业受碳价风险的影响相对较小。因此随着未来我国碳价的提高, 银行在样本行业中需重点关注石化行业受到的风险影响。

**表 7. 不同碳价情景下样本企业风险分析**

样本企业	基准情景 VaR % (95%置信区间)	轻度情景 VaR % (95%置信区间)	中度情景 VaR % (95%置信区间)	重度情景 VaR % (95%置信区间)
水泥企业 A	-10.48	-17.44	-28.27	-58.79
水泥企业 B	-11.74	-15.82	-21.98	-37.71
电力企业 C	-9.76	-10.91	-13.25	-22.72
电力企业 D	-6.57	-7.34	-8.91	-15.07
石化企业 E	-10.82	-19.09	-41.20	-86.14
石化企业 F	-13.98	-16.53	-20.71	-36.13

## 2、环境治理投资力度的风险分析

为综合衡量各类宏观政策对水泥、电力和石化企业的微观影响, 本研究将参

考国家统计局与生态环境部历年发布的《中国环境统计年鉴》，并以工业污染源治理投资作为国家整体层面的环保力度基准因素来设定相关情景，并开展情景分析。

本研究选取我国工业污染源治理投资额<sup>4</sup>作为环境因子带入压力测试模型中，并假设环境治理投资额增加一倍、二倍、三倍分别为轻、中、重度情景，进而去测算不同压力情景下样本企业的最大风险损失（VaR）。

**表 8. 环境治理投资力度情景假设**

程度	对应情景
轻度	工业污染源治理投资增加一倍
中度	工业污染源治理投资增加二倍
重度	工业污染源治理投资增加三倍

表 9 展示了 6 家样本企业在 2013 年 12 月至 2021 年 8 月期间对环境治理投资力度的最大风险值（VaR）计算。根据测算结果可以看出，当环保治理投资力度增加时，电力行业样本企业的风险敞口均变大，在不同环境压力测试情景下的最大风险损失比例均随着压力情景增大而提高。而水泥行业样本企业的风险敞口呈现不同趋势，风险敞口变动可能受企业个体影响而有所不同。但石化行业样本企业受环保治理投资力度影响为正相关，风险敞口随着情景加重而减小，环保治理投资力度对其影响不显著。因此，对银行来说，从行业整体来看，在三个样本行业中更需关注电力行业受环保投资力度的影响。

**表 9. 不同环境治理投资力度情景下样本企业风险分析**

样本企业	基准情景 VaR % (95%置信区间)	轻度情景 VaR % (95%置信区间)	中度情景 VaR % (95%置信区间)	重度情景 VaR % (95%置信区间)
水泥企业 A	-11.16	-12.32	-13.49	-14.65
水泥企业 B	-11.82	-11.53	-11.22	-10.90
电力企业 C	-8.83	-11.27	-15.09	-19.03
电力企业 D	-7.39	-9.30	-12.38	-15.62
石化企业 E	-11.01	-10.09	-8.95	-8.05
石化企业 F	-14.29	-13.01	-11.45	-10.36

<sup>4</sup> 依据《中国环境统计年鉴》抓取 2013 年到 2019 年工业污染源治理投资的历史数据。

### 三、研究结论

从环境压力测试模型的测试结果来看，可以得出以下结论：

在考量政策风险和市场风险的情况下，水泥行业企业的信用风险会受更紧缩的环境宏观环境影响较大，银行在投资水泥行业企业时需格外关注该行业因外部多重环境因素变动而产生的信用风险负面影响，包括碳价波动、国家环保投资力度等。在未来风险管理中，可进一步考虑将碳市场、行业环保政策等因素纳入企业信用风险分析的宏观部分，并加大环境因素在信用评价体系中的权重。

其次为电力行业，银行在投资电力行业时需重点关注碳价对电力行业带来的影响，同时由于电力行业作为率先纳入全国碳市场的重点行业，碳价也会对该行业企业的信用风险造成一定程度的影响。因此在对电力行业的风险管理中，银行可率先将碳价因素纳入考量，在部分已经试行更为严格的碳配额政策的地区（如广东省）也开展先试先行，将企业的碳排放因素纳入信用评价体系中。

而对石化行业，整体来看受可量化衡量的政策和市场风险的影响较小，但对碳价波动更为敏感，其信用风险敞口也会随碳价提高而加大投资的最大可能损失。因此对石化行业的风险管理需更多关注碳价因素带来的传导作用，可在行内建立 VaR 值的风险管理模型，通过对碳价的实时波动来监测贷款企业的风险敞口变动情况。

## 第六部分 问题与挑战

### 一、市场缺乏兼具科学性与实践性的分析模型和工具

绿色金融发展进程仍然处于相对初期阶段，市场上尚未形成体系化、普适性强且可直接落地的环境与气候风险分析模型，金融机构缺乏成熟可用的分析性金融工具。此外，环境与气候风险敞口极易直接导致物理性资产减值损失，行业差异性大；关联性转型风险与宏观经济、气候变化、行业政策和企业转型之间的动

态交叉影响波动大，对压力测试模型提出了更高要求。目前，金融市场端尚未形成系统化标准、第三方评估机构质量良莠不齐，难以自发形成具有实践效用的通用模型。

## 二、环境与气候风险敞口相关的数据可获得性较低

环境与气候压力测试方法学以衡量环境风险暴露、风险价值等量化处理形式为主，其中涉及到大量源数据以及风险情景特征等内容。与此同时，目前国内环境风险数据（如：企业碳排放数据）公开程度有限，数据缺乏共享平台，有效可利用程度不足，使得相关压力测试的开展仍处于瓶颈期。此外，诸如财务指标与环境和气候变化的相关性等因子研究尚未形成定论，不同的系数构建需要大量的数据基础作为支撑，但是短时间内难以对应需求整合足够信息，风险敞口的评估仍基于假设以及现有公开数据基础。

## 三、缺乏情景假设与敏感性分析的相关资料

环境与气候压力测试涉及对于未来不同情景的预测，包括但不限于由于宏观环境保护与碳减排相关政策约束而导致的环保处罚风险与碳价上升风险、资源节约产生的用水与用电风险、极端气候变化相关气候风险等内容。各情景假设涉及到定性、定量与负面维度的基本判断，定性情景缺少计量转化基础，定量情景目前仍以学术研究为核心，负面舆情与环保处罚等判断更是极大程度受外部因素影响。与此同时，敏感性分析同样缺乏较为坚实的实证基础，相关研究分析仍停留在理论假设与模型测算维度，具体的市场化校验资料匮乏。

## 四、部分企业、金融机构开展环境与气候压力测试的基础建设不完备

环境与气候压力测试作为风险预警的有效工具，旨在评估企业或金融机构的潜在资产损失风险，为绿色转型发展以及碳减排路径构建提供有效参考。与此同时，该方法学的具体运用对于实施主体同样提出较高要求。首先，环境与气候风

险分析涉及环境经济、统计、气候等多个专业领域，需要企业与金融机构成立专业研究团队或借助外部专业评估咨询机构力量，是一项系统性和持续性的工作。其次，环境与气候压力测试对于量化模型精准度与迭代要求较高，需要大量内部财务绩效数据与投资标的信息进行反哺。

## 第七部分 建议与展望

### 一、逐步完善金融机构环境压力测试的方法学

当前我国金融市场的环境与气候风险压力测试方法学研究仍处在起步阶段，国内相关监管部门与金融机构的引导与宣传力度有限。因此，从制度和宏观规划推进而言，建议国家层面加大科研投入力度，鼓励相关机构以应用为导向进行研究探索。同时，建议金融机构参照政策端指示强化自身环境风险分析能力，推动市场上可用方法学的构建。

### 二、完善职能机构建设，推动市场研究与宣传

随着全球气候变化日趋严峻，整个社会体系都在面对前所未有的环境与气候危机。相关风险的识别、认知与管理与社会生产的未来发展息息相关，各行业与金融机构要对相关风险未雨绸缪。因此，金融机构与行业都需要进一步完善内部职能建设，共同推进全行业对环境与气候风险的关注。此外，承担风险职能的小组可以及时获取相关信息，如环保法规的趋严与碳排放成本的明确划分等，帮助机构和企业快速发现环境和气候风险的风险值，避免因信息不对称带来的决策失误。

### 三、协同促进环境与气候风险评估体系标准化

当前我国的环境与气候风险评估体系仍处于较为初级、分散的状态，这会增加发行主体及投资者对于相关风险的辨识成本。在政策端尚未发力的情况下，建议金融机构与行业积极协作，提前进行生态效益的计量研究、积累关键环境信息。

建议环境与气候风险压力较大的行业积极配合相关调研，主动提供关键性指标，推动行业整体数据整合。此外，金融机构可以和行业代表合作推动实践案例落地，积极促进社会各方关注环境与气候风险体系的应用，引导多样化的行业尝试，进而催动政府端进行统一化的标准制定。

#### 四、开发多样化金融工具，缓解环境与气候风险压力

建议以化石能源行业为首的高碳产业充分利用现存新型金融工具，提高企业的抗风险能力。高碳产业可以为生产环节中的环境或气候敏感项目进行投保，以及时弥补污染事件发生后的生态和经济损失，确保自身应对外部环境压力时持续性稳定生产。同时，建议相关金融机构及部门可以结合国内需求、合力研发高效的金融工具对冲逐步扩散的环境与气候风险，保障国民生产的稳定发展。

#### 五、结合授信机制，引导资本助力可持续转型

环境信息披露可以很好地服务于投资者的投资决策制定，为投资者甄选环境效益高的上市公司或绿色项目提供有力依据。作为投融资资金的重要供给方，金融机构可以结合现有披露要求与行业特性，将重点行业内发行主体的信息披露质量与资金授信机制相挂钩。由此，为了保障资金流的稳定、获得更多投资者的青睐，相关企业的披露行为将进一步规范，并引动行业整体环境信息披露的趋势。

#### 六、提升碳能效和技术创新水平，加速“双碳”目标实现

2019年，国家发改委、科技部联合发布了《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》，明确了绿色技术的定义和重点发展领域。基于这一指导，建议企业端在深入推进自身产业结构调整之外，在生产、销售等各环节上针对性地进行绿色科技赋能。此外，针对污染隐患与人身安全威胁较大的生产环节，建议企业进行相关预警设备与系统的更新，保障第一时间捕捉环境风险事件的发生、调配专业人员处理并及时恢复生产。