

# 环境因素对商业银行信用风险的影响

——工商银行基于压力测试的研究与应用



ICBC

中国工商银行



中国金融学会绿色金融专业委员会  
Green Finance Committee, China Society for Finance and Banking

## 【摘要】

气候环境问题具有明显的外部性特征，环境变化带来的外部经济、外部不经济均可转变为企业生产经营中的内生变量。本文首次研究了企业环境成本内部化对商业银行风险的影响，从环保标准提高、气候变化、银行承担污染连带责任、声誉风险等维度构建了企业环境成本对商业银行风险影响的理论框架、传导路径和测算方法，提出了相关建议。运用“自下而上”的方法，通过对火电、水泥两个行业的压力测试，开创了环境因素对银行信用风险影响这一微观领域中的拓荒性研究，从压力测试这一独特视角解决了环境风险影响的量化问题。

## 【关键词】

**环境因素    信用风险    压力测试    商业银行**

## 环境因素压力测试课题组

### 课题组组长

张红力	中国工商银行副行长
周月秋	中国工商银行城市金融研究所所长
马 骏	中国人民银行研究局首席经济学家

### 课题组副组长

殷 红	中国工商银行城市金融研究所副所长
-----	------------------

### 课题组成员

张红力	中国工商银行副行长
周月秋	中国工商银行城市金融研究所所长
马 骏	中国人民银行研究局首席经济学家
殷 红	中国工商银行城市金融研究所副所长
曹 劲	中国工商银行风险管理部副总经理
马素红	中国工商银行城市金融研究所处长
胡桂斌	中国工商银行信贷与投资管理部处长
乐 宇	中国工商银行风险管理部高级经理
杨 苻	中国工商银行城市金融研究所分析师
吕振艳	中国工商银行城市金融研究所分析师
邱牧远	中国工商银行城市金融研究所博士后
韦 巍	中国工商银行信贷与投资管理部信贷经理

## 执笔人

殷 红	中国工商银行城市金融研究所副所长
马素红	中国工商银行城市金融研究所处长
乐 宇	中国工商银行风险管理部高级经理
杨 苒	中国工商银行城市金融研究所分析师
邱牧远	中国工商银行城市金融研究所博士后

## 国际专家

特别鸣谢剑桥大学可持续领导力研究院（Cambridge Institute for Sustainability Leadership, CISL）金融行业组主任 **Andrew Voysey** 对本课题成果提供的建议和帮助。

## 目 录

一、引 言	7
二、环境因素对商业银行风险影响的理论探索	9
三、环境因素对银行信用风险影响压力测试的研究框架	12
四、环境因素对银行信用风险影响压力测试的实践——基于火电和水泥两个行业	16
五、结论与建议	19
参考文献	20
附录	
1、中国 2013 年以来新发布的主要环保法规政策及内容	21
2、火电行业环保政策变动的压力传导图	23
3、水泥行业环保政策变动的压力传导	24
图表目录	
表 1 常用承压指标	14
图 1 环境成本内部化对商业银行经营风险影响的理论框架	10
图 2 银行贷款风险敞口同环境风险之间的关系	11
图 3 压力测试流程图	13
图 4 财务传导模型原理示意图	17



近年来，国际上已对商业银行面临的环境风险形成共识，即企业在生产经营活动中向环境排放或使用自然资源的行为对环境产生的影响已经超过环境的承载能力，导致环境日益恶化，使得政府、公众和非政府组织对企业的环境行为要求不断提高，企业环境成本持续上升，面临的环境和社会风险增加，进而给作为企业资金供给者的商业银行或其他金融机构带来风险，包括：企业因环境成本上升无力还贷的风险；银行承担污染连带责任的风险；第三方要求损害赔偿的法律风险；声誉风险和不适配新的环境要求而失去市场份额的风险；等等。大多数国际领先银行都将环境风险纳入其风险管理体系。2003年6月，花旗银行(Citigroup)、巴克莱银行(Barclays)、荷兰银行(ABNAMRO)和西德意志州立银行(West LB)等10家国际先进银行宣布采纳的赤道原则，就是商业银行项目融资环境与社会风险管理参照的行业准则。

经过30多年的高速增长，中国面临的资源与环境双重约束日益突出，大气、土壤、水污染十分严重，以资源消耗和牺牲环境来换取经济发展的粗放增长方式已经难以为继。中国日益重视经济发展和环境保护的平衡，已将绿色发展提升至国家战略层面，并不断出台相关政策法规（见附表1）。在此背景下，有效评估环保政策变化、环保标准提高以及产业升级等因素对企业经营成本的影响，及在此基础上进一步传导至商业银行信用风险的影响并采取相应的防范措施，既是全球银行业推进绿色金融快速稳健发展的迫切需要，又是提高中国商业银行全面风险管理水平的必由之路，对于促进我国银行业可持续发展具有重要意义。

基于上述背景，工商银行成立课题组，深入研究环境因素对银行信用风险的影响。本文首先从经济学角度，指出了气候环境问题具有显著外部性特征，环境影响带来的外部经济、外部不经济均可转变为企业生产经营中的内生变量。其

次，采用压力测试方法，梳理出企业受环境影响成本变化传导至商业银行信用风险的路径，进而计量出环境因素给商业银行带来的信用风险影响程度。本文主要创新之处表现在：

1. 重点研究了商业银行作为中介机构和利益相关方，环境风险对其信用风险的传导机制和量化评估，为全球减缓气候变化压力提供了市场化运作机制。即在量化评估环境因素对企业成本和效益影响的基础上，商业银行将环境风险因素纳入企业信用评级体系，从而影响商业银行对企业的金融资源配置和价格，以金融杠杆推动经济绿色发展。

2. 丰富了企业环境成本内部化的理论研究，从环保标准提高和气候变化、银行承担污染连带责任、声誉风险等维度构建了企业环境成本内部化对商业银行风险影响的理论框架和基本模型。

3. 首次通过“自下而上”的方法，开展火电、水泥两个行业的环境成本压力测试，打通了环境因素对商业银行信用风险影响的传导路径、测算方法，证明了二者的相关性和相关程度。

4. 开创了环境因素对银行信用风险影响这一微观领域中的拓荒性研究，从压力测试这一独特视角解决了环境风险对企业信用等级的影响和量化问题。

本文余下部分的整体思路如下安排：首先是对国内外利用压力测试进行环境风险评估的探索进行分析比较，在此基础上重点论述了工商银行环境压力测试的理论框架和主要思路。其次，采取“自下而上”的方法，选择了火电、水泥两个行业，根据财务报表的钩稽关系推算出压力情景下新的财务报表，通过工商银行评级模型得到压力情景下企业信用等级和违约概率的变化，再通过违约概率与不良率的关系得到相关行业在压力情景下不良率的增长，并推导出信用等级的变化。第三，结论和建议部分。一是通过量化测算环境因素对银行信用风险的

影响程度，有效提升环境风险防控能力；二是将环境风险纳入企业信用风险评级体系，为信贷与投资等金融产品定价提供环境风险衡量依据；三是为银行合理安排信贷与投资组合提供依据，以主动推进信贷与投资结构调整；四是可为银行业监管机构考虑环境要素风险时提供参考依据。

### （一）环境成本内部化的理论研究

气候变化和生态系统退化是人类 21 世纪面临的主要挑战之一。全球已经开始面对干旱、日益枯竭的水资源、海平面的上升以及更频繁的洪水等环境问题，这些问题已经影响到人类的经济和社会生活。从经济学角度看，环境问题具有显著的外部性特征，分为正外部性和负外部性。环境问题通常是由负外部性导致的，例如“公共物品的悲剧”（哈代，1968 年）。环境问题是典型的公共产品（Public Goods）或俱乐部产品。由于环境的公共物品属性，使得资源得不到最优配置，市场机制出现“失灵”现象。

经济学对解决环境外部性问题的研究主要有两个思路，即庇古税和科斯定理。事实上，在国家征税和市场交易机制逐步建立的情况下，诸如碳汇等手段则会使企业受益于气候环境的正外部性。欧盟 2006 年发表的“气候变化的经济学”，即著名的《斯特恩报告》（the Stern Review, 2006），从发展低碳经济学应对气候变化的战略高度，提出了气候变化是迄今为止

规模最大、范围最广的市场失灵现象，要利用不同技术和战略来减少温室气体排放的成本；使用经济模型显示总体经济转变到低碳能源系统的成本和效益。总体来看，环境成本内部化计量有其必要性和必然性。

从国外的研究来看，在一国经济范围内对气候变化做出适应、调整的成本和收益是多少，目前量化的信息有限。德国 GIZ（德国国际合作机构）与 UNEP FI（联合国环境规划署金融行动组）合作进行了将水资源压力融入企业债券信用的分析，应用总经济价值（TEV）框架，按美元 /m<sup>3</sup> 来计算水的直接和间接收益以评估水资源的价值，并使用水资源的“影子价格”代表因水资源压力造成的水成本潜在增加程度。即水资源限制的成本可以通过各种市场和非市场机制内部化，包括资本支出（capex），导致产量降低的实际短缺，以及丧失用水权而造成的搁浅资产。该项目对全球 24 家公司（涉及采矿、电力和饮料三个行业）进行了实证研究。

### （二）环境成本内部化对商业银行风险的影响

对于环境对企业经济的外部性影响，国内外文献对此研究甚多。然而，在实现产业绿色升级和转型的过程中，作为企业信用中介的商业银行的角色一直受到忽视。目前文献多是从商业银行的社会责任角度对此进行论述，商业

银行作为逐利经营的主体，环境风险对其利润和风险的传导渠道尚不明朗。课题组认为，商业银行在实际经营中将环境风险纳入考量，不但是其作为金融中介履行社会责任的要求，也是其在绿色经济背景下防范风险从而优化信贷

总经济价值（TEV）的概念来自环境经济学，TEV 框架提供了一种结构化的方法，可估测环境资产为社会所带来的收益的经济价值。

结构的必然选择。环境因素至少通过以下三方面加大商业银行的经营风险（见图 1）

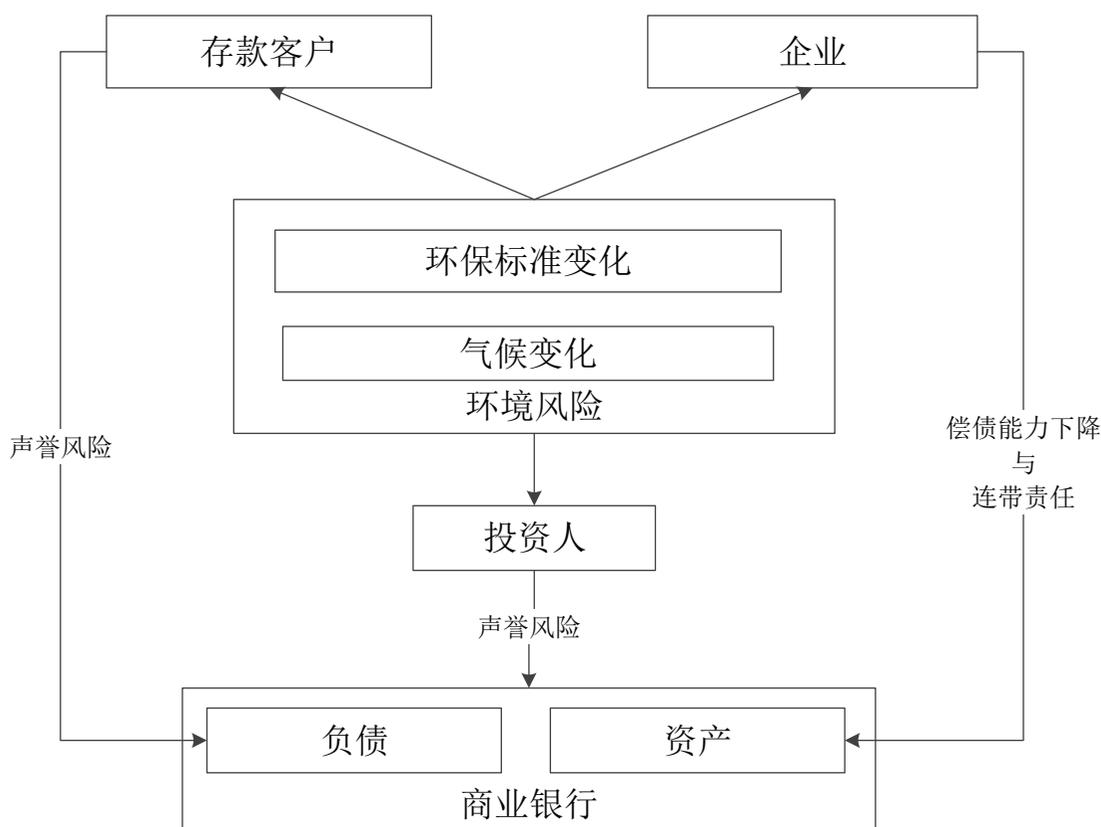


图 1 环境成本内部化对商业银行经营风险影响的理论框架

从图 1 可知，一是信用风险。环保标准提高和气候变化会对企业的现金流和资产负债造成一定的影响，降低企业的还款能力，从而加大商业银行面临的信用风险。二是连带责任风险。在信用经济情况下，企业离不开金融的支持。因此，监管者正在考虑环境事件发生时，让商业银行等债权人承担相应的连带责任，以约束银行等金融机构支持环境表现不佳的企业，从而制约污染企业发展。例如美国在 1980 年通过的《综合环境反应、赔偿和责任法》( CERCLA )，允许在环境风险事件的补偿过程中将任何与企业经营有关的“所有人”和“经营者”纳入责任范围。三是声誉风险。随着环境风险逐渐上升为全球金融业面临的共同风险，银行融资客户的环境表现不佳，会使银行的绿色风险控制和贷款管理能力受到质疑，降低投资人对银行的收益预期。与此同时，银行贷款客户的环境表现还可能会影响到广大储户偏好。

相对而言，信用风险是商业银行面临的主要风险，也是本课题研究的重点。所谓“信用风险”，又称违约风险，是指借款人不愿或无力履行合同条件而构成违约的风险。发生违约时，债权人或银行必将因为未能得到预期的收益而承担财务上的损失。对大多数商业银行来说，贷款是最大、最明显的信用风险来源。目前环境因素对商业银行的影响最突出体现在信用风险。

我们构建了一个模型来说明环境风险对于企业和银行贷款风险的影响。假设企业对于银行的贷款需求由其经营成本  $C$  和收益  $R$  共同决定，二者均会受到环境风险  $\sigma^E$  的影响，因此，由企业利润最大化得到的企业贷款需求函数是贷款利率  $r^l$  和环境风险  $\sigma^E$  函数，即： $Q^d = Q^d(r^l, \sigma^E)$ 。其中， $Q^d$  对  $r^l$  和  $\sigma^E$  的导数均小于零，表明贷款需求是二者的减函数；而银行的贷款的供给曲线则可看作由存款利率

$r^l$  和贷款利率  $r^d$  和环境风险共同决定，即：作为影响因素出现，而且也是决定银行吸收存款成本的重要因素（见  $r^d[\sigma_E]$ ）。  
 $Q^s = Q^s[\sigma_E]$ 。其中，环境风险不但独立

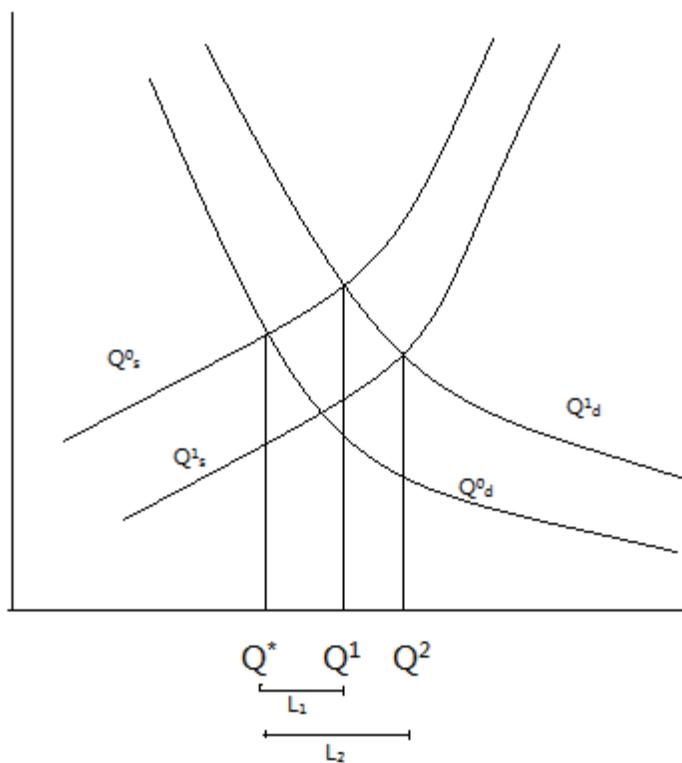


图 2 银行贷款风险敞口同环境风险之间的关系

在图 2 中，如果商业银行和企业均考虑到环境风险给自身经营带来的损失，那么存贷供求曲线  $Q^s_0$  和  $Q^d_0$  的交点共同决定了均衡的贷款利率与贷款量  $Q^*$  与  $r_1^*$ 。但由于环境因素的外部性，企业在经营过程中可能并未考虑到环境因素对其成本构成的影响，因此实际运营中企业的贷款需求曲线为  $Q^d_1$ ，它同  $Q^s_0$  之间的焦点决定了贷

款量  $Q^1$  与贷款利率  $r_1^1$ ；进一步，如果商业银行没有将环境风险纳入到经营的考量中，则其贷款的供给曲线会增加至  $Q^s_1$ ，并与  $Q^d_1$  相交于  $(Q^2, r_1^2)$ 。从商业银行的角度来看， $Q^0$  与  $Q^1$ 、 $Q^2$  之间的差距  $L_1$  和  $L_2$  均被看作是银行的经营环境风险敞口，二者之间的差距越大，那么银行面临的贷款违约率就会越高。

### （三）压力测试是衡量环境影响内部化传导至商业银行的有效途径和手段

压力测试作为一种衡量承受预设事件发生造成潜在损失能力的前瞻性的风险管理工具，是识别和评估金融机构和金融体系潜在风险的重要方法。从目前的实践经验来看，尽管国际先进的商业银行制定了相应的绿色信贷战略与措施，但由于传统的信用评级中并未将企业运

营的环境风险敞口考虑其中，使得商业银行依据环境风险对信贷结构转型的过程缺乏可以量化的依据，从而给政策制定带来一定的盲目性。要完成企业绿色信贷结构的优化，就必须对各种环境风险进行量化。而环境压力测试目前处于国际金融业研究的最前沿。

### （一）国内外利用压力测试识别环境风险探索

尽管世界各大银行在近年来都在研究环境风险对自身业务发展的影响，但真正利用压力测试的方法从量化角度评价环境风险的研究还比较少。2015年9月，英格兰央行审慎监管局（PRA）就环境和气候因素对英国保险业带来的影响发布了压力测试报告。在报告中，审慎监管局（PRA）将气候变化带来的风险分为三类：极端自然灾害导致的自然风险（Physical Risk）、产业结构的绿色化导致的转移风险（Transition Risk）和第三方为寻求规避前两种风险对保险业带来（间接）压力（Liability Risk），并按照损失发生的程度设置了不同的情景，利用灾难风险模型（Catastrophe Risk Model）评估了对保险业的影响。针对自然风险，审慎监管局（PRA）认为目前其主要影响的是保险业资产负债表的负债面，对于资产方面特别是对于房地产的投资也有显著的影响。尽管从短期来看，目前英国的保险业有能力应对自然风险，但从长期来看，不断上升的环境风险对于风险转移的市场机制、气候危机及资产负债方面的风险相关性等有重要的作用；对于转移风险而言，全球经济向低碳产业的转移会导致保险业在高排放行业利润率的降低。另外，随着气候变化因素正逐渐被金融监管机构重视，有必要积极探讨监管规定给保险业带来的相关风险。

从国内来看，目前仅仅有工商银行开展了这方面的探索和实践。从我们的研究成果和取得经验来看，首先，环境压力测试应基于预防原则。预防原则即在无法从科学上完全确定的情况下采取行动，这已得到国际社会的认可。目前，欧洲

和美国的公共管理部门在政策设计方面已采用风险预防原则，联合国有关环境的政策已明确采用预防原则。采取预防措施前必须对成本效益进行分析，但确定性不是必要条件。通过环境压力测试技术衡量环境因素可能带来的风险影响程度，并让银行作“最坏打算”的准备，这是有效应对环境不确定性的重要措施。

其次，环境压力测试能够监测评估系统性风险。对于系统性风险的分析，各国通常采用定性分析方法，简单地用直接的风险敞口来表示风险的大小。其结果，要么忽视了真正的系统性风险，要么过于审慎，使行政干预扩大化。环境压力测试用于评估可能的环境变化因素冲击对于金融体系的影响，比如环保标准提高、气候变化、环保事件、碳交易等因素，并充分考虑了风险的传染性和反馈作用。比如，通过火电、水泥行业的测试，在轻、中、重压力情景下，我们可以清楚地看到企业在银行的信用评级都会有不同程度的下降。

第三，环境压力测试是前瞻性的分析工具。目前，我国能源资源和环境约束问题日趋尖锐。政府不断提高和完善环境法规和标准，并针对金融部门制定了相应的要求，这都迫使银行不得不关注环境风险的管理。而环境压力测试是一种前瞻性的风险分析工具，面对系统性风险的苗头，可以使用定量手段验证银行的风险抵补能力，提示银行是否存在由不当资源配置和定价等原因导致的过度风险承担，以便于银行及时调整自身的资产组合，积极支持绿色产业和绿色供应链发展。

## （二）工商银行环境压力测试的基本框架

### 1. 压力测试的基本流程

传统的压力测试包含以下五个步骤：选择要测试的资产组合、选择施加的压力因素及压

力指标、选择承压对象并确定承压指标、构建情景、构建传导模型、执行压力测试和结果分析（见图3）。本节结合压力测试的流程，对利用压力测试评价环境风险的步骤进行分析。

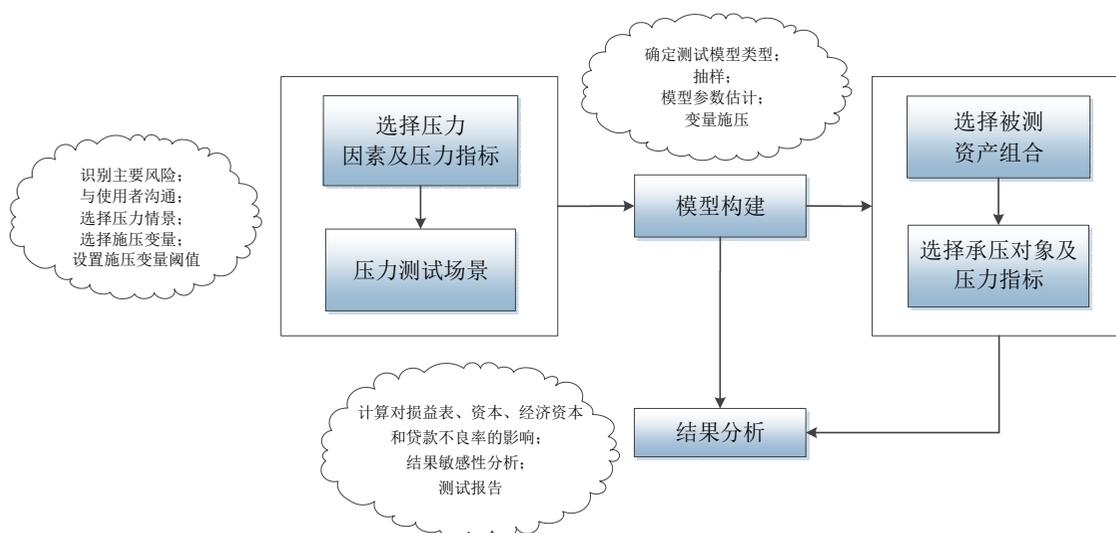


图3 压力测试流程图

### 2. 环境风险的承压对象与承压指标

承压对象是指进行压力测试所需关注的被测试的主体，而承压指标则是指承压对象在某一方面表现。目前我国商业银行的主营业务依然以存款和贷款类客户为主，因此压力测试的主要对象也应以存款类和贷款类客户对信贷指标和相关经营指标的影响作为研究的主要对象。按照测试对象递进关系，我们可以将银行信用风险的承压对象分为“债务人或交易对手类”、“组合类”和“宏观类”三个层次。“债务人或交易对手类”的测试目标定位为个体，“组合类”的测试对象则可按不同的标准进行划分，

如产品、行业、客户、区域等；“宏观类”一般定位于整个银行层面，关注的是银行的全部资产和整体风险。

根据工商银行的绿色压力测试中的实践，组合类压力测试的常用承压指标可以分为技术型指标和管理型指标两类。技术型指标是一些表示风险损失量的指标。包括违约率、损失率、预期损失、非预期损失、风险暴露等，这些指标与包括商业银行在内的金融机构的日常运营息息相关；管理型指标则包括了资本充足率、不良贷款率、经济资本、利润率等指标，通常是监管机构和政府所关心的重点（见表1）。

表 1 常用承压指标

技术型指标	管理型指标
违约概率	资本充足率
LGD	不良贷款率
久期	经济资本
缺口	资本充足率
EL	利润率
贷款损失	行业盈利能力
拨备	

工商银行在对绿色风险的压力测试中，摸索出了“从单因素到多因素，从单行业到多行业，从首轮效应到次轮效应”的思路。目前，从行业角度重点选择了火电、水泥、钢铁、有色、化工、造纸等重点污染行业（其污染物排放总量超过全社会排放量的 50%）进行分析研究。这是因为不同行业的客户在生产技术、资源耗费和排放等指标上的表现差异很大，面临的环境风险时的承压能力也不尽相同，在压力测试的初期就以整个经济为评测对象，会对压力测试结果的稳健性造成很大的影响；而从实际的角度进行考虑，火电、水泥等行业不仅在传统上是制造业环境污染的主力军，也是国家环保政策关注的重点行业。以上述行业作为环境压力测试的试点行业，有助于压力测试分析和结果的全面性；与此同时，在承压指标的选取上应当以反映企业长期经营能力的相关指标为主。这是因为在市场条件下，环境风险对于企业的影响是一个长期渐变的过程。按照传统压力测试的指标选取可能不足以全面反映环境因素的全部影响，从而使相关的政策制定产生一定的偏误。

### 3. 环境压力测试的压力因素

#### （1）政策标准和执法力度

从目前我国的情况来看，环境政策的收紧会对企业成本收益造成一定的影响。特别是对于高污染和高排放行业的信贷客户，监管标准和执法力度的提高会影响到其偿债能力，从而影响商业银行信用风险。近年来，我国不断出台环保政策，提高环保标准，加大执法力度。一是《环境保护法》正式立法。自 2015 年 1 月 1 日起施行，将“推进生态文明建设，促进经济社会可持续发展”列入立法目的，提出了促进人与自然和谐的理念和优先保护的基本原则。二是环保标准不断提高。2013 年以来，我国全面实施《大气污染防治行动计划》和《水污染防治行动计划》。近期，《土壤污染防治行动计划》已由环保部提交国务院，预计将于 2015 年末出台。在此期间，水泥、钢铁、硫酸、挥发性有机物（VOCs）等工业污染防治技术政策和生态保护红线划定技术指南等一系列环保政策出台。

#### （2）环境风险的价格因素

价格变动导致的资产负债表和损益表的变动一直是压力测试关注的重点。在我国企业运营的构成中，环境风险中的价格因素主要是指

碳交易、排污权交易和碳税等制度安排。三者作为将环境社会成本内部化的重要经济手段，在发达国家已有较为成熟的实践经验。在我国经济转型的大背景下，政府也正着力推进相关改革，这将对环境污染、高耗能的企业企业产生成本压力，从而影响企业还款能力。

### （3）自然灾害的影响

随着温室效应的逐渐加剧，频繁发生环境灾害正在逐渐成为人类活动的另一类独特环境风险。随着诸如干旱、洪涝等小概率自然灾害事件的发生频率增加及覆盖范围扩大，给企业和金融机构带来风险的可能性也在逐渐加大。有必要将该因素纳入压力测试范围。

### 4. 环境压力测试的情景设定

在选择压力测试的对象与压力因素之后，对压力因素变动范围的设定通常被称为情景设定。常用的情景包括历史情景、假设情景和混合情景三种。历史情景是指按照历史真实发生的情况设定压力的变化范围；而假设情景则是风险管理者主观选取的情景。其优势是具有很强的灵活性，可以模拟历史上从来没有发生过的事件；最常用的情景是历史情景与假设情景的结合，即混合情景。这类情景既包含了历史事件的信息，又具有假设情景的灵活性。这类情景也是目前监管当局大力推崇的情景设定思路，因为它能使风险管理者在情景分析上不至于太发散，同时又具“向前看”的特征。

在环境风险的情景设定上，首先是对未来趋势性的环境政策因素加以考虑，然后考虑小

概率事件发生的可能性。传统的压力测试主要将注意力放在小概率事件发生的评估上，是因为对于一般宏观经济波动所带来的一般风险已经在财务制度上做了较为完备风险缓释安排和应对策略。与此不同的是，商业银行对于环境风险的准备普遍不足。即使在巴塞尔协议 III 这样的最新行业标准中，也并未将环境因素纳入考量，因此，选择首先对环境政策因素作为情景设置的考虑。

### 5. 环境压力测试的传导路径

构建压力传导模型是压力测试的核心。对不同风险的压力测试，如市场风险、信用风险、流动性风险、操作风险，压力传导模型是不同的。对于一些信用风险，压力传导关系比较清晰，我们比较容易采用财务模型法来刻画这种传导关系。但对一些风险，比如信用风险的宏观压力测试，由于宏观经济对很多微观层面个体的影响路径是非常复杂的，传导过程很难刻画，这就更适合采用计量模型来描述这种传导机制。构建的方法可以分为自上而下法与自上而下法、集中测试与分段测试、结构化模型与简化模型。对于日常性的压力测试而言，其测试的目标资产是比较明确的，承压对象和承压指标也很明确。而对一些临时性压力测试而言，测试的对象可能不够清晰。对于环境压力测试而言，应当综合考虑各种环境风险对商业银行资产负债表、现金流量表和损益表等多方面的影响，从成本、收益、风险等多个角度模拟和构建环境风险的传导路径。

## 环境因素对银行信用风险影响压力测试的实践

### ——基于火电和水泥两个行业

从工商银行的实践来看，我们首选了火电和水泥两个行业，分别涉及 437 户火电企业和 80 户水泥企业。主要步骤：

第一，梳理环境压力。课题组首先梳理了火电、水泥行业的环境因素压力传导图（见附图 1、2）。据课题组研究，截止 2013 年末，我国火电行业脱硫安装率已达 91.6%，脱硝安装率达到 50%，而除尘改造刚刚起步，已改造机组占现役火电机组比重仅为 20% 左右，未来节能改造还有较大空间。未来，火电行业受环境因素影响主要可分为以下几类：一是大气污染物排放标准限值提高。对氮氧化物的排放限值由 450mg/m<sup>3</sup> 提升至 100mg/m<sup>3</sup>（高于美国 135mg/m<sup>3</sup> 和欧盟 200mg/m<sup>3</sup> 的标准），对的排放限值由 400mg/m<sup>3</sup> 提升至 100-200mg/m<sup>3</sup>（高于美国 184mg/m<sup>3</sup> 和欧盟 200mg/m<sup>3</sup> 的标准），对烟尘的排放限值由 50mg/m<sup>3</sup> 提升至 30-20mg/m<sup>3</sup>，与美国和欧盟标准持平。二是排污费收费标准提高。其中，重点污染企业和重点污染地区，执行较高征收标准。按照目前新出台的污染物收费标准，预计过渡期结束后，企业排污费总额将增加 2-3 倍。

对于水泥行业，环保政策变化可分为以下几类：一是大气污染物排放标准限值提高。将 PM（颗粒物）排放限值提高至 30mg/m<sup>3</sup>（一般地区）、20mg/m<sup>3</sup>（重点地区），分别比原标准提高 40% 和 33%；将 NO<sub>x</sub>（氮氧化物）排放限值由 800mg/m<sup>3</sup> 收严到 400mg/m<sup>3</sup> 和（一般）320 mg/m<sup>3</sup>（重点），分别比原标准提高 50% 和 60%。二是水泥窑协同处置成为企业平衡环保压力和增长压力的新途径。海外水泥巨头如拉法基、豪瑞和西麦斯燃料替代率均在 10% 以

上，而国内由于垃圾分拣机制不健全，水泥协处技术不成熟且投资压力大，龙头企业平均仅在 4.5% 左右，较高的华新替代率达到 13% 左右，与国际同业相比差距较大。三排污费收费标准提高。从实际执行情况来看，东部地区（如北京、天津、上海）明显提高了收费标准，而中西部地区基本都是执行国家标准。过渡期后，按照目前新出台的污染物收费标准，以及费改税的可能性，预计企业排污费总额将增加 2-3 倍。

第二，构建压力情景。传统压力测试一个缺陷是集中于一个单一情景，这个情景发生的可能性很低。而课题组构建的情景由一系列已经制定或即将出台的政策、标准组成，这样压力情景发生的可能性就比较高。在进行压力因素分析的前提下，课题组分轻、中、重三种情况分别设置了压力情景。对于火电行业，课题组按全国执行环保部标准（2014 年底）、全国执行国务院标准（2015 年底）、全国执行国务院对东部地区特别限值标准（2020 年底），大致可得到火电企业节能减排轻度、中度、重度三种压力情景。在此基础上，再考虑排污费分别提高 2 倍、3 倍、4 倍对企业成本的影响。对于水泥行业，根据多次调研和专家讨论，课题组压力情境设置主要考虑两大因素：其一，根据 2013 年环保部最新修订水泥行业环保标准，以及 2014 年国家发改委最新下发排污费征收标准等有关政策，主要选取治污、协处和排污三大政策变化因素。其二，考虑我行水泥客户绝大部分是行业中上游企业，在环保成本设定方面选取良好专家值。

第三，采用“财务传导模型”进行压力测试。由于缺少我国环保标准提高对银行信贷质量影

2 不同的地区有不同的过渡时期。例如北京 1 年的过渡时期，河北省是 3 年，上海是 5 年。

响的历史数据，此次压力测试采用“自下而上”的方法，分析环保政策变化对企业财务状况的主要影响。根据财务报表的钩稽关系推算出压力情景下新的财务报表，通过我行已有的客户

评级模型得到压力情景下企业信用等级和违约概率的变化，最后通过违约概率与不良率的关系得到相关行业在压力情景下不良率的增长。具体原理如图4所示：

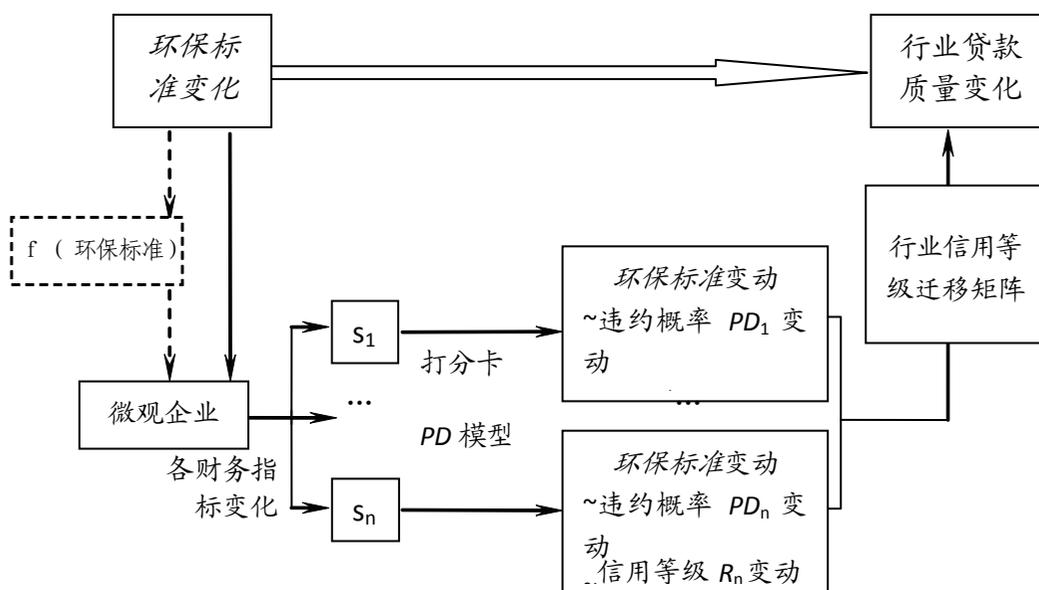


图4 财务传导模型原理示意图

第一步，建立环保标准变化对企业财务指标影响的函数  $C=f(\text{环保标准})$ ，C为企业成本变化情况。对于火电企业，根据企业主营业务收入和上网电价推算出一年内的发电量，然后根据压力情景下每度电所增加的成本计算出企业主营业务成本的增加金额。对于水泥企业，根据企业主营业务成本和上涨比例计算出压力情景下的企业主营业务成本。

第二步，根据主营业务成本变化的金额，按照财务报表的钩稽关系以及基本处理规范，计算出利润表和资产负债表的主要指标。

在对样本的财务状况施加压力时，我们重点关注两个科目，并直接对其加压。这两个科目是损益表上的收入(Revenue)和销售成本(cost of goods sold-COGS)。因此，损益表上的其他科目也将随之改变，最终影响利润(或留存收益)，该科目也是资产负债表的一项。

我们假设  $B=$  成本变动百分比， $P=$  价格变动百分比， $Q=$  数量变化百分比。计算

了成本变化、价格变化和数量改变之后，我们就可以计算收入、销售成本和利润的改变，公式如下：

$$R=(1+P)(1+Q)-1$$

$$COGS=(1+B)(1+Q)-1$$

$$Profit=R-COGS$$

其中： $R=$  收入的百分比变化， $COGS=$  销售成本的百分比变化， $Profit=$  利润的百分比变化。

#### (1) 压力条件下损益表

损益表上的主营收入和主营业务成本直接影响到损益表上受到影响的相关项目进行调整。

#### (2) 压力条件下资产负债表

损益表中净利润的减少体现在资产负债表上所有者权益的减少，根据现金流周期大致保持不变的假设，对流动资产和流动负债进行调整。

在损益表变化类似的前提下，不同借款人的资产负债表受到的影响也是不同的。虽然没

有一般规则适用于所有借款人，我们将影响转换为资产负债表上留存收益的减少。这个简单的办法忽视了具体公司针对收入的下降可能对其融资结构进行的调整。

此外，现金周期在压力条件下可能会恶化，因为现金周期因素在客户评级模型中并没有显著的权重，这一简化方法得到的结果足以用来推出信用等级迁移矩阵。

第三步，将上述财务指标代入相应的打分卡进行评分，火电企业和水泥企业在我行分别适用于不同的法人客户信用等级评价模型。评价模型由定量评价和定性评价两部分构成。从审慎的角度出发，假设定性评价得分与定量评价得分同比例下降。

由各企业评价得分的变化得到其信用等级的变化，结合信用等级与违约概率 PD 主标尺的映射关系，得到各企业信用 PD 的变化。在提高企业环保标准后，企业利润会相应减少，这样就降低了他们的还款能力，从而导致信用等级向下迁移，违约概率 PD 上升。

第四步，汇总各企业信用等级的变化，即可得出其所在行业信用等级的迁移矩阵，同时根据违约率与不良率的关系，在此基础上进一步分析相关行业贷款质量的变动状况。

第四，压力测试主要结果和政策建议。（1）对于火电企业，虽然环保标准趋严对火电行业产生较大成本压力，但受益于宏观经济平稳发展，以及中国工业化进程产生的巨大电力需求，未来火电行业整体仍将保持稳定发展。环保标准提高将对火电行业产生结构性影响，尤其是对中小型企业形成较为明显的财务压力。

政策建议：一是维护好现有的 AAA 级客户，并继续拓展五大电力中的优质新客户。二是关注环保政策变化对 AA+ 级以下企业财务成本、信用风险的影响，尤其是可能迁徙至 BBB+ 级以下的企业客户。三是关注节能减排企业的投放空间和机会。四是关注环保技术引起上下游细分市场。如固废处理行业。五是严控进入环

保违法违规的火电企业。

（2）对于水泥行业，总体而言，水泥行业进入低速增长阶段，去产能压力仍然存在。环保标准提高将对水泥行业形成较为明显的财务压力。

政策建议：一是防范中小型水泥企业因环保改造压力导致的风险。二是持续跟踪水泥行业去产能进程可能带来的信用风险。三是脱硫脱硝除尘等环保市场空间巨大，建议择优开拓。四是关注水泥行业并购重组，抓住水泥行业发展机会、拓展优质客户。五是关注工业固废市场发展和政策变化，加大水泥协处项目支持力度，推进我行金融组合产品。六是抓住企业走出去中的水泥环保产业链投放机会。

第五，下一步研究方向。（1）在研究中，首先面临的问题数据的可获得性、准确性问题。建议国家相关部委对企业环保数据实行强制披露制度。同时课题组正加强与中国环境保护部的合作，以进一步提高环境成本内部化测算的准确性和合理性。（2）由于工商银行对高污染、高耗能行业的准入标准较高，选择的客户都属于行业中上客户，存在压力测试样本标准较高的情况，能反映出环境因素对企业客户影响，但无法全面揭示全行业环境因素影响全貌。如果能获得全行业企业财务成本等相关数据，进行全面测算，则压力测试的质量将得到进一步提高。（3）该压力测试主要采用基于环境政策标准的维度，测算了火电和水泥行业，下一步将拓展到钢铁、有色、化工、造纸等重点污染行业。同时，还将从价格、区域、气候变化等不同维度来进行路径和方法的创新，研究量化成果的运用。如从价格角度（碳交易）开展环境因素对商业银行信用风险影响的压力测试；探索对企业的绿色（ESG）评级，研究将环境因素引入银行客户信用评级体系的可行性，研发“工商银行绿色指数”，引导银行信贷与投资进入绿色企业和领域等。

环境风险已成为影响商业银行日常经营的重要因素之一，商业银行应将环境压力测试纳入银行信用风险评级体系和流程中，以提高银行业识别环境风险及可持续发展客户的能力，提升银行体系持续支持绿色经济和抵御环境风险的能力。我们认为，对于商业银行而言，开展环境因素压力测试的意义十分重大。主要有：一是可以量化测算环境因素对银行信用风险的影响程度，有效提升环境风险防控能力；二是将环境风险因素纳入客户信用评级体系，为信贷产品定价提供环境风险因素的衡量依据；三是有利于银行合理安排信贷与投资组合，主动推进信贷与投资结构调整；四是可为银行业监管机构考虑环境要素风险时提供参考依据。

从与国际银行业的比较来看，工商银行在环境因素压力测试方面的探索已处于国际前沿。与国际做法相比，工商银行的主要创新点在于：一是传统压力测试或者集中于一个单一情景，所选情景多为极端的小概率事件，情景发生的可能性小；或者是使用模型对未来可能事件进行概率预测，并得出情景设置，情景发生不确定性较大。而课题组采用环境因素压力测试构建的情景是由一系列已经制定或即将出台的政策、标准组成，这样压力情景发生的可能性基本是可预测的，并且考虑了多种复杂因素的发生。二是探索出了“环境 - 企业 - 银行的压力传导路径、多种复杂情景设置，以及使用银行大数据、选用财务分析模型开展结果预测”，这一整套的方法思路具有很强的借鉴推广价值，在国际上属于首家。三是从单个行业入手，再

逐渐扩大覆盖至多个行业，属于将“自下而上”与“自上而下”有机结合的一种研究方法，具有创新性。四是不但考虑压力测试的首轮效应，也考虑相应的反馈效应，比如火电行业考虑了电价变化对企业的影响，水泥行业考虑了企业协处等后续改进措施。但随着测试工作从单因素向多因素、从一个行业向多个行业的拓宽，以及绿色指数、绿色评级等工作的推进，尤其需要从实践和资源上强化压力测试的基础设施建设，特别是相关制度、方法、模型和专家团队建设。

基于环境因素压力测试结果，我们认为，通过构建市场化机制减缓经济发展对环境的影响至关重要，为使市场机制发挥更大、更加有效的作用，建议国家相关部门积极研究财税政策、金融政策和产业政策等方面协同推进，形成环境成本内部化的政策支持体系。在规章制度方面，提高排放标准并严格监督执行；在税收和收费方面，研究对污染企业加收排污税，同时，通过降税、贴息、政府采购等手段鼓励和支持企业进行绿色投资和技术升级；在碳交易方面，采取自愿协议、可交易的许可证等方式，建立良好运作的碳交易市场；在金融政策方面，制定专门的“支绿”再贷款政策，积极发展绿色债券、绿色保险，以市场化方式降低企业经营成本；在基础设施方面，大力培育中介服务体系，出台公开透明的环境信息披露政策，通过政策和市场信号降低自然资源和碳密集型投资的经济价值，促使企业转型和产业结构调整。

## 参考文献

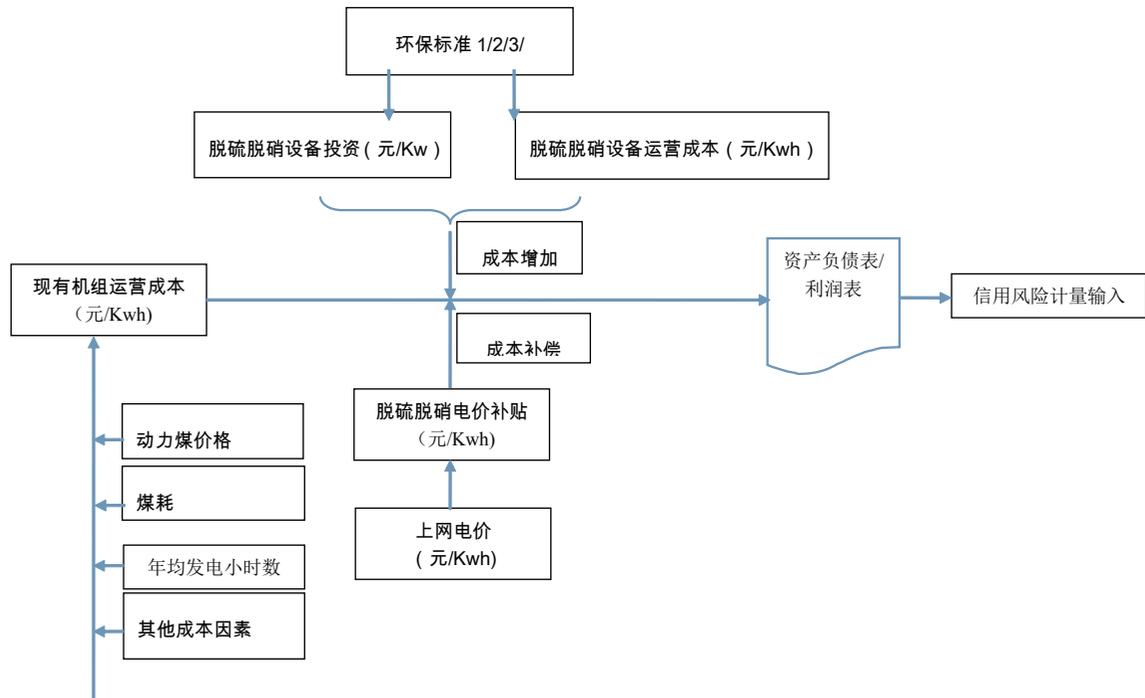
1. Bank of England, 2015, "The impact of climate change on the UK insurance sector: A Climate Change Adaptation Report by the Prudential Regulation Authority. Bank of England Report.
  2. Berge and Lindquist, 2007, "A suite-of-models approach to stress testing financial stability, preliminary paper presented at the "2nd Expert Forum on Advanced Techniques on Stress Testing: Applications for Supervisors", IMF and DNB, msterdam, October 23-24.
  3. Blashke, Jones, Majnoni, and Martinez Peria (2001), Stress Testing of Financial Systems: An Overview of Issues, Methodologies, and FSAP Experiences, IMF WP, no. 88.
  4. Carney, Mark, 2015, "Breaking the Tragedy of the Horizon – climate change and financial stability", Bank of England Speech.
  5. Goldstein, Morris 2015, "Bank Stress Tests and Financial Stability : Lessons from the 2009-14 US and EU\_ Wide Tests for Asian Emerging Economies." Peterson Institute for International Economics Working Paper.
  6. Hahn, Franz R. 2007, "Environmental determinants of banking efficiency in Austria", *Empirica* (2007) 34:231 – 245.
  7. Weber, O., Fenchel, M., & Scholz, R. W. 2008. "Empirical analysis of the integration of environmental risks into the credit risk management process of European banks". *Business Strategy and the Environment*, 17, 149-159.
  8. Weber, Olaf, 2015, "Sustainability and environmental risk management in Canadian banks and financial service institutions – a global comparative study", Working Paper.
  9. 彭志慧, 2012, 《压力测试在商业银行信用风险管理中的运用研究》, 西南财经大学博士学位论文。
  10. 徐明东, 刘晓星. 《在我国金融领域推广运用压力测试的政策建议》, 《经济研究参考》, 2008。
  11. 唐文江, 2009, 《国际银行业新资本协议压力测试情景设置探讨及对我国的借鉴》, 《国际金融》, 2009年。
  12. 巴曙松, 朱元倩, 2010, 《压力测试在风险管理中的应用》, 《经济学家》
  13. 黄志凌, 《商业银行压力测试》, 中国金融出版社, 2010。
  14. 彭水军, 2008, 《污染外部性、可持续发展与政府政策选择 --- 基于内生劳动供给和人力资本积累的动态模型》, 厦门大学学报, 2008年。
  15. 童磊, 2013, 《基于宏观审慎监管的银行业流动性压力测试研究》, 中南大学博士学位论文。
- ns – a global comparative study", Working Paper.

## 附录 1 中国 2013 年以来新发布的主要环保法规政策及内容

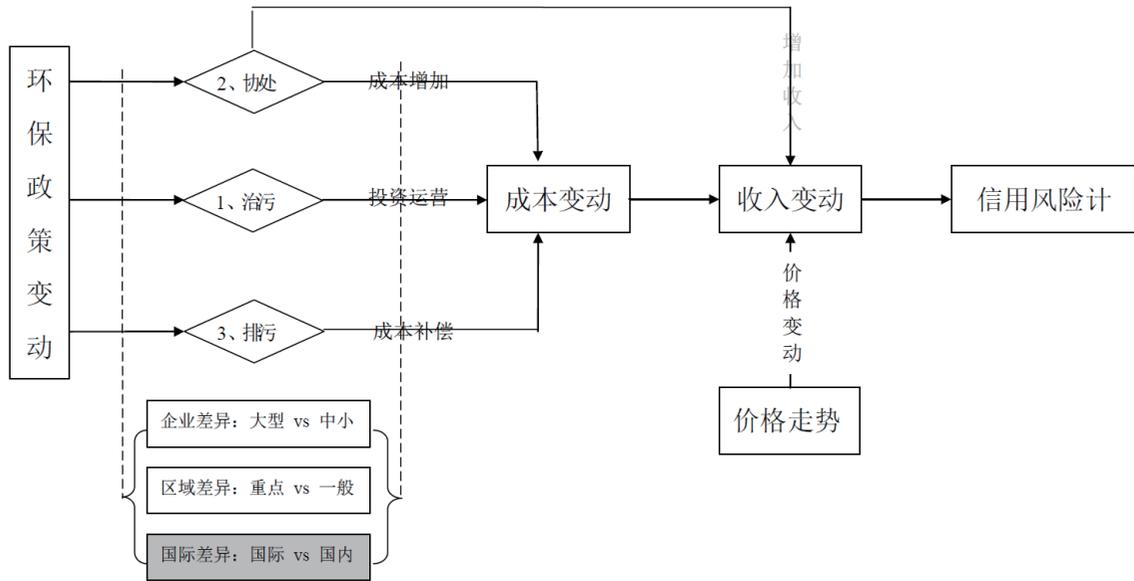
政策名称	发布部门	发布时间	主要内容
《水泥工业污染防治技术政策》、《钢铁工业污染防治技术政策》、《硫酸工业污染防治技术政策》、《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》	环保部	2013 年 5 月	<p>水泥：到 2015 年水泥工业重点污染物得到有效控制，其中 Nox 排放量控制在 150 万吨以下，颗粒物排放量（含无组织排放量）控制在 200 万吨以下，到 2020 年提到全面控制。</p> <p>钢铁：烧结烟气应全面实施脱硫；鼓励高炉煤气干法除尘；鼓励轧钢工业炉窑采用低硫燃料、蓄热式燃烧和低氮燃烧技术。</p> <p>硫酸：硫铁矿制酸和冶炼烟气制酸应采用酸洗净化工艺；酸性废水和冷却水应分别处理，水循环利用率不宜低于 90%。</p> <p>挥发性有机物：到 2015 年，基本建立起重点地区 VOCs 污染防治体系；到 2020 年，基本实现 VOCs 从原料到产品、从生产到消费的全过程减排。</p>
《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发【2013】37 号)	国务院	2013 年 9 月	<p>经过五年的努力，全国空气质量总体改善，重污染天气较大幅度减少，到 2017 年，全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上；</p> <p>京津冀、长三角、珠三角等区域空气质量明显好转，上述三区域细颗粒物浓度分别下降 25%、20% 和 15% 左右。</p>
《中华人民共和国环境保护法》	全国人大	2014 年 4 月	<p>建立健全环境与健康监测、调查和风险评估制度，建立环境污染公共监测预警机制；在重点生态保护区、生态环境敏感区和脆弱区等区域，划定生态保护红线，实行严格保护；扩大环境公益诉讼主体，凡依法在设区的市级以上人民政府民政部门登记的，专门从事环境保护公益活动连续五年以上且信誉良好的社会组织，都能向人民法院提起诉讼；对于违法排放污染物的企业，拒不改正者，可按照原处罚数额按日连续处罚。</p>

<p>《水污染防治行动计划》</p>	<p>国务院</p>	<p>2015年4月</p>	<p>取缔“十小”企业。2016年底前,按照水污染防治法律法规要求,全部取缔不符合国家产业政策的小型造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼油、电镀、农药等严重污染水环境的生产项目。</p> <p>专项整治十大重点行业。制定造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀等行业专项治理方案,实施清洁化改造。新建、改建、扩建上述行业建设项目实行主要污染物排放等量或减量置换。</p> <p>到2020年,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大重点流域水质优良(达到或优于Ⅲ类)比例总体达到70%以上,地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内。到2030年,全国七大重点流域水质优良比例总体达到75%以上,城市建成区黑臭水体总体得到消除,城市集中式饮用水水源水质达到或优于Ⅲ类比例总体为95%左右。</p>
<p>《生态保护红线划定技术指南》(试行)(环发【2014】10号)</p>	<p>环保部</p>	<p>2015年5月</p>	<p>依据水源涵养功能评估与分级结果,将水源涵养极重要区划入生态保护红线。重要饮用水水源地的一、二级保护区纳入生态保护红线。具体划定方法参照HJ/T338执行。</p> <p>依据水土流失敏感性评估与分级结果,将极敏感区划入生态保护红线。水土流失重点预防保护区中水土流失潜在危险较大的区域也应划入生态保护红线。</p> <p>开展重点生物多样性保护功能重要性评估。</p>
<p>《农用地土壤环境质量标准(二次征求意见稿)》(修订GB15618-1995)和《建设用地土壤污染风险筛选指导值(二次征求意见稿)》(补充HJ25.3-2014)</p>	<p>环保部</p>	<p>2015年8月</p>	<p>借鉴国外相关标准和《全国土壤污染状况评价技术规范》,增加了总锰、总钴、总硒、总钒、总铈、总铊、氟化物(水溶性氟)、苯并[a]芘、石油烃总量、邻苯二甲酸酯类总量等10种土壤污染物选测项目,适用于特定地区土壤污染调查与评价。</p> <p>将土壤pH条件原标准pH值小于6.5的情况进一步细分为pH 5.5和5.5 &lt; pH 6.5两档,分别规定限值,将原标准中的3档(pH 6.5, 6.57.5)增加为4档(pH 5.5, 5.5 &lt; pH 6.5, 6.5 &lt; pH 7.5, pH &gt; 7.5)。</p> <p>将农用地土壤铅含量限值收严为80 mg/kg。原标准以铅对农作物生长影响为依据,按pH条件规定了三档限值,分别为250mg/kg (pH&lt;6.5)、300mg/kg (pH6.5-7.5)、350mg/kg (pH&gt;7.5)。</p> <p>收严土壤中六六六和滴滴涕含量限值为0.1 mg/kg,原标准中六六六和滴滴涕限值为0.5mg/kg。</p>

## 附录 2 火电行业环保政策变动的压力传导图



### 附录 3 水泥行业环保政策变动的压力传导





# 中国工商银行城市金融研究所简介

中国工商银行城市金融研究所成立于 1993 年，是工商银行的战略研究及规划制定部门，在为工商银行经营发展提供智力支持和决策参考的同时，还以建设“中国金融业智库”作为发展愿景，致力于为中国金融系统的健康、可持续发展贡献智力支持。重点职能包括：负责编制全行中长期发展规划，研究制定工商银行发展战略；开展宏观经济形势、银行业发展及经营策略的研究分析；近年来重点推进绿色金融领域的国际国内合作及前瞻性研究，探索环境风险量化方法，开展压力测试、绿色评级的研究工作；负责编辑发行《中国城市金融》和《金融论坛》；负责中国城市金融学会的日常组织工作；负责中国工商银行博士后科研工作站的组织和日常工作；负责中国工商银行行史的编修工作。



ICBC

中国工商银行

地 址

北京市西城区太平桥大街 96 号

联系方式

电 话：(8610) 81013547

E-mail：suhong.ma@icbc.com.cn

WWW.ICBC.COM.CN