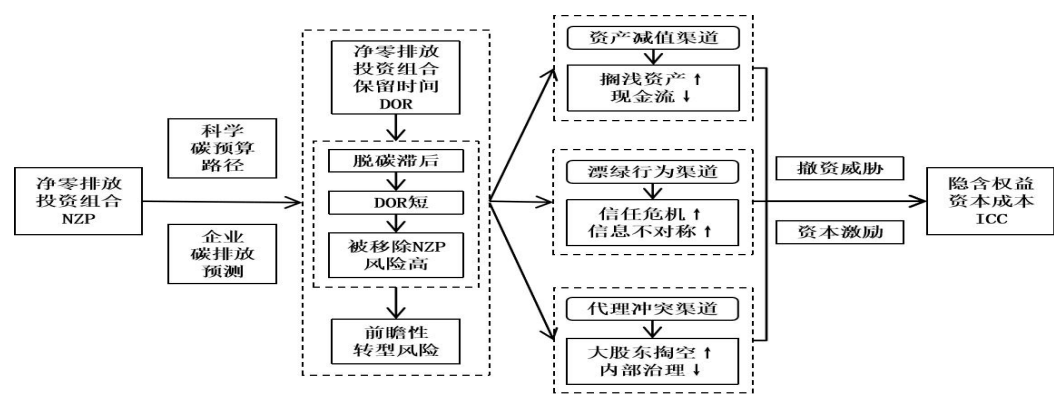


《企业前瞻性转型风险与隐含权益资本成本》附录

附录 1 总体架构说明



附图 1 本文架构

附录 2 净零排放投资组合保留时间和 ICC 变量构建

（一）净零排放投资组合和 DOR 构建

附表 1 投资组合年均碳预算下降速率

|             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2021 年      | 2022 年      | 2023 年      | 2024 年      | 2025 年      | 2026-2030 年 |
| -4.28%      | -2.18%      | -5.20%      | -1.43%      | -1.04%      | 0.44%       |
| 2031-2035 年 | 2036-2040 年 | 2041-2045 年 | 2046-2050 年 | 2051-2055 年 | 2056 年      |
| 2.95%       | 5.48%       | 6.79%       | 9.45%       | 14.28%      | 21.08%      |
| 2057 年      | 2058 年      | 2059 年      | 2060 年      |             |             |
| 31.12%      | 45.93%      | 67.79%      | 100%        |             |             |

注：中国“双碳”目标允许碳排放量在 2030 年前合理增长，因此存在部分年份碳预算上升，年均碳预算下降速率呈现负值。

附表 2 分年度 DOR 描述性统计

| Year | N    | Mean    | SD      | p25 | p50 | p75  | Min | Max |
|------|------|---------|---------|-----|-----|------|-----|-----|
| 2020 | 779  | 32.1194 | 10.0964 | 28  | 37  | 40   | 1   | 40  |
| 2021 | 860  | 25.9198 | 11.5252 | 17  | 28  | 37.5 | 1   | 39  |
| 2022 | 1080 | 31.4833 | 9.6916  | 28  | 37  | 38   | 1   | 38  |
| 2023 | 1427 | 32.0967 | 8.6363  | 31  | 36  | 37   | 1   | 37  |
| 2024 | 1463 | 32.7061 | 7.5400  | 34  | 36  | 36   | 1   | 36  |

本文构建的净零排放投资组合保留时间（DOR）指标，在方法上区别于传统转型风险测度工具（如碳排放强度、历史排放量），并在现有前瞻性转型指标（Cenedese et al., 2023）的基础上做了符合中国情景的调整。与传统转型风险指标相比，DOR 具有前瞻性、动态性和竞争性。DOR 指标通过模拟“双碳”目标下逐年收紧的碳预算约束条件，将个体脱碳努力与企业竞争效应纳入统一分析框架，每年动态修正预测，既能捕捉企业自身减排路径对预算路径的偏离程度，也能捕捉企业脱碳效率相对于其他企业的偏离，从而更贴切地反映出脱碳效果的动态性和企业相关性，如当其他企业加速减排时，维持现状企业的 DOR 将被动缩短。

而碳排放强度等传统静态指标仅关注企业自身减排水平，忽视政策目标与企业脱碳路径的动态协同性和企业竞争的影响，无法较好捕捉企业前瞻性转型风险，例如，低碳排放企业可能因技术路线僵化，在未来政策收紧或技术迭代中面临更高的转型风险；而高碳排放企业通过制定清晰且高效的脱碳路径可能实现相对风险降低，导致其实际风险被传统指标高估。综上，*DOR* 指标为投资者与企业提供了更有效的前瞻性转型风险评估工具。

Cenedese et al. (2023) 构建的退出距离指标 (*DTE*) 定义为一家公司因其碳排放表现不佳，距离被从净零投资组合 (NZIP) 中剔除的剩余年份。该指标遵循《巴黎协定》1.5°C 目标，其前瞻性源于它将科学碳预算路径与企业未来减排前景的动态评估相结合。在此框架下，*DTE* 通过考量企业的历史排放、结合了其自主减排承诺与历史趋势的预测碳排放，以及融入了绿色专利与科学碳目标等前瞻性活动的“雄心得分”，分别对企业进行排序，以确定其在投资组合中的去留。

本文构建的保留时间指标 (*DOR*) 与 Cenedese et al. (2023) 构建的退出距离指标 (*DTE*) 存在一些差异，这些差异源于对中国转型现实的针对性修改。(1) 企业退出机制的灵活性：*DTE* 指标采用距离退出年份的剩余总年数计算，不考虑企业重新进入投资组合的情况，企业在被剔除后的减排努力对 *DTE* 值不产生影响。而 *DOR* 允许企业通过减排行动重新满足动态碳预算后再次进入 NZIP，有利于激励企业保持积极的减排行为。(2) 脱碳路径的情景适配性：*DTE* 基于《巴黎协定》1.5°C 全球情景，要求投资组合 2050 年实现近零碳排放，与中国“2030 碳达峰、2060 碳中和”的阶段性目标不完全一致。而 *DOR* 则与中国“双碳”目标相一致，允许碳排放量在 2030 年“碳达峰”前合理增长，随后逐年递减于 2060 年趋近于零，更贴合中国的转型现实。(3) 碳排放预测的数据基础：*DTE* 的预测碳排放量依赖于企业自主减排承诺与历史趋势的加权，权重分配根据企业减排目标的 SBTi 认证情况、目标期限完整性进行差异化设定。考虑到中国企业减排目标数据的可得性问题和中国上市公司中通过 SBTi 正式认证的企业数量较少的现状，*DOR* 将 75% 权重赋予历史排放预测路径，25% 权重赋予巴黎协定情景下的预测路径。(4) 长期增长率的代理方法：*DTE* 使用 2006-2021 年行业平均增长率代理企业长期趋势。*DOR* 采用  $t-3$  年至  $t$  年的行业平均增长率代理企业历史排放预测路径的长期趋势。

## (二) ICC 构建

虽然使用分析师的盈利预测代理现金流预期来估计隐含权益资本成本是常用的方法，但横截面盈余模型利用事前公开的信息捕捉了企业未来盈余表现的显著变化，产生的盈余预测在多方面均优于分析师预测 (Hou et al., 2012)。因此，本文借鉴 Hou et al. (2012) 的方法，使用过去 10 年的数据估计如下横截面盈利预测模型：

$$E_{i,t+\tau} = \alpha_0 + \alpha_1 A_{i,t} + \alpha_2 D_{i,t} + \alpha_3 DD_{i,t} + \alpha_4 E_{i,t} + \alpha_5 NegE_{i,t} + \alpha_6 AC_{i,t} + \epsilon_{i,t+\tau} \quad (1)$$

其中， $E_{i,t+\tau}$  表示  $i$  企业  $t+\tau$  年的净利润， $\tau$  为 1 到 5，所有解释变量以  $t$  年末的数据测度， $A$  是总资产， $D$  是现金股利， $DD$  是指是否支付股利，支付为 1，反之为 0， $NegE$  是指如果企业盈余为负取 1，反之取 0， $AC$  是指应计项目。

本文估计了隐含权益资本成本的 4 个测度指标，分别为 *PEG* 模型、*MPEG* 模型、*Gordon* 模型和 *OJ* 模型 (Easton, 2004; Gordon and Gordon, 1997; Ohlson and Juettner-Nauroth, 2005)。当估计的 *ICC* 大于 100% 和小于 0 时设为缺失值。此外，为确保结果不受任何特定方法的驱动，本文构造了一个复合的 *CICC* 测度，为 *MPEG* 模型、*Gordon* 模型和 *OJ* 模型 3 个单独的 *ICC* 估计值的平均值 (Hou et al., 2012)。

附录 3 变量定义和描述性统计

附表 3 主要变量定义

|       | 变量名称                 | 变量定义                                                       |
|-------|----------------------|------------------------------------------------------------|
| 被解释变量 | 隐含权益资本成本 (ICC)       | CICC、PEG、MPEG、Gordon 和 OJ 五种测度                             |
| 解释变量  | 净零排放投资组合保留时间 (lnDOR) | 净零排放投资组合保留时间的自然对数值                                         |
| 控制变量  | 企业市值 (lnMKT)         | 市值的自然对数                                                    |
|       | 市净率 (PB)             | 每股股价/每股净资产                                                 |
|       | 资产负债率 (LEVERAGE)     | 总负债/总资产×100%                                               |
|       | 净资产收益率 (ROE)         | 净利润/股东权益余额×100%                                            |
|       | 企业固定资产 (lnPPE)       | 固定资产的自然对数                                                  |
|       | 年个股回报率 (RET)         | 考虑现金红利再投资的年度个股回报率 (%)                                      |
|       | 股价波动性 (VOLAT)        | $t$ 年 5 月到 $t+1$ 年 4 月各个月度股票回报方差的平均值乘 100 来衡量 (辛清泉等, 2014) |

附表 4 描述性统计

| Variable    | N    | Mean    | p50     | SD      | Min      | Max      |
|-------------|------|---------|---------|---------|----------|----------|
| CICC(%)     | 5609 | 7.8222  | 6.7776  | 4.2879  | 2.1261   | 25.4066  |
| PEG(%)      | 5609 | 8.2435  | 7.3948  | 4.4088  | 1.1798   | 23.5392  |
| MPEG(%)     | 5609 | 9.4741  | 8.4419  | 5.102   | 1.533    | 28.4208  |
| Gordon(%)   | 5609 | 5.3333  | 3.9469  | 4.8586  | 0.1111   | 26.0824  |
| OJ(%)       | 5609 | 8.6018  | 7.7316  | 4.3013  | 1.7096   | 24.4694  |
| lnDOR       | 5609 | 3.339   | 3.5835  | 0.5669  | 0        | 3.6889   |
| lnMKT       | 5609 | 23.3881 | 23.2518 | 0.9438  | 21.7185  | 26.3548  |
| PB          | 5609 | 2.463   | 1.845   | 2.1248  | 0.3236   | 12.9639  |
| LEVERAGE(%) | 5609 | 45.5703 | 45.9413 | 18.5917 | 8.0482   | 86.3396  |
| ROE(%)      | 5609 | 7.2388  | 6.6792  | 6.8002  | -12.1582 | 28.2906  |
| lnPPE       | 5609 | 21.4145 | 21.3905 | 1.6755  | 16.5098  | 25.5812  |
| RET(%)      | 5609 | 5.0041  | -0.6745 | 33.8595 | -49.8952 | 150.6961 |
| VOLAT       | 5609 | 1.0899  | 0.9309  | 0.6722  | 0.2122   | 3.5213   |

附录 4 分析师预测 ICC 与横截面盈利预测 ICC 相关性

附表 5 分析师预测 ICC 与横截面盈利预测 ICC 相关性

|   | ICC    | 横截面盈利预测 |        |        |        |    | 分析师预测 |     |      |        |    |
|---|--------|---------|--------|--------|--------|----|-------|-----|------|--------|----|
|   |        | CICC    | PEG    | MPEG   | Gordon | OJ | CICC  | PEG | MPEG | Gordon | OJ |
|   | CICC   | 1       |        |        |        |    |       |     |      |        |    |
| 横 | PEG    | 0.7494  | 1      |        |        |    |       |     |      |        |    |
| 截 | MPEG   | 0.873   | 0.9568 | 1      |        |    |       |     |      |        |    |
| 面 | Gordon | 0.8812  | 0.4415 | 0.5832 | 1      |    |       |     |      |        |    |
|   | OJ     | 0.9483  | 0.608  | 0.7574 | 0.8239 | 1  |       |     |      |        |    |

|   |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
|   | <i>CICC</i>   | 0.5147 | 0.3472 | 0.4094 | 0.4711 | 0.5172 | 1      |        |        |        |   |
| 分 | <i>PEG</i>    | 0.2122 | 0.1968 | 0.1831 | 0.1773 | 0.2217 | 0.8688 | 1      |        |        |   |
| 析 | <i>MPEG</i>   | 0.3712 | 0.2776 | 0.3226 | 0.2931 | 0.3894 | 0.9572 | 0.9371 | 1      |        |   |
| 师 | <i>Gordon</i> | 0.661  | 0.3942 | 0.4723 | 0.7041 | 0.6318 | 0.8158 | 0.5168 | 0.6209 | 1      |   |
|   | <i>OJ</i>     | 0.3771 | 0.2768 | 0.3229 | 0.3023 | 0.3964 | 0.9608 | 0.9358 | 0.9993 | 0.6308 | 1 |

本文使用分析师预测数据进行稳健性检验，附表 5 报告了基于横截面盈利预测与基于分析师预测的隐含权益资本成本之间的相关性矩阵。结果显示，两类盈利预测的 *ICC* 内部相关性普遍较高，基于横截面盈利预测和基于分析师预测的 *ICC* 之间的相关性显著低于内部相关性，从低值 0.1773（基于横截面盈利预测的 *Gordon* 和基于分析师预测的 *PEG* 之间）到高值 0.7041（基于横截面盈利预测的 *Gordon* 和基于分析师预测的 *Gordon* 之间）不等。

### 附录 5 投资者撤资对企业碳强度的影响

论文实证结果表明，净零排放投资组合保留时间 (*DOR*) 与企业隐含权益资本成本 (*ICC*) 显著负相关，即投资者在投资决策中会对前瞻性转型风险较高的企业要求更高的风险溢价，并通过撤资行为对其形成资本市场约束。然而，前沿文献指出，二级市场撤资是否能够通过提高融资成本有效推动高碳企业低碳转型，仍存在重要争议。一方面，撤资对高碳企业融资成本的实际影响可能较弱，不足以激励其转型 (Berk and Van Binsbergen, 2025)；另一方面，若撤资行为未充分考虑企业转型能力与融资约束，可能通过加剧财务困境反而削弱企业实施低碳转型的能力，导致排放上升 (Bellon and Boualam, 2024)。Oehmke and Opp (2025) 进一步指出，通过投资降低棕色企业的融资成本，可能更有利于社会整体环境表现的提升。在此理论争议下，本文进一步检验投资者撤资行为是否会在中国情境下导致棕色企业碳排放上升，从而造成减排成效的损失。

本文基于 2013-2024 年中国上市公司数据，通过实证估计 Hartzmark and Shue (2023) 提出的“影响弹性”这一关键参数，分别考察财务困境冲击 (*Z\_score*) 以及隐含权益资本成本变化对企业排放强度变化的影响，并比较棕色企业与绿色企业的异质性反应，回归方程如下：

$$\Delta Carbon Intensity_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 (Brown \times Low Z\_score)_{i,t-1} + \beta_2 (Neutral \times Low Z\_score)_{i,t-1} + \beta_3 (Green \times Low Z\_score)_{i,t-1} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\Delta Carbon Intensity_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Brown_{i,t-1} \times \Delta CICC_{i,t} + \beta_2 Neutral_{i,t-1} \times \Delta CICC_{i,t} + \beta_3 Green_{i,t-1} \times \Delta CICC_{i,t} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中，被解释变量  $\Delta Carbon Intensity$  为企业 *i* 在 *t* 年与 *t-1* 年碳强度的变化，以单位营业收入的碳排放量 (tCO<sub>2</sub>e/百万元) 衡量；若企业 *Z* 值处于样本后 10%，则 *Low Z-score* 取值为 1，回归结果如附表 6 所示。

附表 6 碳强度变化与财务困境、融资约束

| VARIABLES                           | Changes in emissions  |     |
|-------------------------------------|-----------------------|-----|
|                                     | (1)                   | (2) |
| <i>Brown</i> × <i>Low Z-score</i>   | 0.0333<br>(0.2886)    |     |
| <i>Neutral</i> × <i>Low Z-score</i> | 0.0599**<br>(2.2115)  |     |
| <i>Green</i> × <i>Low Z-score</i>   | 0.0744***<br>(3.1199) |     |

|                                |        |                      |
|--------------------------------|--------|----------------------|
| <i>Brown</i> × $\Delta CICC$   |        | -1.3989<br>(-0.8574) |
| <i>Neutral</i> × $\Delta CICC$ |        | 0.0651<br>(0.2491)   |
| <i>Green</i> × $\Delta CICC$   |        | 0.5821**<br>(2.2462) |
| 个体、年份固定效应                      | Yes    | Yes                  |
| 样本量                            | 14,530 | 8,182                |
| R <sup>2</sup>                 | 0.148  | 0.197                |

与 Hartzmark and Shue（2023）的发现不同，在中国情境下，*Brown*×*Low Z\_score* 与 *Brown*× $\Delta CICC$  的估计系数均不显著，表明无论是在财务困境加剧还是隐含权益资本成本上升的情况下，棕色企业并未出现排放强度上升的现象。*Green*×*Low Z\_score* 的系数为正且显著，说明在面临财务约束时，绿色企业的减排能力对外部资金支持更为敏感。

上述结果表明，在中国情境下，投资者撤资并未导致棕色企业排放反弹，在当前阶段不存在撤资必然损失减排成效的现象。但需要说明的是，本文相关实证结果是在现有分析框架下得出，在可预见的未来一段时期内，本文的实证结果可能仍具有现实解释力，但随着经济发展阶段的演进，当气候政策环境或低碳技术发生较大变化时，资本市场约束对企业脱碳行为的作用方式和强度亦可能随之调整，相关效果未必保持不变。由于上述潜在变化本身具有较强的不确定性，本文难以在现有数据与方法条件下加以识别，对不同发展阶段或重大制度、技术变革情景下撤资机制作用效果的系统分析，有待未来研究在更长时间跨度下进一步展开。

## 参考文献

- [1] 辛清泉、孔东民和郝颖，2014，《公司透明度与股价波动性》，《金融研究》第 10 期，第 193~206 页。
- [2] Bellon, A. and Y. Boualam, 2024, “Pollution-Shifting vs. Downscaling: How Financial Distress Affects the Green Transition”, *Kenan Institute of Private Enterprise Research Paper*, 4761314.
- [3] Berk, J. B. and J. H. Van Binsbergen, 2025, “The Impact of Impact Investing”, *Journal of Financial Economics*, 164, 103972.
- [4] Cenedese, G., S. Han and M. T. Kacperczyk, 2023, “Carbon-transition Risk and Net-zero Portfolios”, Available at SSRN, 4565220.
- [5] Easton, P. D., 2004, “PE Ratios, PEG ratios, and Estimating the Implied Expected Rate of Return on Equity Capital”, *The Accounting Review*, 79(1), pp.73~95.
- [6] Gordon, J. R. and M. J. Gordon, 1997, “The Finite Horizon Expected Return Model”, *Financial Analysts Journal*, 53(3), pp.52~61.
- [7] Hartzmark, S. M. and K. Shue, 2023, “Counterproductive Impact Investing: The Impact Elasticity of Brown and Green Firms”, Available at SSRN, 4359282.
- [8] Hou, K., M. A. Van Dijk and Y. Zhang, 2012, “The Implied Cost of Capital: A New Approach”, *Journal of Accounting and Economics*, 53(3), pp.504~526.
- [9] Oehmke, M. and M. M. Opp, 2025, “A Theory of Socially Responsible Investment”, *Review of Economic Studies*, 92(2), pp.1193~1225.
- [10] Ohlson, J. A. and B. E. Juettner-Nauroth, 2005, “Expected EPS and EPS Growth as Determinants of Value”, *Review of Accounting Studies*, 10, pp.349~365.