



因“波动性”制宜： 银行参与碳交易的风险资本计量

缪仁龙 戴新竹

摘要 风险资本管理是约束和规范商业银行稳定发展的重要抓手，也是体现一个国家整体金融竞争力的重要组成。实践中，监管机构持续关注商业银行的风险资本计量问题，最新颁布的《商业银行资本管理办法》提供了商业银行参与碳排放权交易的市场风险资本的具体细则。根据相关要求，银行参与碳交易会赋予较高的风险权重，且碳现货和远期交易不能实现完全对冲，意味着买入现货和卖出远期交易仍然需要计提部分市场风险资本。这可能会影响银行参与碳交易市场的积极性，为此本文提出了完善碳交易相关的市场风险资本计量若干思考。

关键词 碳交易 市场风险资本计量 商业银行资本管理办法

一、引言

2023年11月1日，为贯彻落实中央金融工作会议精神，全面加强金融监管，国家金融监督管理总局发布《商业银行资本管理办法》（以下简称《资本办法》）^①。同时加强绿色金融创新、推进绿色低碳循环发展，也是贯彻落实中央金融工作会议提出的做好绿色金融大文章的生动实践。

在实现绿色金融高质量发展的过程中，加强风险管理是必须坚守的工作，其中巴塞尔协议则是商业银行风险管理的重要准则。一般来说，巴塞尔协议规定商业银行风险加权资本（RWA）可以分为三部分：市场风险资本、信用风险资本和操作

风险资本。大部分金融衍生品主要涉及市场风险资本计提和交易对手信用风险资本的计提。但如果某些金融产品相应的资本计提过高，将会影响到商业银行的资本回报率和其资本充足率等指标，也会削弱银行参与该产品交易的积极性。实践观察中，我们发现巴塞尔协议在银行资本风险的监管上也存在一定的局限性。例如：该协议对中小银行不是很友好，有可能会阻碍中小银行在正常经营发展过程中的信贷供给；该协议也过于追求一般性规则，对世界各国的金融市场结构的特殊状况未能加以充分考虑，这对各国金融监管部门也提出了更高的管理要求。

缪仁龙，渣打银行（中国）交易风险管理部总监；戴新竹，浙江大学国际联合商学院副教授。

^① 国家金融监督管理总局就《商业银行资本管理办法》答记者问[EB/OL].(2023-11-02)[2023-12-19].https://www.gov.cn/zhengce/202311/content_6913340.htm.

本文重点基于如下朴素逻辑来研究《资本办法》下国内银行参与碳排放权交易的市场风险资本：即资产的波动性越高，其风险权重应该越大，越应该加强监管。本文通过对比海外碳配额市场及现有国内碳配额交易市场的价格波动状况，以及与其他大宗商品之间进行比较，提出如何完善适合国内发展行情的风险资本计量方法。

二、碳交易的市场风险资本监管要求

碳交易是指将 CO₂ 排放权作为标的物的交易。欧盟从 2005 年开始启动欧盟排放权交易机制 (EU ETS)，成为世界上最早也是发展最成熟的碳市场，大幅降低了企业的减排成本。2021 年 7 月 16 日，中国碳排放权交易率先从发电行业启动，纳入重点排放单位两千余家，经过两年的运行，全国碳排放配额累计成交近 2.4 亿吨，成交额 110 亿元，全国碳排放权交易市场促进重点排放单位减排和加快绿色低碳转型的作用初步显现。

从欧洲实践看，金融机构作为做市商对碳市场在价格发现、预期引导和风险管理等方面发挥着重要作用。通常，他们是公用事业或工业公司交易碳远期的交易对手方。金融机构一般会通过在二级市场或拍卖中购买碳现货来对冲其风险敞口。所以说，金融机构从某种程度上缓解了现货供应和远期及期货需求（对冲或战略购买）之间的不匹配，有助于降低企业的碳交易成本。同时，金融机构的加入使碳市场流动性增加，碳配额价格也得到了稳定。目前，国内碳交易市场还未形成做市商机制，

但未来商业银行参与做市交易可以利好市场增加流动性。

为了更好规范商业银行的市场风险管理，《资本办法》提供了简化标准法、标准法和内模法三种市场风险资本的计量方法（图 1）。特别的，碳交易的市场风险资本计量要求具体体现在商品风险类别。目前国内银行基本使用标准法或者简化标准法计算，部分大型国有银行正在研究内模法。

（一）碳排放权交易的风险权重和组别

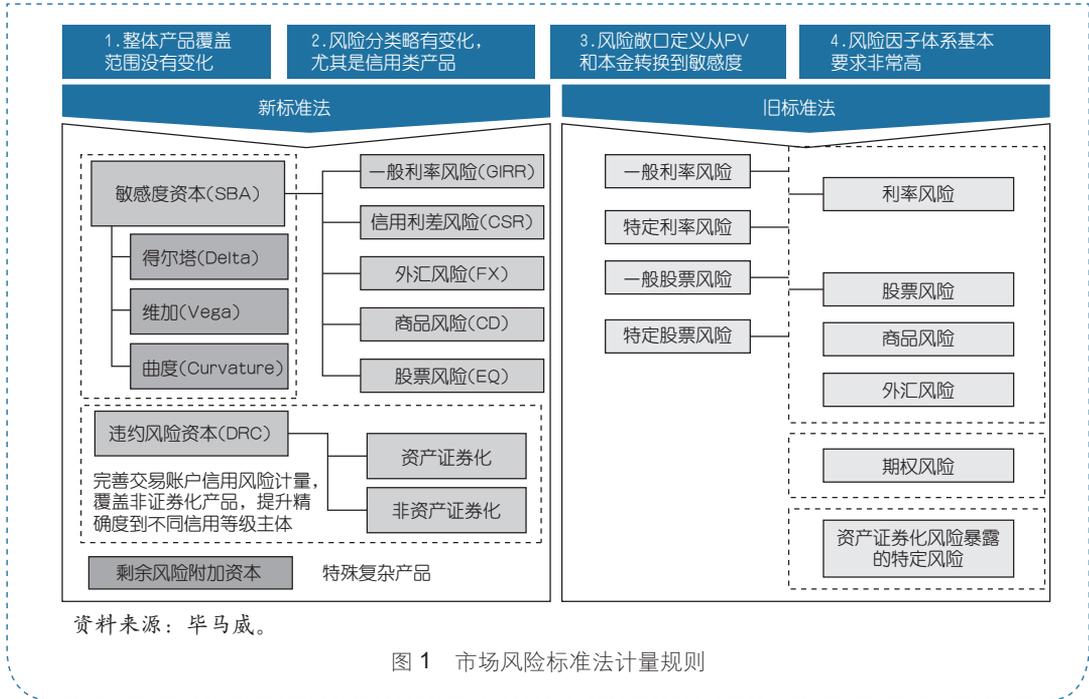
《资本办法》标准法中将具有相似特征的大宗商品分配到 11 个不同的风险组别里。这些风险组别中的每一个大宗商品都被分配了一个相应的风险权重，范围从 20%~80% 不等。一般来说，风险权重越高，说明该商品波动性越大，银行在交易该商品时占用的市场风险资本也就越多。

得尔塔风险因子也会考虑到商品的交割地和交易剩余期限的不同等因素。所以同一商品的不同交割地在资本计提上会被区分出来。

碳排放配额交易被划分为风险组别 3，其对应的风险权重为 60%，这意味着每当银行持有碳排放配额头寸时，必须计提与该商品得尔塔敏感度 60% 的风险权重对应的市场风险资本。

（二）现货和远期价格之间的相关性

标准法下规定的风险权重只是影响市场风险资本的参数之一，市场风险资本水平同时也会受到同一商品现货和未来头寸的相关性影响。标准法规定，对期限不相同的产品的风险敞口的相关性为 99%，具体如下。



计算商品风险得尔塔敏感度风险头寸时，同一个风险组内的相关系数 ρ_{kl} 计算方法：

$$\rho_{kl} = \rho_{kl}^{(cny)} \cdot \rho_{kl}^{(tenor)} \cdot \rho_{kl}^{(basis)}$$

若期限维度相同，则 $\rho_{kl}^{(tenor)}$ 为 1，否则为 99%；若交割地相同，则 $\rho_{kl}^{(basis)}$ 为 1。否则为 99.90%；若商品相同，则 $\rho_{kl}^{(cny)}$ 为 1，否则按下表取数。

三、碳交易的市场风险资本比较分析

根据估算，《资本办法》标准法将提高银行进行碳排放权交易的市场风险资本占用，提高了金融套利的成本，但也从某种程度上抑制了商业银行参与碳交易市场的积极性。

从《资本办法》附件 14 中我们可以看到。一是碳交易被赋予较高的得尔塔风险权重：碳配额交易的风险权重为 60%——

几乎是所有商品中最高的（原油风险权重的 1.7 倍，煤风险权重的 2 倍）。二是商业银行进行期货 / 远期与现货对冲交易时需要计提市场风险资本，与巴塞尔协议 2.5 相比，现货和远期 / 期货交易是不能完全对冲的，这意味着银行买入现货和卖出远期 / 期货交易仍然需要计提市场风险资本。

下文我们将会从市场风险角度来讨论增加碳交易的风险资本计提是否合理。通常而言，底层资产波动率越大，意味着风险越大，相对的金融监管应该更加严格审慎。从图 2 可以看出，原油的波动性与 EUA 的波动性从 2020 年开始处在同一个水平，也就是年化 50% 左右。即使在成熟的 EUA 市场，简单地设置碳交易的风险权重为原油的 1.7 倍是过于审慎的。

就碳交易而言，在市场发展初期，过

于严格的监管要求可能会影响银行在碳交易市场中充当中介的能力和意愿。

(一) 资产波动率所隐含的风险权重

确定风险权重背后的基本原理是确保商业银行能够在绝大多数负面冲击事件时风险资本可以覆盖其意外损失。这意味着风险权重原则上取决于极端负面事件中意外损失的水平。因此交易商品的价格波动风险越大, 其风险权重就越高。

为了估计极端负面事件中的意外损失, 我们通过 VaR 的方法来近似预期尾部损失 Expected Shortfall (ES)。从分布曲线来看, VaR 是在某个可能性下的一个损失估计, 而 ES 计算的是在尾部超过某个可能性的平均损失。如果在分布中使用相同的截止点, ES 的值将高于 VaR 值。按照金融监督管理总局的规定, ES 只能在市场风险内部模型法中使用。

根据金融监督管理总局发布的《市场风险内部模型法监管要求》精神, 标准法中的风险权重应与压力预期尾部损失 (ES) 保持一致, 以确保标准法与更复杂的内部模型法之间具有可比性。ES 和 VaR 值可以近似地相互映射, 这是因为计算 ES 时使用的 97.5% 置信区间大致相当于使用 VaR 的 99% 置信区间水平 (正态分布假设下)。《市场风险内部模型法监管要求》中将标有“能源和碳排放交易价格”的风险因素类别的流动性期限设定为 20 天, 即在压力情境下, 监管预估银行平仓其碳排放配额头寸需要 20 天左右。

我们采用基于 VaR (99% 置信区间) 的方法来推断压力情景下波动率所隐含的

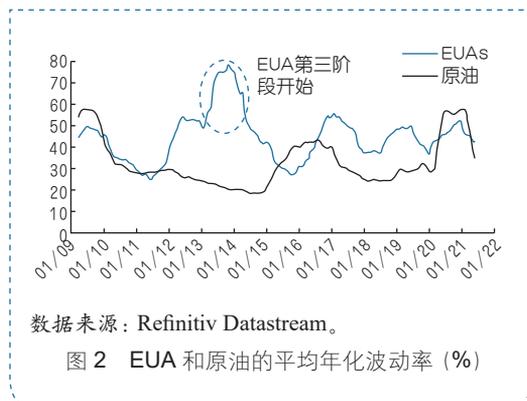


图2 EUA 和原油的平均年化波动率 (%)

风险权重。假设资产的收益率呈正态分布, $Z\text{-Score}(99\%)=2.33$ 。将两者结合起来可以得到以下结果:

$$\text{风险权重} \approx 2.33 \times \sigma_{\text{LH}}$$

其中 σ_{LH} 是对应风险组别在规定的 ES 流动性期限内的波动性。

假设一年有 250 个交易日, 根据时间平方根法则:

$$\text{风险权重} \approx 2.33 \times \sigma_{250} \times \sqrt{\frac{\text{Liquidity Horizon}}{250}}$$

当前 60% 的监管风险权重意味着碳排放权交易潜在的年化波动率超过 90% (在 20 天流动性期限假设下)。对于我国刚刚起步的碳交易市场, 如果假设流动性期限为 60 天, 则对应的隐含碳价年化波动率为 52.6%。

由于我国碳排放交易市场成立较晚, 历史数据不全面, 所以本文通过分析已有试点地区碳排放交易和全国碳市场价格的波动性来简单理解国内碳价格的波动特征。通过观察可以发现, 全国碳市场交易具有周期性特征, 价格波动率较低。交易量上, 全国碳市场和各区域碳市场均出现严

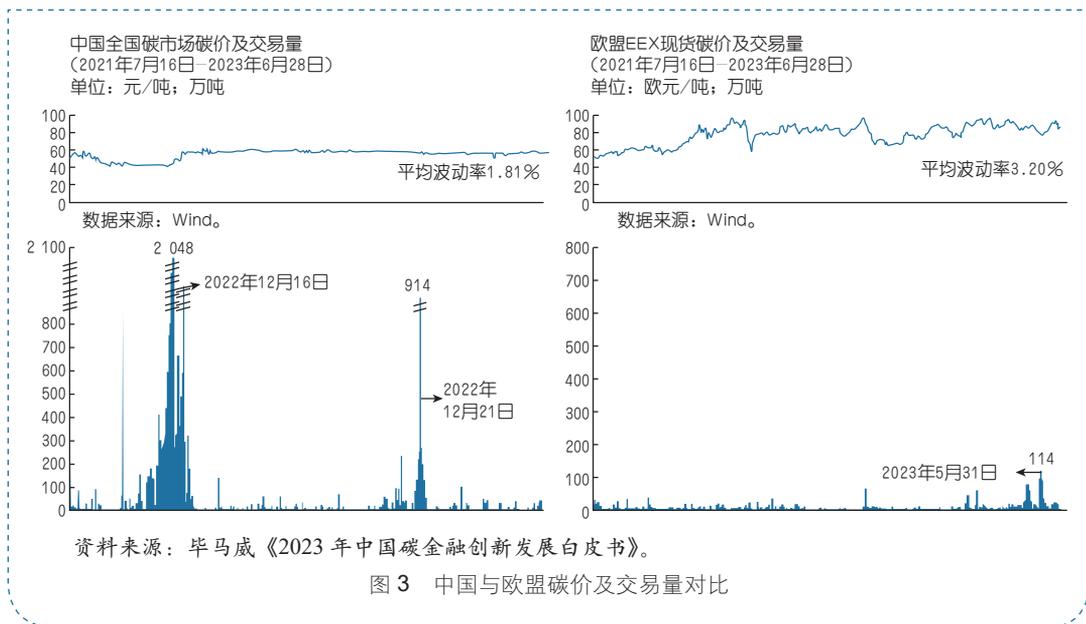


图3 中国与欧盟碳价及交易量对比

重“潮汐现象”，成交日期集中于履约期前后，各年度成交量最大的两个月占全年成交量比重多在60%以上，而欧盟EU ETS的交易量在全年较为平均。价格波动上，我国全国碳市场价格日均平均波动率为1.81%，低于同期欧盟的3.2%，表现平稳（图3）。

上述全国碳市场碳价的日均波动率转换为年化波动率大概是30%，欧盟碳价的年化波动率大约是52%。这意味着60%的风险权重对应目前全国碳市场的价格波动是偏审慎的。我们也注意到目前全国碳市场交易存在周期性强，成交不活跃，市场化程度有待进一步发展。当前偏审慎的风险权重从银行风险管理角度也是合理的。

（二）相关性系数

从上文可以得知，在《资本办法》标准法下，期限不完全相同的商品的风险敞口的相关性为99%。相关性低于100%意味着市场参与者无法完全抵消同一商品的现

货和远期/期货对冲头寸。换句话说，商业银行在碳交易中的典型中介角色（买入现货并卖出远期）将会涉及市场风险资本的占用。事实上，对于一般大宗商品的期现对冲头寸需要计提市场风险资本是合理的，因为大多数商品都是实物，这意味着银行对冲需要考虑到其存储成本。这些存储成本有可能会随着市场变化而波动，例如之前原油宝事件时，原油出现负的价格，对市场造成极端影响。基于此标准法将大宗商品的现货和远期/期货相关性设为99%。

然而，碳排放配额交易并不是典型的实物商品交易，因为其没有储存成本，这代表着现货和期货头寸应该比其他商品更密切相关。换句话说，银行买入现货并出售远期头寸对碳排放配额的对冲效果比其他商品应更好一些。在标准法下，相关性的稍微变动会产生很大的差异。如果银行采用典型的对冲头寸，并且在假设相关性为99.5%，而不

是标准法中规定的 99% 时，其隐含的市场风险资本占用大约可以下降 30%。

四、碳交易的风险资本计量建议

考虑到市场建设初期要注重防范交易风险，目前全国碳市场暂未涉及开展碳期货等金融衍生品交易，在风险可控的前提下，应当考虑适当鼓励商业银行积极参与碳市场和绿色金融的发展。而目前公布的《商业银行资本管理办法》中对于碳排放权交易的相关资本计量要求于银行而言并不友好，这可能会影响到银行将来参与碳金融市场的积极性与充当中介的能力。因此，在上文分析的基础上，我们提出如下建议。

首先，建议推出碳交易做市商制度，严格准入，分类管理，推动一级市场与二级市场、衍生品市场的碳交易联动格局的实现。商业银行参与碳交易可以按照其衍生品交易管理经验和中国人民银行的相应评级来分类。例如，银行可以分为核心做市商、一般做市商、非做市商等多个层级。监管部门在碳市场交易过程中对不同等级的市场参与者要求相应的信息披露与交易行为管理。在纳入金融市场管理范围的同时，将碳交易内幕信息、内幕交易行为的实体及拍卖过程等信息予以相应披露。具体而言，我们建议：

一是对于核心做市商，应被纳入统一的银行绿色评级考量，并定期进行检查。为鼓励其做市业务，对于附件 14《市场风险标准法计量规则》下碳排放权交易的风险权重，根据我国碳市场的实际价格波动，制定相应合理的风险权重。简单地遵循巴

塞尔协议下的风险权重并不一定符合我国碳市场的发展节奏。目前国内碳市场还未成熟，对于获得监管审批的核心做市商，可以适当下调其市场风险计量下的碳交易风险权重至 40% 左右，也就是隐含年化波动率在 56%（假设流动性期限为 20 天）。

二是对于现货和远期 / 期货相关性，可以适当提高核心做市商的碳现货和远期等碳金融衍生品相关性系数。如上文所述碳排放配额交易不是典型的商品，没有实物储存成本，其现货和远期相关性应当高于其他大宗商品。在鼓励市场发展的情况下，可以酌情提高其相关性系数。

三是对于普通做市商，可以保持现有的风险权重和相关性系数，并通过一些排名或者其他方式，鼓励机构积极申请转变为核心做市商。

四是对于非做市商，其参与碳交易市场应该只是以套期保值为目的，可以适当加大风险管控，防止风险事件发生。比如可以从整体交易限额管控等方面入手。

其次，在国内碳交易市场成熟时，应加强国际合作，打造国际碳交易中心、国际碳定价中心和国际碳金融中心。鼓励更多境外机构参与到国内碳市场交易。与此同时，基于市场流动性的提高和交易量的提升，其相应的碳交易风险权重和期现相关性与核心做市商保持一致，对普通做市商和非做市商等参与者的市场风险资本计量也应予以调整。

最后，高质量的金融发展需要高质量的金融监管，如何在保持金融稳定的前提下促进市场发展，灵活调整相应监管政策，



构建更有活力、韧性的碳金融市场是需要持续关注的议题。^[N]

学术编辑：曾一巳

参考文献

- [1] 曹先磊,许骞骞,吴伟光.我国碳市场建设进展、问题与对策研究[J].经济研究参考,2021(20):28-38.
- [2] 戴枫,吕笠瞻.全国统一大市场能助力碳减排吗?[J].金融市场研究,2023(10):21-41.
- [3] 冯采,张昴,王茗.中国商业银行绿色金融转型——基于绿色信贷、绿色债券和碳市场的研究[J].金融市场研究,2023(06):114-127.
- [4] 李昕.国际金融行业碳核算框架评价与借鉴[J].金融市场研究,2022(07):62-69.
- [5] 鲁政委,叶向峰,钱立华,等.“碳中和”愿景下我国碳市场与碳金融发展研究[J].西南金融,2021(12):3-14.
- [6] 马骏.国际绿色金融发展与案例研究[M].北京:中国金融出版社,2017.
- [7] 马骏.碳中和愿景下的绿色金融路线图[J].中国金融,2021(20):12-14.
- [8] 马勇,李美仪.中国碳交易市场的规模、结构与影响因素分析[J].金融市场研究,2023(04):99-112.
- [9] 沈建明,叶舟,蓝国瑜.基于FRTB的商业银行市场风险计量管理与未来展望[R].MII Working Papers NO 2133, 2021(10):25-32.
- [10] 宋瑞波,耿子扬,赵广志.“双碳”目标下我国碳资产债券的创新研究[J].金融市场研究,2022(11):48-57.
- [11] 孙文娟,张胜军,孙海萍.试点碳市场发展现状及对全国碳市场的启示[J].国际石油经济,2021,29(7):1-8.
- [12] 谭林,曾刚,杨千帆.转型金融发展路径探析[J].金融市场研究,2022(11):71-78.
- [13] 王颖,张昕,刘海燕,等.碳金融风险的识别和管理[J].西南金融,2019(2):41-48.
- [14] BCBS. Minimum Capital Requirements for Market Risk[S].BIS,2019-2.
- [15] EBA. Implementation in the European Union of the Revised Market Risk and Counter-party Credit Risk Frameworks[R].European Banking Authority,2017-12-18.
- [16] European Union Emissions Trading System[EB/OL].(2023-12-01)[2023-12-19].<https://www.emissions-euets.com/carbon-market-glossary/872-european-union-emissions-tradingsystem-eu-ets>.
- [17] ISDA'S ESG Risk and Capital Working group.Implications of the FRTB for Carbon Certificates[R].ISDA,2021-07-23.

Carbon Trading Market Risk Capital Charge Discussion — From Risk Control and Market Development Perspective

MIAO Renlong¹ DAI Xinzhu²

(1.Traded Risk Management, Standard Chartered Bank (China);2.Zhejiang University International Business School)

Abstract Risk based capital management is not only an important starting point for commercial banks' long term stable development, but also an important component of a Country's financial competitiveness. Under the current practice, China regulators have always been aware of the problem of commercial banks' capital ratio, and published relevant regulatory rules. At the same time, although under the current carbon market system, domestic commercial banks cannot directly participate in the national carbon market trading, nor can they act as agent for carbon trading on behalf of clients. However, given the further development of the nation's unified carbon market, the overall market size and liquidity will increase significantly in future. The market participants and clients' demand will become more diversified, and the number of carbon financial products will also grow rapidly, which will provide the possibility for commercial banks to be able to participate in carbon trading in China. Recently, the standardized approach of FRTB, jointly published by PBoC and NAFR, will likely increase the market risk capital charge by banks for carbon trading. In general, the higher risk weight assigned, the higher market risk capital would be required. And the fact that carbon spot and forward transactions cannot be fully hedged under FRTB could generate certain market risk capital for forward or future hedging trades. This paper analyzes the recent developments of commercial banks in carbon trading market and the potential market risk capital impact for commercial banks' to participate in carbon trading in future. We propose some suggestions at the end of this paper.

Keywords Carbon Trading, Market Risk, FRTB

JEL Classification G21 G32 Q56