



电力行业模拟碳交易研究报告

（摘要版）

中国电力企业联合会
美国环保协会
北京环境交易所

2014年6月

免责声明

本文件为非合同文本，所包含的信息既非用于销售亦非用于询价。本文件只为提供信息，不在任何国家直接或者间接地为任何人招揽生意或者提供任何金融产品。

本文件任何部分均不产生任何权利和义务。关于本文件的权利和义务应只依据中国电力企业联合会、美国环保协会、北京环境交易所及其合作伙伴所约定的相关规定和原则产生。

本文件相关信息经过认真编辑，但对本文件中或许会出现的错误、遗漏或其他不准确的信息及其造成的后果，上述机构不承担任何责任。

本出版物及其他相关文件只有经上述机构许可才能复制或出版。



- 01 项目背景
- 01 实施思路
- 01 要素设计
- 02 规则设计
- 03 模拟过程及分析
- 06 模拟反馈
- 07 结论

一、项目背景

《国家“十二五”规划纲要》明确提出，要逐步建立碳排放交易市场。随着深圳、上海、北京、广东、天津、湖北等六个省市相继启动碳排放上线交易，全国范围内的碳排放交易也在逐步推进。电力行业作为二氧化碳排放大户，是碳排放交易的主要参与者。为探讨电力行业碳排放交易模式、提高电力行业企业对碳排放交易的认识，同时为电力行业开展碳排放交易提前进行储备，从2012年底开始，美国环保协会（EDF）、中国电力企业联合会（中电联，CEC）、国际能源署（IEA）和北京环境交易所（CBEEEX）联合开展电力行业碳排放交易模拟研究项目。中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国电力投资集团公司、神华集团有限责任公司、广东省粤电集团有限公司、国投电力公司、北京能源投资（集团）有限公司等均派人员参与了碳排放模拟交易。

二、实施思路

本项目在中国电力行业的现状和发展预测的基础上引入虚拟的碳排放交易市场，在以现实为基础的前提下，设置假设情景，通过虚拟的电力公司进行碳市场模拟交易，分析碳市场行情以及虚拟电力公司（VPC）¹的策略与行动，在多角度分析模拟交易结果的基础上，提出未来电力行业参与碳排放交易的建议。

三、要素设计

1、交易主体。本项目设计参与方为32家VPC，每家包含多种发电资产配置，且资产比例参考国内能源结构进行设置。在初始情况下，不同的情景设置中的资产配置有微小差别。

2、情景设置。为对比不同情景下VPC采取的策略和碳市场的情况，本项目按照是否可跨区域交易、是否在初始分配中持有等量的模拟碳排放配额（SEA）²、交易中抵消量（Offset）的使用比例是否相同等条件，设计了4种不同的情景，即：根据区域内SEA是否可以自由流通交易分为单一市场和南北区市场³（Offset无区

¹ 虚拟电力公司（Virtual Power Company，简称VPC）。

² 模拟碳排放配额（Simulation Emission Allowance，简称SEA）。

³ 考虑中国南北方发电情况的差异及将来是否会分区域设计电力行业碳交易而进行此设置。

别，可自由交易)；根据VPC初始持有的配额多少分为买家（持有配额量相对较少的VPC）和卖家（持有配额量相对较多的VPC）；根据区域内可使用Offset进行履约的比例分为宽松情景(可使用35%的Offset)和严苛情景(可使用5%的Offset)，详见下表。

情景 1 ● 35%抵消量 ● 允许跨区域交易 ● 初始分配为4家VPC指标紧缺（买家）；4家VPC指标宽松（卖家）	情景2 ● 5%抵消量 ● 分为南北两区，且禁止跨区交易 ● 北区：2家VPC指标紧缺（买家），2家VPC指标宽松（卖家）；南区：2家VPC指标紧缺（买家），2家VPC指标宽松（卖家）
情景3 ● 35%抵消量 ● 允许跨区交易 ● 8家VPC初始指标完全一样	情景4 ● 5%抵消量 ● 分为南北两区，且禁止跨区交易 ● 8家VPC初始指标完全一样但分为南北两区

3、模拟期。为便于操作，本项目将实际经营时间进行压缩，用一周代表一个模拟经营年。模拟过程共持续6周，其中包括1个基准年和5个经营年。VPC可以调整自己公司的调度方式并可在每个模拟经营年尝试不同的配置方案。

4、发电指标。根据中国GDP复合增长率设计，VPC每年要满足增长率为7.9%的发电需求。

四、规则设计

1、模拟者任务。在虚拟的环境里各自运营一个虚拟的电力公司；对发电量、碳排放量等做出决策，实现在既满足发电目标、又满足碳排放约束的前提下，效益最大化；依托电子交易平台，通过登录指定网络地址/域名，按照交易规则进行交易；按要求进行反馈及小结。

2、交易时间。在模拟交易期内的交易时间为：工作日上午9:30-11:30、下午2:00-4:00，VPC每周均有10个时段可以在碳市场进行交易，并需要在每周五闭市

后提交本周的包含最终发电调度方案和交易结果信息的电子表格，以备核对。

3、新建电厂。为完成发电指标实现资源优化配置，VPC需要新建电厂。而VPC通过权衡发电成本和碳市场的交易成本，可以实现企业的“利润-碳”平衡。

4、模拟交易产品。包括模拟SEA和Offset两种。其中，SEA免费发放给VPC，数目每周（即每个模拟年）固定；offset定期由外部向市场注入，需要VPC购买。

5、利润获取。VPC可以通过在电力市场发电获取经营利润，也可以通过在碳市场交易获取交易利润。其中，电力市场利润=发电收入-发电成本；碳市场利润=现金（账户现金-罚款）+存货（剩余SEA和Offset的折算价值之和，需考虑特殊情况）。

6、获胜评判。4种情景共产生6名获胜者。其中由于情景1和2在初始情况下，VPC的碳排放指标存在紧缺和宽松的区别，因此在情景1和2中，2种不同的初始情况各产生一名获胜者，总共产生4名获胜者；情景3和4各产生一名获胜者。获胜的原则是，VPC首先需要满足所要求的发电量，组织方通过衡量所有VPC在电力市场和碳市场获得的总利润来确定每个情景下的获利最多的VPC，另外，在获利最多的前提下VPC还要确保遵守模拟交易规则，最终通过综合评判确定获胜者。

7、模拟交易环境。SEA和Offset的交易均在北京环境交易所虚拟交易平台上进行操作，实行挂单应价，双向交易，采取价格优先、时间优先原则。每周，通过模拟交易结果的分析为所有参与者提供信息简报。

8、配额管理。每周一开市前，VPC在交易系统的账号中将新增本周应得配额；每周五休市后，组织方将从VPC账户中扣除所应上缴的额度进行履约，VPC可以选择使用SEA履约，也可以选择使用不超过其所处情景比例要求的Offset履约。

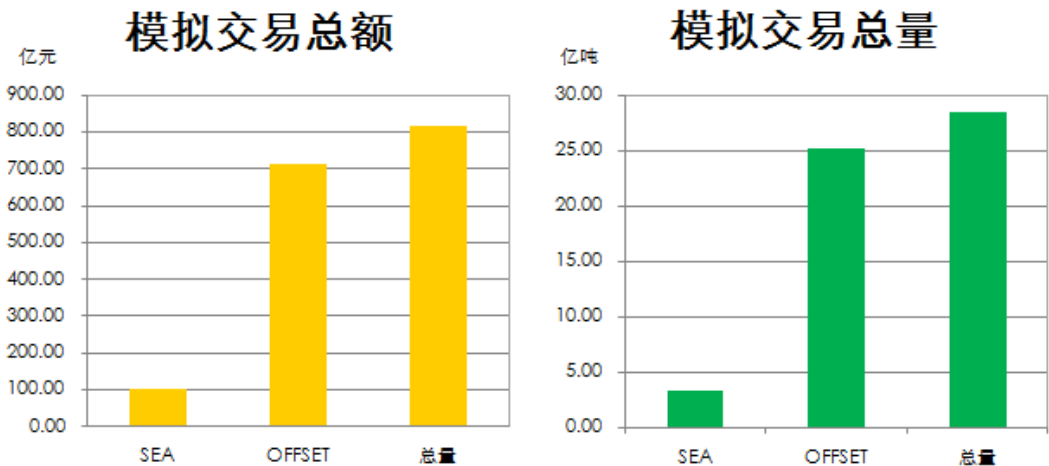
9、注意事项。交易过程中，交易员之间不得讨论资产配置情况、不得分享辅助计算工具；VPC每周五需按时提交电子表格，以便组织方进行本周的履约扣除及下周的配额发放工作，从而管理模拟进程；另外，VPC不得对往年决策修改，否则将被取消获胜资格。

五、模拟过程及分析

本项目模拟从2013年7月10日持续到8月23日。其中，7月10至11日

为模拟前期培训，7月15日至8月23日共6周为模拟交易期。数据记录及分析以5个经营年为基础。

1、整体情况。模拟期间共发生132笔交易，包括63笔Offset交易，69笔SEA交易。在不同情景下，通过调整各自的调度配置方案及碳市场交易策略，90%以上的VPC在满足其发电和碳排放义务的同时实现了盈利。

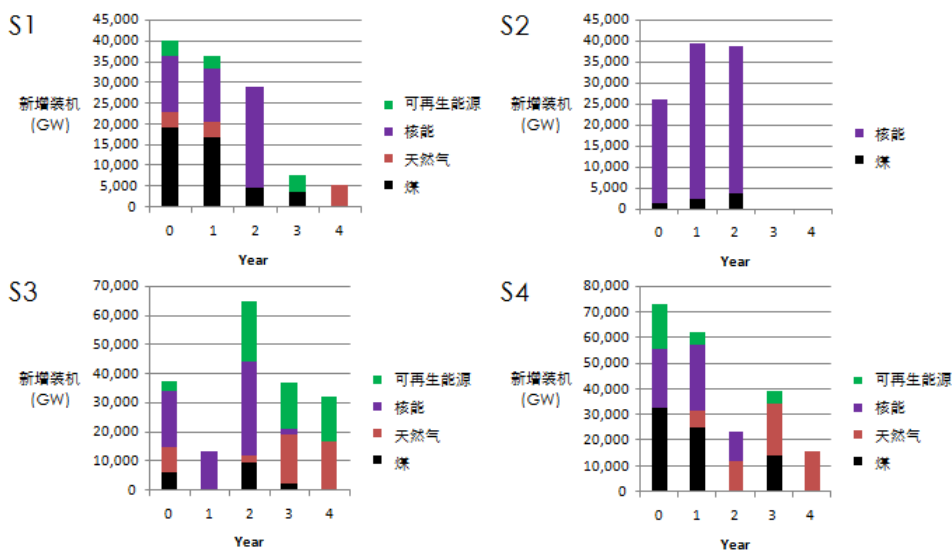


依据盈利（电力市场及碳市场利润之和）多寡原则，最终的竞争结果十分接近，几乎一半VPC的成绩与其情景内的优胜者相差在10%以内。而从实际模拟情况来看，优胜者的竞争策略多样，部分通过新建电厂以及精细化的调度获胜，这种情况下，这些VPC对碳交易参与较少；部分通过相对频繁的交易及较大的交易量获胜；也有获胜者选择了相对均衡的策略，即参与碳市场的活跃程度与新增装机容量相当。

2、新建电厂。即便建造和维护成本都很高，对运营资金有较高要求，但核电仍是各情景下VPC新增装机容量的首选。模拟过程中，所有新增容量核电占44%¹，超超临界燃煤发电占20%，天然气发电占18%，风电占11%。在情景二中分布尤其明显，有93%的新增容量来自核电，7%来自燃煤发电。从竞争结果来看，多数优胜者选择只新增建设核电站，之后通过调度和交易来优化他们的排放和利润。

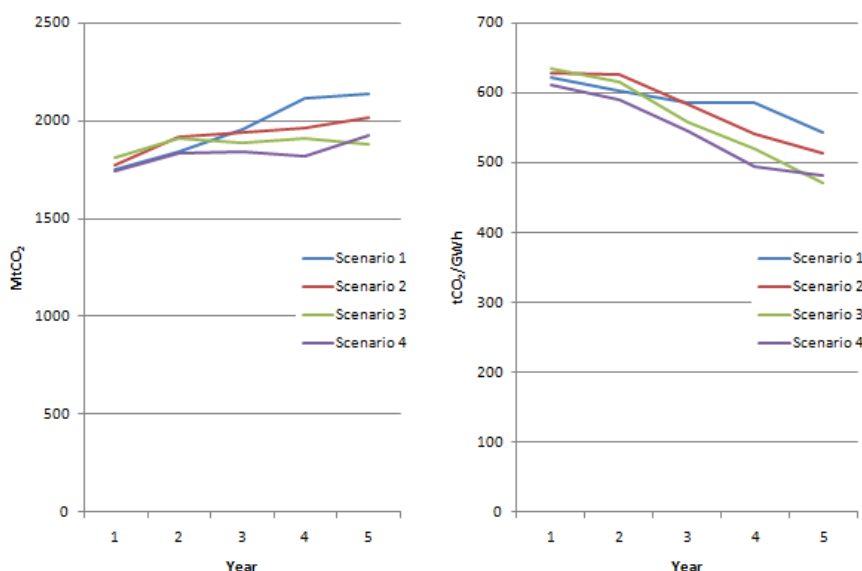
¹模拟过程中出现的高达44%的核电新增容量的现象在实际中几乎不可能发生。这也是未来进一步完善模拟设计，使其更贴近现实情况的重要方向。

各情景新增装机情况



3、排放情况。模拟结束时，所有情景下 VPC 的排放总量较模拟启动时均有所上升，幅度最小的是情景二，最大的是情景一，约 22%。但与发电量的增长相结合计算，所有情景下 VPC 的排放强度均有较大幅度下降，最为明显的是情景三，降幅约 27%，体现了在发电量和碳排放双重约束下，碳市场交易对发电效率提升的重要促进作用。

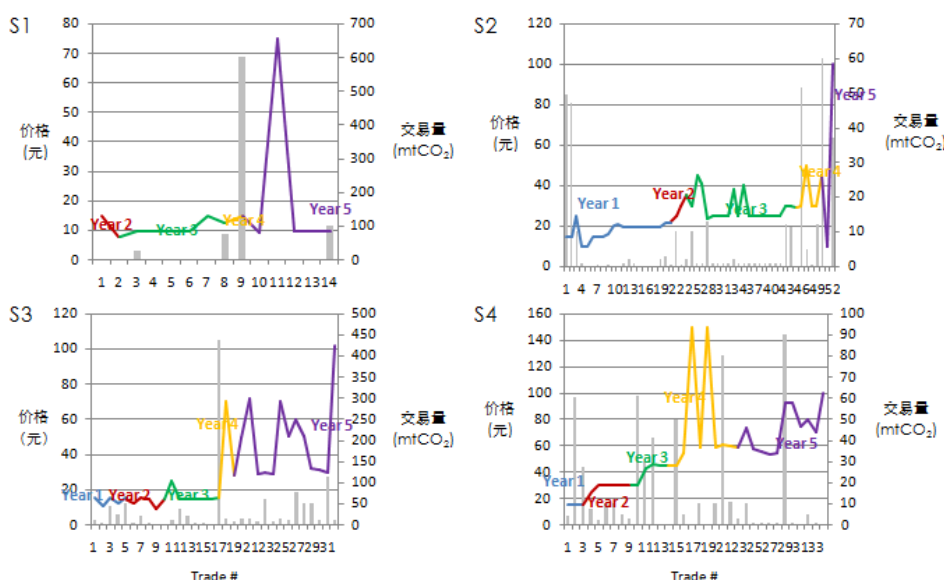
各情景VPC的排放总量及排放强度



4、交易量和碳价。模拟过程中，所有情景 VPC 交易总量约 28.44 亿吨二氧化碳，88%为 Offset 交易。其中 Offset 占比 35%的情景一和情景三交易量分别达

到 8.08 亿吨和 11.37 亿吨，超过所对应的 Offset 占比 5%的（情景二、情景四）交易量的两倍。交易价格方面，情景一至情景四的市场加权价格（含 SEA 和 Offset）分别为：14.2 元/吨，35 元/吨，26.9 元/吨，49.5 元/吨。除情景一外，各情景碳价均随减排任务逐年加重而不断上升。

各情景交易量与碳价



5、异常情况处理。模拟交易获胜者的决定方式始终坚持满足发电指标、碳排放约束、总利润最大的原则，最终裁决出 6 名获胜者（情景一、情景二中针对买卖家各设两名冠军）。对于模拟结束 VPC 账户中剩余 SEA 的处理方式，采取特定市场、特定产品分开计算的原则。正常情况下，采用 VPC 所处情景下 SEA 最后一个交易周的加权平均价格来折算该产品的价值。

部分情景中的个别 VPC 在最后一个交易年中试图以小额交易的方式，在市场中锚定一个不正常的高价，以便在最终的现金折算中获利，从而引起相关市场交易价格大幅波动的现象。出于对其他 VPC 公平的考虑，类似情况被判定为异常交易，在模拟结束后的剩余碳资产现金折算中进行了数据纠正，即以剔除掉异常交易所在周数据，采用该产品近三周的加权平均价格，或交易全程加权平均价格折算。

六、模拟反馈

模拟交易结束后，组织方对交易参与者发放包括对模拟过程中存在问题、对

交易体系设计建议等问题的调查问卷共 32 份，最终收回 9 份问卷，其中 2 份匿名。根据问卷内容，我们整理得出以下反馈：

- 建议不要区分若干小市场，整合一个大市场，通过合理设计配额、交易资金、燃料成本和建设成本等建立一个更贴近实际的交易体系；
- 价格因素是决定购入配额还是 Offset 的重要因素；
- 应引入做市商，增加市场活力、增加参与者数量；
- 可变因素变化方向的不可预见性会增加操作难度；
- 胜利者普遍认为，在市场初期，通过挂牌报价（买售均可）等方式不断试探市场的接受和认可度；并在组织方竞价销售 Offset 时，积极参与报价争取购得，以扩充配额及 Offset；最终，在市场后期，配额价格相对稳定时，适时、适量的销售配额以获取相应利润，是一种好的交易策略。

七、结论

通过进行模拟碳交易，参与项目的电力企业的员工能够熟悉交易环境、增加对碳交易和碳市场的了解，提高对碳市场的关注程度，在推动我国未来碳市场建设中将发挥积极的作用。

分析模拟结果，我们认为市场机制的设计很重要，往往会对市场整体的运行和效率产生直接影响，总结观点如下：

- 有效的市场可以传达完整的价格信号。
- 市场的覆盖面及灵活性决定控排企业是否拥有更多降低成本的机会。引入 Offset 及适当的 Offset 比例是降低交易成本的有效方式。
- 预期的市场均衡价格和边际减排成本相关联，这也是影响市场效率的关键。
- 控排企业对自身碳资产的管理很重要，在考虑排放约束和逐年增长的发电需求前提下根据市场调整发电结构，往往可以获取更优的效益。
- 模拟数据显示，交易活跃的电力企业获利的可能性较大。同时，优化自身的发电结构和适当的新建电厂也是利润的主要来源。

中国电力企业联合会

北京市西城区白广路 2 条 1 号

邮编：100761

联系人：石丽娜

电话：010-63415243

Email: shilina@cec.org.cn

美国环保协会

北京市东城区安定门东大街 28 号雍和大厦 C709

邮编：100007

联系人：王昊

电话：010-64097088

Email: haowang@cet.net.cn

北京环境交易所

北京市西城区丰汇园 11 号丰汇时代大厦三层

邮编：100032

联系人：

研究发展部 邹毅

电话：010-66295709

Email: yzou@cbeex.com.cn

研究发展部 李聪

电话：010-66295535

Email: cli@cbeex.com.cn