



创新金融机制助力中国可再生能源发展 ——绿电长期交易合同的机遇与挑战





关于落基山研究所 (RMI)

落基山研究所 (RMI), 是一家于 1982 年创立的专业、独立、以市场为导向的国际智库。我们与政府部门、企业、科研机构及创业者协作, 推动全球能源变革, 以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所致力于借助经济可行的市场化手段, 加速能效提升, 推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市、加州奥克兰、华盛顿特区及印度尼西亚设有办事处。

作者与鸣谢

作者

郝一涵
江漪
路舒童

作者姓名按姓氏首字母顺序排列。
除非另有说明,所有作者均来自落基山研究所。

其他作者

李婷
张博雅

联系方式

路舒童, llu@rmi.org

版权与引用

郝一涵, 江漪, 路舒童, 创新金融机制助力中国可再生能源发展——绿电长期交易合同的机遇与挑战, 落基山研究所, 2024, <https://rmi.org.cn/insights/green-power-long-term-agreement/>

落基山研究所重视合作,旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。
因此,我们允许感兴趣的各方通过知识共享 CC BY-SA 4.0 许可参考、分享和引用我们的工作。
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

除特别注明,本报告中所有图片均来自iStock

鸣谢

本报告作者特别感谢Angela Wright Bennett Foundation和Quadrature Climate Foundation对本报告的支持。
本报告作者特别感谢落基山研究所刘雨菁、高硕及以下来自企业和研究机构的专家对报告撰写提供的洞见与建议。

韩天雄, 中广核新能源投资(深圳)有限公司贵州分公司, 电力营销经理
Clément Lix, 液化空气(中国)投资有限公司大中华区, 能源转型总监
梁良, 中国电力企业联合会科技服务中心绿色科技咨询部, 主管工程师
王沁, 首都电力交易中心有限公司, 市场部主任
王馨艺, 中国电力企业联合会需求侧管理促进中心部门, 副主任
查琳, 巴斯夫(中国)有限公司, 亚太区采购行业经理—电力及可再生能源
张圣楠, 北京电力交易中心市场部, 副主任

专家姓名按姓氏首字母顺序排列。
本报告所述内容不代表以上专家和所在机构的观点。

目录

前言	5
1 绿电长期交易合同将是助力我国绿电市场进一步发展的关键机制.....	6
1.1 绿电长期交易合同及国际实践成果	6
1.2 推动绿电长期交易合同对于我国绿电市场发展的重要意义	9
1.3 建立符合我国电力市场发展状态的绿电长期交易合同	9
2 绿电长期交易合同在我国市场已初见雏形.....	11
2.1 政策层面释放信号.....	11
2.2 企业买家实践案例.....	11
3 推广绿电长期交易合同所面临的挑战及风险	14
3.1 系统性挑战.....	14
3.2 市场性风险.....	14
4 市场机制推动绿电长期交易合同风险管理	18
4.1 国际市场解决方案及实践	18
4.2 市场机制助力我国绿电长期交易合同落地展望	22
5 总结	24
参考文献	26

前言

绿色电力是未来能源发展的重要方向，在应对气候变化和确保能源安全等全球问题上扮演了举足轻重的角色。近年来，我国绿色电力得到了政策的大力支持和市场的积极认可，绿电市场交易量增速远超预期，为我国绿电市场进一步发展和创新打下了良好的基础。

经过两年的发展，我国绿电交易已初具规模。自 2021 年 9 月绿电交易试点以来，截至 2023 年底，绿色电力交易电量逐年大幅增长，国网地区累计成交绿电交易量 830 亿千瓦时，南网地区累计成交绿电交易量 124 亿千瓦时¹。开市以来近两年的高速扩增，不单得益于政策和交易细则的发布，也得益于企业的积极参与和开拓创新。

绿电长期交易合同是绿电交易创新的关键模式之一。绿电长期交易合同具有兼顾长期避险和成本回收的双重定位，并且是积极应对国际贸易对于产品碳足迹追踪的重要手段，对于绿电市场的发展极为重要。绿电长期交易合同（英文常用 Power Purchase Agreement, PPA）在欧美绿电市场已有多年的较为成熟的运行历史，近期在我国市场也有几例绿电长期交易合同成果落地的案例。

落基山研究所长期聚焦绿电市场的追踪与研究，陆续五年发布了《企业绿色电力采购机制》的中国市场年度报告，开发了小程序“绿电汇”协助企业追踪市场，并积极组织国际研讨会等交流活动。在过往研究基础上，本报告将重点关注我国绿电交易的最新动向，详细探讨绿电长期交易合同在我国落地的机遇与挑战，并着重分析了保险和金融合约这两种创新金融机制对于长期交易合同在管理风险等方面的助力作用，为绿电市场的未来发展提供思路。

我国绿电市场的发展离不开持续的创新。未来，落基山研究所将继续深入在绿电交易这一领域的研究，并与各方积极合作共同助力市场的进一步发展，为提升企业竞争力、助力国家“双碳”目标和全球能源转型做出贡献！

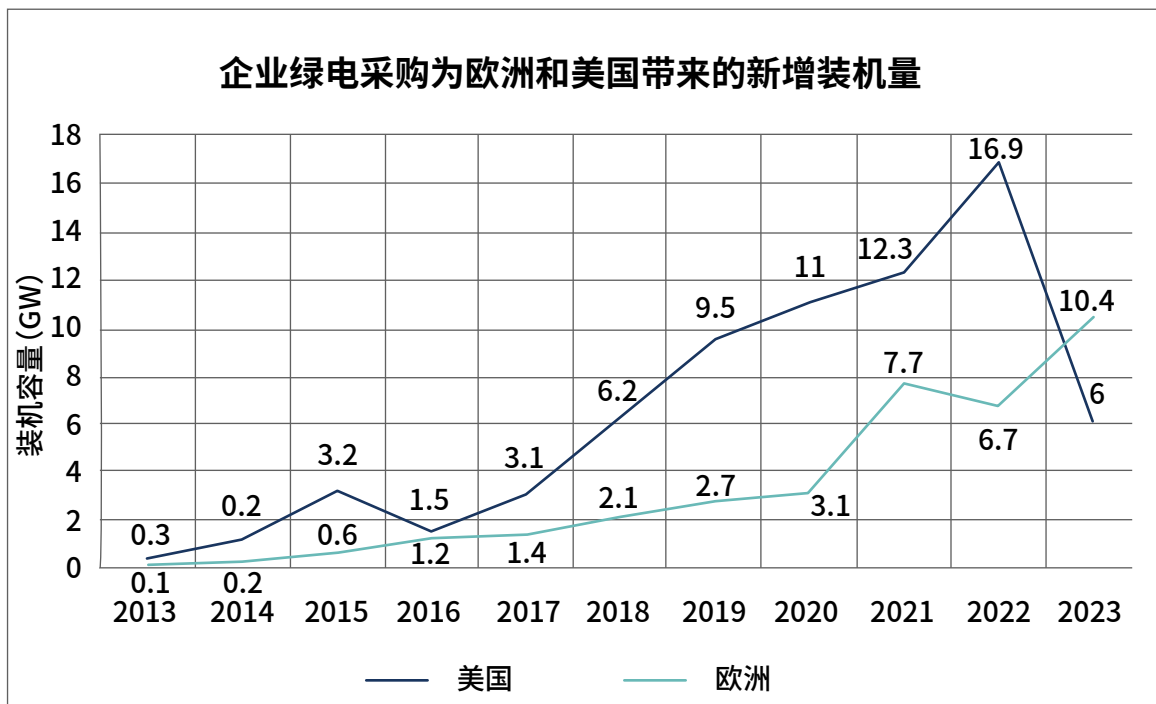
1. 绿电长期交易合同将是助力我国绿电市场进一步发展的关键机制

1.1 绿电长期交易合同及国际实践成果

多年期的绿电长期交易是推动绿电市场发展的关键手段之一。电力供应方与电力用户之间签署的多年期绿电采购合同在我国被称之为绿电长期交易合同，目前我国已有多个实践案例。而在欧美市场中，多年期绿电采购合同一般以差价合约（Contract for Difference, CfD）和购电协议（Power Purchase Agreement, PPA）形式出现。CfD 主要于发电企业和政府之间签订，PPA 主要于发电企业和电力用户之间签订。由于 PPA 更多与企业自发行为有关而非政府行为，是市场可作用的着力点，所以本文在介绍欧美市场实践时将重点就 PPA 进行讨论。

PPA 已成功为欧美国家的电网贡献大量清洁装机。从欧洲市场来看，据欧洲企业采购可再生能源平台 RE-Source 统计，在 2013-2023 这十年中，企业已通过签署 PPA 为欧洲带来了 36.2MW 的新增可再生能源装机。从美国市场来看，据清洁能源买家协会（Clean Energy Buyers Association, CEBA）统计，美国的企业用户自 2008 年来已通过 PPA 带来了 71.6 GW 的新增零碳电力装机量（图 1）。

图1 企业采购为欧美带来的新增装机量²



数据来自于 RE-Source, CEBA, 由落基山研究所整理。美国 2023 年数据为 2023 年 1-6 月数据

欧美市场常见的 PPA 与我国的绿电长期交易合同虽然在叫法上有所区别，但买卖双方通过交易获得长期稳定性、经济效益的核心诉求都是一样的。我国绿电长期交易合同的市场参与主体仍可以借鉴 PPA 的成熟经验及关键条款。

PPA 通常是由可再生能源项目（如风电、太阳能、生物质发电等）的开发商和电力用户双方签订，双方约定在 10-20 年的长周期内，以约定价格从可再生能源项目购买约定数量的电力，是国外最常见的直接购买绿色电力的方式。为确保合同双方的利益可以得到有效保护，PPA 中针对交易电量、相应环境权益的交付方式和其他责任条款等会进行详细约定说明。

PPA 一般由两部分组成，第一部分为“特有条款 (Individual Terms)”，第二部分为“一般性条款 (General Terms)”。

- 特有条款——包含交易的具体细节信息，需要交易双方填写，因合同不同而异。“特有条款”中会选择本份合同中是否需要包含或调整“一般性条款”中的内容。
- 一般性条款——包含定义解释、各方权利义务、合同终止、违约、不可抗力等说明。除非有特殊需求，一般不做内容上的修改。

“特有条款”会因合同不同而变化，其中电量、价格、环境权益特异性最高，是买卖双方最关心的条款。因此此处将主要就第一部分“特有条款”，提供三方面的具体合同条款参考信息。³

交易电量：

交易电量是合同中的最核心条款之一。交易电量的设定将直接与未来电量匹配风险相关联。买卖双方可以约定不同时间段内的交付电量。PPA 中交易电量约定的时间段的跨度，一般短可至每月，长可至每年交付量或整个合同期交付总量。PPA 一般包含三种交易电量约定形式，买卖双方可从以下三种方式中选择一种：

1. 签约发电企业合同期内的所有发电量
2. 签约发电企业合同期内所发的部分电量，约定量为 _____
3. 按照如下图 2 计划交割电量：

图2 欧洲PPA模版中交易电量条款

时段序号	时段区间 Period Duration		起始时间 Time from	终止时间 Time to	合同电量 Contract Quantity of Electricity (MWh)
	起始日期 First day	终止日期 Last Day			
时段 1					
时段 2					
时段 3					
...					
时段 n					

交易电价：

交易电价的设定将直接影响到买卖双方的经济利益，买卖双方可以选择约定固定电价，或者按照电量分解的时间段约定不同的电价，当然也可以自行设定电价机制。实践中，签署固定电价的 PPA 较少，因为固定电价无法应对任何市场的波动，因此固定电价的签约方往往以承担风险来换取经济利益。例如在生产即付 PPA（Pay-as-produced PPA）的模式中，买方将购买可再生发电项目的所有发电量，由此买方通过承担波动风险来换取较低的固定电价。大部分的 PPA 以浮动价格签署，浮动价格机制属于第三种“其他电价机制”类型，一般由双方自行约定并没有参照。例如，买卖双方可根据上一年的市场的平均成交价格、度电成本、宏观经济指数等约定浮动电价的调整机制。

1. 按照固定价格，交易电价为 _____
2. 按照电量计划约定不同时期的交易电价，如下图 3：

图3 欧洲PPA模版中交易电价条款

时段序号	价格(EURO/MWh)
时段 1	
时段 2	
时段 3	
...	
时段 n	

3. 其他电价机制，请说明：_____

环境权益：

欧美 PPA 中的环境权益主要以证书的形式体现，PPA 中的条款会对证书设有具体的要求。从交易价格上，合同中须明确证书的价格是否需要单独列出，或是包含在整体交易价格中。从证书的交付上，合同要求明确证书的交付日期和生产证书的主体的信息。从合规上，合同要求提供证书所在的体系、核发机构、使用的追踪注销数据库、以及证书核发所参考的规则名称。

此外，在“一般性条款”中，PPA 也会格外关注证书的交付与补偿、惩罚机制。例如，在一个交货期内，如果卖方未能按照约定交付规定数量的证书，并且违约原因也不可适用合同中不可抗力等条款来解释，那么卖方有责任赔偿买方。这为买方提供了一种补偿机制，同时也增加了卖方履行其交货义务的压力。

根据合同条款约定的不同，赔偿的形式也可不同。常见的赔偿形式有两种，一种是卖方对买方进行差价补偿，即当买方在市场上购买证书的价格高于合同中证书价格时，由违约的卖方承担高出的差价部分；另一种是等量赔偿，即当发电企业未能在交货期内生产足够的证书交付给买方时，那么卖方应从具有与合同中发电设施相同技术、投产日期相近的设施生产的证书交付给买方作为替代。

1.2 推动绿电长期交易合同对于我国绿电市场发展的重要意义

我国当前正处于从保障性收购到市场化交易的过渡期这一特殊阶段，市场参与者所遇到的不确定性较高。可再生能源发电项目的投资者正面临着收益确定性下降的问题，而买方也面临着获取绿电渠道不稳定的挑战。在这一过程中，绿电长期交易合同的重要性便凸显出来。具体而言：

绿电长期交易合同可降低企业采购风险，并有望进一步激发企业的绿电需求。绿电长期交易合同能够帮助企业在一定时间内以相对固定的价格提前锁定绿电供应，为企业买家提供稳定的消费渠道，一定程度上可降低企业采购风险并改变企业保守的采购绿电的行为，从而激发企业需求。此外，绿电长期交易合同可以起到为企业达成远期目标的累积的作用，因此有望激发近期绿电需求：假设企业设定于 2030 年达成 100% 绿电使用目标，那么提前签署绿电长期交易合同锁定一部分电量可使得企业在迫近 2030 年时从容布局，留下灵活调整的空间。由于多数企业都以 2025、2030 等为绿电使用目标年，提前签署绿电长期交易合同也可避免绿电需求于目标年突然激增，从而扰乱市场。

绿电长期交易合同可提振投资者信心，有利于保障绿电的供给。按照目前装机规划以及发展趋势，可再生能源发电项目的装机还应保持较高的增长速率，以保证更清洁、充裕的供给。为了保证未来的装机量，在保障性收购逐步退出的情况下，市场需要通过合理方式对投资者进行刺激。绿电长期交易合同作为有效的市场工具，通过合同提升出售绿电的“量”和“价”的确定性，保证可再生能源项目所发绿电以合理的价格被消纳。因此，绿电长期交易合同可增强投资者信心，促进可再生能源项目的建设，保障绿电的长期供给充足，为提升市场化程度提供保障。

绿电长期交易合同对于促进我国国际贸易的发展具有重要意义。随着全球市场对气候和可持续发展的关注度要求的提高，使用绿电的企业更容易获得国际客户的青睐。绿电长期交易合同不仅能够证明企业对绿电使用的长期决心和承诺，同时也能帮助企业应对日益复杂的国际贸易环境。因此绿电长期交易合同能够增强企业在国际市场上的竞争力，为中国企业在全世界贸易中提供了新的机会。

1.3 建立符合我国电力市场发展状态的绿电长期交易合同

绿电交易是在电力中长期交易框架下开展的电力交易。根据电力中长期交易规则，交易期限可从多日到多年，但实践中多以小于等于一年组织。自 2021 年我国绿电交易正式开市以来，尽管目前绿电交易的常见合同期为一年及以内，但绿电交易的开启为实施十年以上的绿电长期交易合同奠定了基础。为了更好地帮助绿电长期交易合同的设计和落地，表 1 将我国的绿电交易与欧美的 PPA 进行了对比。对比旨在帮助相关主体详细理解 PPA 之后，充分吸收 PPA 的经验，并基于我国当前绿电交易的框架，积极探索实践合同期为多年的绿电交易，形成符合我国电力市场发展状态的绿电长期交易合同。

表1 我国当前绿电交易框架与欧美PPA的对比(2024)

	我国当前绿电交易框架	欧美 PPA
设计初衷	从后期销售渠道切入，帮助已建项目进行电量消纳	从前期融资阶段切入，帮助新建项目立项融资
是否需要物理交割	需要	物理 PPA 需要，虚拟 PPA 不需要
签署合同时期	项目正式并网之后	项目建设启动日之前
常见合同期	多以大于 1 天，小于等于 1 年组织	12 至 35 年
交易价格的组成部分	电能量价格与环境权益分别列出	无强制要求
合同期内是否涉及价格波动机制	否	可涉及价格波动机制
偏差补偿	交易机构出具结算依据，合同双方按照交易规则或合同条款约定执行	无第三方进行考核，购售电双方自行开展
是否需要支付惩罚性费用	是	否，但可能会支付保险费用、服务费等
发展成熟度	2021 年 9 月开市，市场处于快速发展完善阶段	在欧美市场中已进行十年左右，发展成熟

在上表的对比中，最受交易双方关注的便是合约模式、价格机制、以及偏差补偿机制。

- 合约模式方面，我国绿电交易由用电企业和发电/售电企业签署双方合同，电网公司负责结算。由于绿电交易是在中长期交易的框架下开展，所以合同周期参考电力中长期交易规则，为多日到一年。PPA 执行过程中，电力用户将电费、环境溢价、输配电费等一并交给发电企业，再由发电企业将输配电费等支付给公用事业公司。ⁱ
- 价格机制方面，两种模式下，价格均是由买卖双方协商的直接结果。但由于目前我国绿电交易合同期较短，价格协商主要是基于当期绿电的供需情况。而 PPA 合同期限较长，买卖双方不仅需要了解短期的供需情况，还需考虑各自对于交易的远期风险的考量。另外，绿电交易合同中，环境权益和电能量价格需要被单独列出，并在合约期内保持不变。而 PPA 中，环境权益一般合计在总价格中，但也可被独立列出，并且合约双方往往会商定一个增长指数以将未来通胀等宏观波动纳入考虑。
- 偏差补偿机制方面，合同电量与实际结算电量之间的偏差在交易执行过程中几乎是不可避免，因此了解两种模式的偏差考核机制对于企业非常重要。基于落基山研究所对市场的观察，我国绿电交易已初步建立电能量与环境权益分开处理的偏差补偿机制，参考中长期交易规则对购售电主体进行考核，存在偏差的一方将需要支付补偿费用。而 PPA 中，购售电双方会签署有强约束力的条款，使得任何一方违约成本都较高。因此 PPA 的签署方可能会通过保险等方式来避免偏差带来过大的经济损失。

ⁱ 此处为物理 PPA (Physical PPA) 模式下的结算方式，虚拟 PPA (Virtual PPA) 由于不涉及实际电量输送，对我国绿电交易发展参考意义有限，此处不展开讨论

2. 绿电长期交易合同在我国市场已初见雏形

2.1 政策层面释放信号

尽管当前的交易规则以指导年度及以内的绿电交易为主，但其实自绿电交易试点落地开始，顶层政策、电力行业、非电力行业的相关文件都释放出鼓励长期交易合同签订的信号，提供了长期交易合同的政策基础（表 2）。

表2 政策支持长期交易合同依据

发布日期	文件名称	类别	相关内容
2022.1	《南方区域绿色电力交易规则(试行)》	电力交易	鼓励年度以上多年交易
2022.2	《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》	顶层设计	鼓励新能源发电主体与电力用户或售电公司等签订长期购售电协议
2022.12	《关于做好 2023 年电力中长期协议签订履约工作的通知》	电力交易	鼓励电力用户与新能源企业签订年度及以上的绿电交易协议，为新能源企业锁定较长周期并且稳定的价格水平
2023.7	《零碳建筑技术标准》(征求意见稿)	建筑	零碳建筑与区域引入碳抵消方式进行设计判定时，应购买不少于 10 年的绿色电力或等量的碳信用产品
2023.8	《北京电力交易中心绿色电力交易实施细则(修订稿)》	电力交易	以年(多年)、月(多月)、月内(旬、周、日滚动)等为周期组织开展省内绿色电力交易；省间年度(多年)交易按照先双边协商、后集中竞价或挂牌交易的顺序开展

顶层文件《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》从分行业、不同机制体系开发建设运行等多个维度，针对能源绿色低碳转型提出了具体的措施建议。而在众多举措中，文件特别提出鼓励签订绿电长期交易合同，足以证明长期交易合同在低碳转型中举足轻重的地位，也指明了绿电市场未来的发展方向。细分行业的低碳转型文件，例如，《零碳建筑技术标准》(征求意见稿)也点出了绿电长期交易合同在支撑行业低碳转型中的作用——应购买不少于 10 年的绿电才可被当作碳抵消的方式计入零碳建筑。由此可见，绿电长期交易合同不可或缺，对其他行业低碳转型影响极大，体现了绿电作为基础生产资料对社会低碳发展的长久作用。

这些文件的出台增强了在我国寻求绿电长期交易合同的市场主体的尝试动力，并提供了更多的机会。目前，国网、南网都已出台本区域内的绿电交易规则，市场主体期待进一步明确和落实有关长期交易合同的签署、执行等细节内容。

2.2 企业买家实践案例

除了政策基础外，绿电长期交易合同的模式在国内也有实践，主要由上述提到的已在国外拥有签署 PPA 经验的跨国企业领头。受企业总部气候目标、国际环境影响，以在华跨国企业为核心、供应链企业支撑配合的模式下，众多跨国企业长期以来一直寻求在中国直接采购绿电的机会。绿电交易的开市，为这些企业采购绿电开辟了新的渠道，鼓舞了信心。随着企业的采购需求越来越大，受国外经验的启发，企业逐渐表达了对绿电长期交易合同的诉求。它们将国外的成功模式部分迁移至中国，并作出初步尝试。表 3 总结了开市以来国内绿电长期交易合同签署的案例。

表3 绿电长期交易合同案例总结⁴

	2022.3	2022.12	2023.6
交易双方	巴斯夫 - 国家电投	科思创 - 中广核	液空中国 - 三峡集团
合同期	2022.3 签署 25 年合作框架协议 2023.9 签署购电协议	2023 年起, 多年	2024-2033 十年
交易量 (GWh)	未知	3 亿度 / 年	10 年超 20 亿度
价格	未知	未知	未知
电源类型	海上风电、光伏	风电、光伏	风电、光伏

为提振市场其他参与者，推动我国绿电交易市场高质量发展，落基山研究所向部分企业进行访谈，在获得企业允许后，将访谈重点信息整理，公开分享案例如下：

巴斯夫：

作为化工巨头，巴斯夫在低碳转型议题上起步较早，更是国内绿电采购方面的领先企业。在 2021 年 9 月 7 日绿电交易开市之时，巴斯夫便成为当时绿电交易中长三角地区最大购买方，且位于上海的多家生产基地完成了中国首次跨省绿电交易。在绿电长期交易合同方面，巴斯夫更是有所创新：2022 年巴斯夫与国家电投集团广东电力有限公司率先签署了国内首笔长期购电框架协议。合理的长期绿电采购协议对新能源投资企业和用户都是一个有利的选择。对于新能源投资企业，获得相对稳定且长期的价格预期，有利于投资测算和决策。而对于电力用户而言，能够明确获取长期可再生能源电力。国家电投与巴斯夫签署的长达 25 年的用电合同，为国内新能源项目签订长期绿电采购协议做出有益的探索。

巴斯夫坚定采购绿电的初衷是源自于其气候目标：到 2030 年，巴斯夫 2021 全球电力需求的总量将 100% 来自可再生能源；到 2050 年实现全球二氧化碳净零的排放。与此同时，由于湛江一体化基地建成后将成为巴斯夫全球第三大一体化基地，受关注度高，兴建伊始便被定位为可持续发展领跑者，目标到 2025 年 100% 采用可再生能源电力⁵

在公开作出承诺之前，巴斯夫对于能否达到目标做过包括广东省未来装机在内等的调研以合理评估形势。从决定进行绿电采购、签订核心条款 (term sheet sign)、到完成第一笔框架协议，巴斯夫仅仅花了一年多的时间，而整个协议的完成也只花了两年出头。目前巴斯夫绿电采购主要由采购部门牵头执行，同时法务部门也深度参与了协议完善的过程。在外部沟通上，巴斯夫要求发电企业定期向巴斯夫汇报供电发电机组的信息，以进行过程把控。此外，巴斯夫也与当地能源局、广东和广州电力交易中心保持密切沟通，尤其是在敲定协议细节时。

在协议中，巴斯夫最关注的是价格的风险，为合理约定电价，巴斯夫与第三方机构一同搭建模型，对长期电价走势进行预测，协议电价也参考了模型结果。协议中不但对先行规则下的执行层面进行约定，针对较为确定的政策趋势对执行层面可能带来的影响，协议也进行了详细的描述和约定，确保未来合同落地的可执行性。

液空中国：

作为世界上最大的工业气体和医疗气体服务商，液空集团承诺 2050 年实现碳中和，并在美国、欧洲、南非都有签署 PPA。2023 年 6 月，液空集团在上海国际碳博会期间与中广核签署战略合作协议，为其安徽生产装置采购了 75 吉瓦时以上的可再生能源。同时，液空集团与三峡集团签订的 2024-2033，十年超 20 亿度的位于江苏的绿电合作协议，是液空集团在华第一笔长周期绿色电力协议，也是自全国绿电交易启动以来，三峡集团签订的交易量最大、合作周期最长的单笔实质性绿电协议。这一行动为电网地区绿电长期交易领域开辟了先河。

在绿电采购方面，液空集团由于自身长期采购天然气，并且天然气采购协议往往以 15 年起步，所以液空集团自身具有很专业的能源采购团队，对于长期交易合同这种模式也有一定基础。该团队还包括了技术委员会，对于相关的政策、数据、趋势都有追踪与研究。因此，液空集团主要依靠内部团队进行采购的分析决策。在发电方的选择上，液空集团会对可再生项目的投运时间、技术等进行了了解，确保与集团发展需求一致。同时，液空集团与江苏电力交易中心一直保持密切沟通以及及时获取市场动态。在价格方面，液化空气集团着眼于电价预测和最具竞争力的报价，以最好地为客户服务

目前，我国官方尚未对长期交易合同进行具体指导，在长期交易合同机制还未建立的情况下，为数不多的企业对长期交易合同进行了有益的自主尝试，这些企业作为先驱者的同时也承担着各种不确定性所带来的风险。因此，为了帮助更多有意愿尝试长期交易合同的在华企业减少风险，顺利实践，落基山研究所根据上述企业的成功案例，从用电企业角度出发，从外部的沟通和内部管理两方面，总结了签署绿电长期交易合同过程中应对风险的策略，希望能为市场主体提供一定参考。

外部沟通：首先，在筛选发电企业的过程中，需要考虑发电集团业务的布局情况，以保证未来能够有充足的电力资源。并且根据经验来看，在沟通层级上尽量与发电企业的一把手进行沟通。因为决策层对于创新模式、未来业务的拓展往往拥有更大兴趣，而执行层更多地关注具体的落地。其次，在选定发电企业后，可建立定期沟通机制，要求发电企业对供电项目的信息进行汇报，重点关注项目核发绿证的情况、发电情况，以确保一切按计划进行。最后，用电企业应与当地电力交易中心、能源局保持密切沟通，获取未来政策导向，为长期交易合同条款的细节确定做参考，减少政策风险。

内部管理：长期交易合同的完成需要有非常强的专业性讨论，不仅需要纳入对煤电市场成交价格的预测，法律语言上的规范，还需要有对交易细节的了解，才能有效地评估合同条款是否合理。因此，用电企业不可仅依靠律所来对合同条款进行把握，企业内部的法务部门也需要积极参与、储备一定交易知识。对于绿电采购来说，用电企业应从整个投资组合上来做风险管理，将合同模式尽可能多样化。例如，将总需求量拆分，一部分电量通过不同长期交易合同的不同的定价机制采购；一部分电量通过与发电企业合资投入可再生项目满足；剩下一小部分电量不进入长期交易合同，作为应对未来市场变化的灵活空间。

3. 推广绿电长期交易合同所面临的挑战及风险

3.1 系统性挑战

绿电长期交易合同已得到市场各方的高度关注与认可。这一点可从政策层面持续发出的鼓励买卖双方签署绿电长期交易合同的积极信号，以及买卖双方主动探索的实际行动中得以印证。在我国，绿电长期交易合同目前还处于少数参与者的试点和试验阶段，尚未形成市场常态。绿电交易缺乏长期交易体系框架、可参考长期交易合同模版缺失等因素均对绿电长期交易模式的推广造成一定程度的挑战。

长期交易体系有待明确：绿电交易是电力中长期交易下面的子品种，但从绿电交易背后的电力中长期交易进行剖析：电力中长期交易合同周期多为一年，尽管有 3-5 年的多年交易，但多年合同也是以年度为基础进行，相关的曲线申报、电价、交易机制等都未从多年的角度去设计。此外，与电力中长期交易上网电价紧密关联的是动力煤市场，而国内动力煤的供应也以年度长期交易合同煤为主，与目前电力中长期交易合同期限相匹配。签署多年期的动力煤长期交易合同可能会使得煤到电的价格疏导面临更大挑战，短期内并不现实。因此，目前动力煤和电力市场的体系设计都以一年为最长期限，无法为绿电长期交易合同提供铺垫。

缺乏标准化的长期合同模式：由于绿电市场刚刚起步，当前绿电交易相关的信息例如如何交易、市场情况如何等，都还未被市场主体及时知悉、完全消化。对于更进一步的长期交易合同，尤其是在海外未签署过 PPA 的本土企业对于长期交易合同应包含的内容、可利用的支持长期交易合同的机制等的了解还有所局限。加之绿电交易具有中国电力中长期交易的特色、且市场尚未成熟，跨国企业并不能直接将海外签署 PPA 的经验迁移至中国的绿电长期交易合同。因此，不论是本土企业还是跨国企业，对于中国的绿电长期交易合同的模式都处于摸索阶段，无法提供有效的支持。而当前绿电交易合同的内容也无法直接延伸至长期交易合同模版的打造。以价格条款为例：绿电交易目前的定价机制虽可以保证在账单上，环境价值、电能量价值都分别有一个明确的数额，但是并没有清晰地对环境价值、电能量价值的定价逻辑进行指导，仅明确了计算的方法。当涉及在更长时间尺度内价格的调整时，目前的价格机制更加无法支撑长期交易合同的需求。这些因素导致目前缺乏一个标准化的长期交易合同模版给企业用于参考以帮助推动绿电长期交易合同的签署。

3.2 市场性风险

以上客观原因造成的系统性挑战在市场或者机制发展初期很难避免。但长期来看，随着市场不断成熟，机制不断完善，以上问题有望得到缓解或者彻底解决。

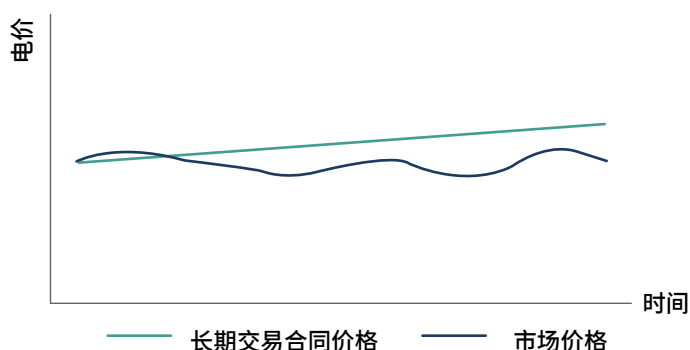
对于市场参与主体来说，构建一个标准且规范化的长期交易合同模式是系统性挑战中最易解决，但又是最关键和基础的一步。一方面，标准化的长期交易合同能够为市场参与主体提供参考和模仿的范本，在长期交易合同的发展初期，有助于降低入市门槛，促进绿电交易市场快速发展；另一方面，通过标准化的合同，可以显著降低交易过程中的不确定性，降低市场参与主体的风险管理成本。

然而，在系统性挑战之外，从市场参与主体主观角度上来说，使他们降低意愿、有所顾虑的主要来自于初期政策迭代频率高造成的市场发展风险、长期交易合同时间跨度大所带来的价格波动风险及电量匹配风险：

市场发展风险：市场发展风险贯穿于整个长期交易合同的签署、执行期，指的是由于当前市场较为稚嫩，因此后续将不断有政策出台来完善市场。当后续出台的政策与已有政策的一致性难以保证时，政策中的新指向可能会使得市场的发展侧重与企业预期的背道而驰；政策的出台可能会导致之前签署的采购合同中的条款难以履行，或履行后也无法被官方认可。例如某厂区早年间大量安装了屋顶分布式光伏，但由于前期政策并未明确如何结算厂区消纳的自发绿电，项目规格等又不符合后续的绿电政策，因此尽管厂区实际使用了绿电，但是却无法有效证明，绿电使用仍按照火电被计入能耗核算中。这类风险在市场发展早期显得更为突出，导致此阶段签署的长期交易合同的灵活性有待考量。一旦出现这类风险，对于签署长期交易合同的发电方来说，政策的变动可能导致其资金难以回笼，难以获得目标收益；对于签署长期交易合同的用电方来说，则可能会导致其无法按计划达成采购目标、如期时履约。

价格波动风险：价格波动风险发生在长期交易合同签署之后的执行期。具体是指尽管长期交易合同中设有一定的价格调整机制：例如 PPA 中会设定非固定涨幅的增长指数——如与居民消费价格指数（CPI）联动；或为固定涨幅，一般为年增长 1-3%，但仍存在超出预期、调整机制可发挥稳价作用的价格变动。如图 4 所示，交易双方根据未来价格预测，纳入了一定的价格调整机制，形成了上涨的合同价格（蓝色线），而实际市场价格在长时间内低于约定的长期购电合同价格（黑色线）。由于长期交易合同时间跨度大，买卖双方所要承担的价格波动风险则更大，合同期间电价的轻微波动也可能会在长时间内起到累积作用，给签署长期交易合同的某一方带来经济损失。

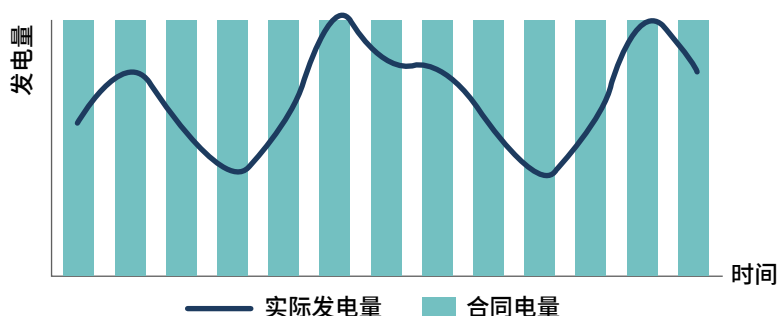
图4 价格波动风险示意图



电量匹配风险：电量匹配风险发生在长期交易合同签署之后的执行期。电量匹配风险指的是合同电量与实际发电电量的偏差。如图 5 和图 6 所示，电量的偏差可因偏差覆盖的时间跨度的不同带来长周期的“体量风险”（Volume risk），以及短期的“曲线风险”（Shape risk）。由于合同电量与实际发电量不一致，用电企业可能因无法满足用电需求而去市场上购买价格更昂贵的电，发电企业也可能因为用电企业无法在其电量大发时消耗所有电，而不得不转向市场以更便宜的价格卖出，造成买卖双方的经济损失。此外，若实际发电量达不到合同电量，用电企业有可能无法获取足够的绿电来满足其履约承诺，增加履约失败的风险。

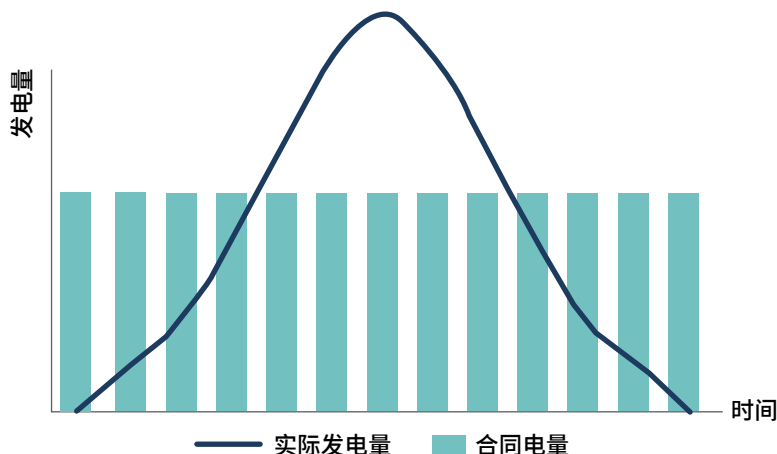
- **体量风险 (Volume risk) :** 体量风险指的是在 10-20 年的长周期内，实际发电量与合同电量在总量上存在偏差。造成该偏差的原因往往是由于气象数据预测与预期偏离较大，而合同电量是基于气象数据建模预测的可发电量得出的。体量风险可能会使发电方承担因无法兑现合同电量所引起的赔偿等经济损失，也可能使用电方承担无法履约的责任。

图5 体量风险电量偏差示意图



- **曲线风险 (Shape risk)** : 曲线风险指的是尽管总发电量与总合同电量一致,但实际上买方每小时的用电量并不能很好地匹配上每小时的发电量。尽管目前绝大多数企业的绿电使用目标以及国际倡议都是以消费总量为核算标准,因此企业买家签署 PPA 时,也主要按照合同的总量和实际的使用量是否一致来评估是否成功履约。曲线风险看似不会给企业带来履约等问题,但是,在电力实时平衡的过程中,如实时发电量和实时用电量差别太大,就可能致使用电方总在市场处于高价、发电方出力低的时候入市买电;或发电方总在市场处于低价时出力多。因此,曲线风险的存在就会使得最终总体电量的价值与预期价值有所偏差。

图6 曲线风险电量偏差示意图



对于现阶段的绿电市场来说,电量匹配风险的影响并不会太大。主要原因是我国大部分省份尚未针对绿电交易制定明确的考核标准,因此市场参与者不必对可能产生的偏差罚款过度担心。然而,随着绿电市场制度的不断完善,预期将有更多省份引入绿电偏差补偿机制。届时,电量匹配风险所带来的偏差费用将在一定程度上影响市场参与者通过长期交易合同参与绿电交易的积极性,有碍绿电市场的进一步扩大。

从国际经验来看,PPA 类型多样,旨在应对不同情景下买卖双方的风险偏好。表 4 中列出了欧美常见的 PPA 签署类型。⁵ 生产即付 PPA 意味着发电企业发多少,电力用户就买多少,这种模式下的合同电价往往固定且较低,但是所有可再生出力的波动性将被用户完全承担。基荷 PPA 意味着发电企业需要每时每刻按照固定不变的合同电量为电力用户供电,这对于例如光伏这种可再生电站来说极具难度。约定曲线 PPA 中,双方在保证总量的情况下,依照该地区历史发电情况将总量拆分至每小时,形成约定曲线进行交易。由于总量固定,所以发电企业更多地承担了天气不稳定造成发电总量不足的体量风险,而用电企业则需要及时消纳按照发电曲线约定的电量,承担曲线风险。

表4 不同PPA签属类型下的风险分配

常见签署类型	生产即付 PPA (Pay-as-produced)	基荷 PPA(Baseload)	约定曲线 PPA (Pre-defined profile)
定义	买方将购买可再生发电项目所有的发电量，即发多少买多少	买方购买固定量的电力，该固定量以小时为单位。若签署的是月度基荷 PPA 则月内的每一小时合同电量都为固定值，但月与月之间可出现变动。若签署的是年度基荷 PPA，则合约年内每小时合同电量固定不变	按照事先约定的电量曲线进行交易。曲线基于历史发电情况决定
卖方风险	—	电量匹配风险	电量匹配风险中的体量风险 (volume risk)
买方风险	电量匹配风险、价格波动风险	价格波动风险	电量匹配风险中的曲线风险 (shape risk)、价格波动风险

4. 市场机制推动绿电长期交易合同风险管理

4.1 国际市场解决方案及实践

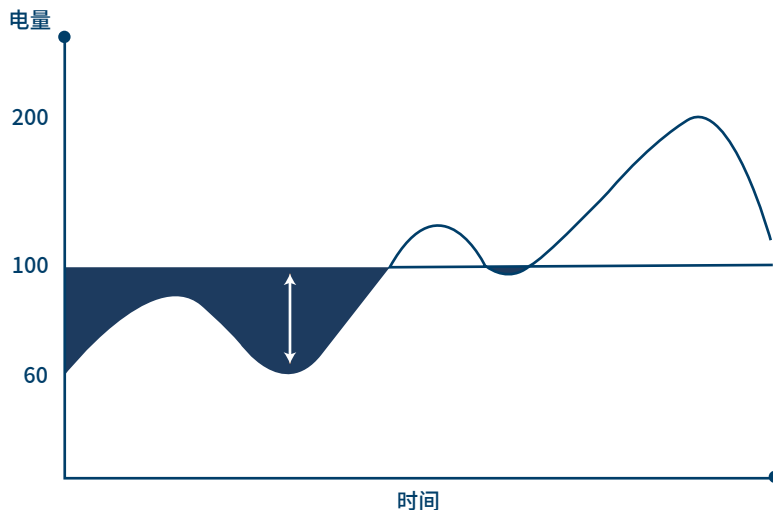
积极应对市场风险是长期交易合同推广的关键。长期交易合同涉及的时间跨度大，导致的各种不确定性及产生的风险很可能会降低企业签署长期交易合同的意愿。观察欧美等 PPA 广泛应用的绿电市场，他们已经通过一系列的市场机制来帮助降低长期交易合同风险，并已逐渐形成了多样化的市场机制。市场机制在降低风险保护双方利益、协助长期交易合同落地的同时，也可使长期交易合同增值，为交易双方带来附加效益，进一步促进市场的繁荣。报告选取了两种新颖、应用广泛的市场机制——保险和金融合约，对其进行深入探讨与分析。

保险：保险作为一种最常见的风险管理机制，在长期交易合同中也有所应用，买卖双方都可以通过保险来对冲风险。在与 PPA 相关的保险中，针对前期发电企业的发电设施建设、保障项目顺利投运、避免自然灾害的保险并不罕见，但是针对正常运营期间内电量电价波动的保险还较为稀少。国外针对 PPA 中电量电价波动的保险目前已有设计概念提出，但从实践角度来讲仍处于小规模试点阶段。这类保险可分为由卖方购买或买方购买。

由卖方购买的保险主要是为了帮助卖方规避出力情况不理想、无法达成合同电量时的风险。卖方保险运作的逻辑是，卖方与保险公司根据历史及预测数据计算出承保的可再生电站的出力范围，并设定触发理赔生效的标杆阈值。当出力达到标杆阈值时，双方须按照保险条例履行。如图 7、8、9 所示，卖方保险可包括三种类型：标准看跌期权（Standard put）、领式结构（Collar structure）、交易量互换（Zero cost volume swap）⁷。

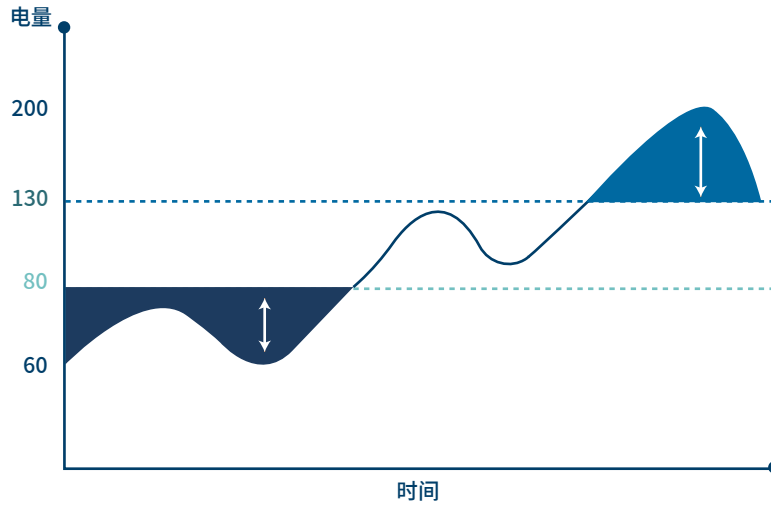
- **标准看跌期权（Standard put）** 保险用于应对中等程度的电量波动风险。在这种保险类型下，卖方向保险公司支付保险费用并约定一个标杆值。当实际发电量低于标杆值时，保险公司赔偿卖方。当发电量高于标杆值时，卖方持有所有收益。这种保险类型为卖方起到了一个托底的作用。

图7 标准看跌期权保险



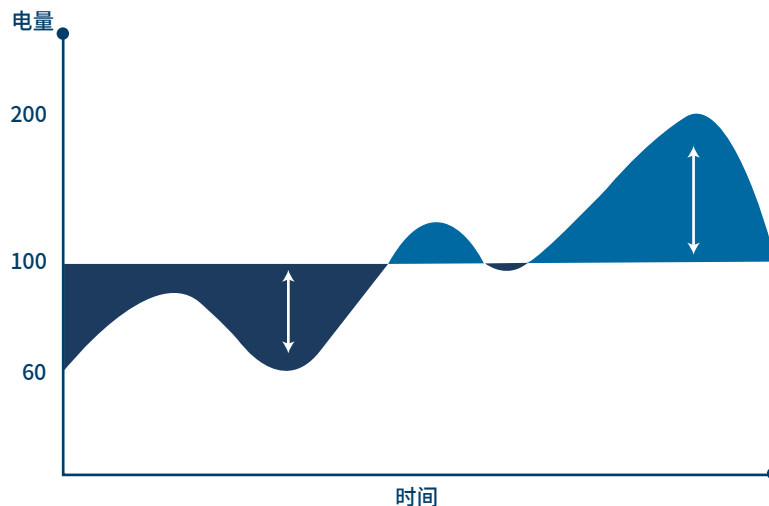
- **领式结构 (Collar structure) 保险**用于应对高程度的电量波动风险。卖方与保险公司约定两个标杆值，分别确定理赔生效的上下限。当实际发电量低于标杆值时，保险公司赔偿卖方。当实际发电量高于标杆值时，卖方将高出标杆值的电量收益给保险公司。这种保险类型，为卖方在电量大幅波动的情况下保障了一个稳定的波动区间。

图8 领式结构保险



- **交易量互换结构 (Zero cost volume swap) 保险**的最大特点是卖方不需要向保险公司支付保险费用。卖方与保险公司约定一个标杆值，当实际发电量低于标杆值时，保险公司赔偿卖方。当实际发电量高于标杆值时，卖方将高出标杆值的收益给保险公司。这种保险类型下，卖方只会得到确定的标杆值电量所对应的收益，因此这种保险类型增加了卖方对于收益的可预测度，同时也减轻了卖方对于保费潜在的大额开支的顾虑。

图9 交易量互换结构保险

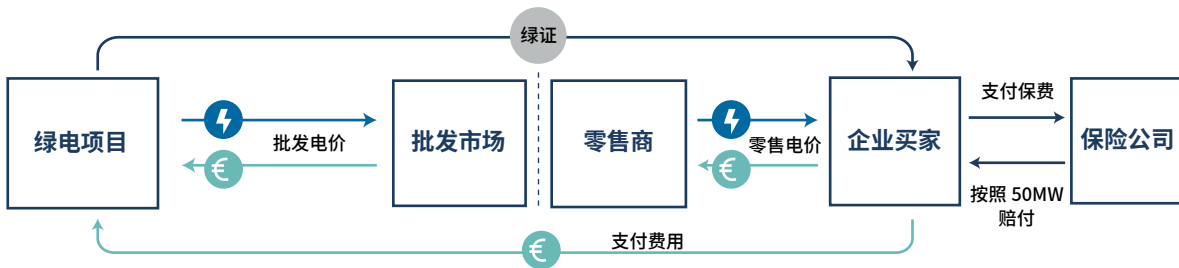


由买方购买的保险主要是为了稳定买方购电的开支。买方保险运作逻辑是买方在签署 PPA 后，向保险公司支付保费，将所有波动转移给保险公司。在这种情况下，尽管买方会在 PPA 价格之上增加一笔固定的保费的开支，但是可以稳定买方购电成本，帮助买方对于购电成本进行预测，做好风险管理。

如图 10 所示，例如，一家每小时负荷恒定为 50 兆瓦的企业买家与一家风电场签订了为期 10 年的虚拟 PPA。不论发电时间以及发电量的多少，企业买家都需保证发电方的固定电价收益为 15 美元 / 兆瓦时。然而，该风电场在本地区电价低时大发，而在电价高时发得少。因此造成企业买家在结算时，实际上的用电成本在 14 美元 / 兆瓦时和 35 美元 / 兆瓦时之间波动。

为解决发电量波动带来的用电成本波动，企业买家与一家保险公司执行了为期 10 年的虚拟风险转移协议 (Volume Firming Agreement, VFA)，对每小时的 50 兆瓦电力投保。企业买家支付给保险公司 6 美元 / 兆瓦时的保费，而保险公司将承担风电场受天气影响的波动性。企业买家从而实现恒定的 21 美元 / 兆瓦时购电成本。

图10 买方保险运作逻辑示意⁸



上述提到的针对企业买家的保险机制，是由 Nephila Capital 公司于 2010 年左右提出的概念，旨在帮助企业买家管理购电合同中的风险。然而 Nephila 一直未能找到愿意合作的企业买家。于是 Nephila 转而将资金用于资助 Dartmouth 学院的一个 MBA 项目，该项目的负责人后依据这个概念成立了 REsurety 公司，并于 2016 年寻找到微软达成合作。

该保险机制最终由微软与 REsurety 以及相关合作伙伴一起设计并实际落地执行。到 2018 年，微软已为在位于美国三个州的将近 500 兆瓦的发电资产的购电合同购买了保险。⁹

由此可见，企业买家在从概念到实践的孵化过程中，起到了最关键的推动作用。因此，市场机制的创新需要企业发挥其积极性。

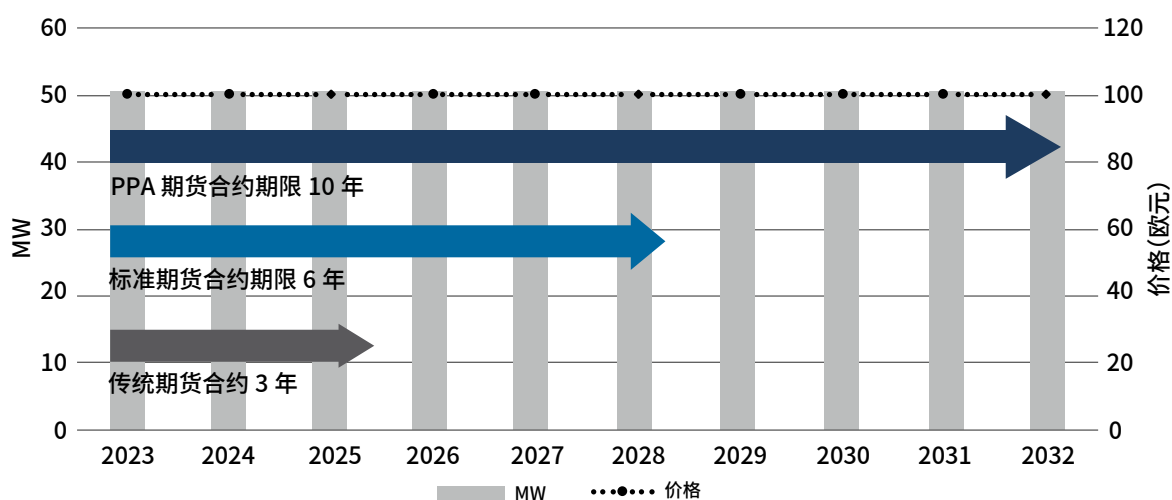
金融合约：欧美市场一般会设立能源交易所，除了交易包括电力、天然气、碳排放许可等能源大宗商品外，还可以交易以各种能源相关产品为标的资产所衍生出的金融产品。全球主要的能源交易所包括位于美国的纽约商品交易所 (NYMEX) 和洲际交易所 (ICE)，及位于德国的欧洲能源交易所 (EEX)。这些交易所为买卖双方提供一个规范化、公开和透明的交易环境，通过针对不同能源供求关系在交易所形成的价格，为市场提供一个反映实际市场情况的参考价格。在签署 PPA 时，买卖双方可以参考电力交易所的报价，针对 PPA 中的价格进行有依据的约定。

另外，交易所的一个核心功能就是设立“结算所 (Clearing House)”。在交易所内，所有交易都需要通过结算所来完成。结算所作为买卖双方的中心对手方，通过为双方分别设定相应的抵押要求 (保证金或抵押品)，确保其履行合约义务。同样，因为有了结算所的担保功能，更多以能源未来价值为标的资产的金融衍生合约可以被开发，用以帮助参与能源交易的市场主体套利、增益及风险对冲。对于签署 PPA 的买卖双方来说，可以通过交易这类金融衍生品合同来有效管理 PPA 的价格波动风险。

最常见的用以管理 PPA 风险的衍生品合约是电力期货合约（Power Futures）：当买卖双方签署 PPA 时，他们为未来的电价达成了固定或预测的价格。但由于电力市场价格具有波动性，这导致双方都面临着潜在的价格风险。为了减轻这种风险，他们可以选择购买电力期货合约。通过这种方式，如果未来市场价格高于 PPA 的价格，买家可以从期货市场中获利，从而抵消购电成本的增加；反之，如果市场价格低于 PPA 价格，卖家可以通过期货合约获利，平衡其收入损失。简而言之，电力期货合约双方提供了一个对冲工具，确保他们在面对市场价格波动时，能够维持稳定的经济状况。

与传统期货合约的一般合约期限大约为 3 年相比，能源交易所交易的电力期货合约的期限可达 6 年（Y+6）甚至 10 年。这样的长时间尺度对于期限较长、交易量较大的 PPA 更具益处（图 11）。需要强调的是，交易电力期货合约时，买卖双方只需支付一定的溢价，即合约的价格，而不是合约所涵盖的全部电量价值。因此，通过较少的费用，双方可以管理价格风险，将大部分的长期风险转嫁给能源交易所，并节省资金用于签订更多的 PPA 合约¹⁰。

图 11 PPA 相关期货产品可覆盖的交易电量、交易价格以及时间尺度



电力期货合约还可以被进一步分为三类 - 基荷期货合约（Base Futures）、峰值期货合约（Peak Futures）以及谷值期货合约（Off-Peak Futures）。对于不同 PPA 约定内容，买卖双方可以选择更加细分的期货合约进行精准的风险控制。

- **基荷期货**的计价方式是基于连续、整日的电价计算的。这意味着它覆盖了一天中的所有时段，无论是高峰还是低谷。对于那些产能比较稳定的绿电项目，基荷期货可能是一个合适的对冲工具，因为这些项目的发电量在日常基础上变化不大。
- **峰值期货**的计价方式是基于一天中的高需求时段（例如，白天的工作时间）的电价计算。对于那些在高需求时段产能较高的绿电项目，如太阳能，峰值期货可以作为一个有效的对冲工具。此外，如果 PPA 中的电价与市场的高峰时段电价有很强的关联，峰值期货就尤其重要。
- **谷值期货**的计价方式是基于一天中的低需求时段（例如，夜间）的电价计算。对于那些在低需求时段产能较高的绿电项目，如某些风能项目（如果夜间风力较强），谷值期货可以作为对冲工具。同样，如果 PPA 中的电价与市场的低峰时段电价有很强的关联，谷值期货就显得尤为重要。

4.2 市场机制助力我国绿电长期交易合同落地展望

根据国际市场的经验和实践，利用市场机制及金融手段来降低 PPA 风险已经在多个场景中得到了有效验证，并被视为促进 PPA 广泛应用的关键手段。虽然在我国目前还没有形成严格意义上的绿电长期交易合同，并且相关的市场机制也未被规模开发，但伴随绿电交易的开市和绿电采购逐渐成为主流后，部分市场参与者与金融机构已经开始开展合作，共同开发了创新的市场机制，如基于绿色信贷框架的“绿电贷”。这些新的金融产品和机制为推进绿电交易提供了强有力的支持，展现了巨大的发展潜力。

“2022 年 11 月 9 日，中国建设银行漳州分行为福化古蕾化学有限公司放款 450 万元，这是福建省落地的首单“绿电贷”。据悉，此笔贷款将专项用于福化古蕾化学 10 月份购买 635 万千瓦时的全部绿电电费支出，相比企业日常流贷利率下浮了 25% 左右。”¹¹该类贷款具有贷款利率低、放款效率高等特点。该贷款以企业绿电采购计划及用电结算明细作为依据，通过向企业发放专项贷款，给予购买绿电的企业一定的利率优惠，定向用于支付绿色电费。¹²绿电贷能够帮助企业减轻采购压力，引导企业主动消费绿电，体现对绿电消费的支持。

未来，为保证我国的可再生能源电力市场继续沿着既定方向稳步且有力地发展，通过绿电长期交易合同推动更广泛的绿电交易将成为关键路径。为此，针对市场中的多种采购需求和不同交易模式，市场亟须制定和推动多元、灵活的交易机制，确保绿电长期交易合同得以有效、高效地实施和推广，从而为我国可再生能源的持续繁荣做出关键贡献。结合电力市场、绿电交易市场以及金融市场的当前态势，并基于对它们未来发展的深入预测与分析，落基山研究所认为市场机制对我国绿电长期交易合同的实施和推广将呈现以下几个核心趋势和展望。

绿色金融的高速发展将为绿电长期交易合同相关机制的建立和创新带来新的机遇。目前，我国绿色金融市场正快速扩展，孕育出一系列绿色金融产品和服务，如绿色信贷、绿色债券、绿色保理以及绿色保险等。这一系列的金融机制发展良好，特别是绿色债券的发行规模和绿色信贷的余额，已经达到国际领先的地位。这种绿色金融的繁荣不仅为可再生能源的发展提供了强有力的资金支撑，而且还能进一步为绿电长期交易合同相关的机制创新和落地创造了有利的环境和基础。绿色保险作为绿色金融的一部分，近年来备受市场关注，发展势头强劲。根据中国保险行业协会数据显示，截止 2022 年底，多家保险公司开始开辟绿色保险业务，绿色保险的产品数量超过 3600 个，保险资金债权投资计划、股权投资计划和保险私募基金支持绿色产业发展登记（注册）规模近 1.2 万亿元（表 5）。为抓住这一难得的机遇，绿电长期交易合同的利益相关方应加强与金融机构合作，借鉴国际绿电保险业务，积极探索相关机制在我国建立的可能性。

表5 部分保险机构绿色保险成果梳理(截止2022年底)

	具体成果
中国平安 ¹³	<ul style="list-style-type: none"> 进一步丰富保险产品和服务，例如新能源汽车保险、绿色建筑保险及绿色增信保险、气候和绿色大宗商品指数保险等。针对绿色企业或者绿色项目的保险客户，推出相应优惠政策，例如可再生能源工程、节能改造工程、绿色建筑项目、循环经济项目、林业等绿色项目和工程等。 绿色保险原保费收入超 251 亿元，保额超 176 万亿元。
中国太保	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年，中国太保推出绿色保险产品 120 余款，其中创新产品 45 款，先后落地首个草原碳汇遥感指数保险、首个湿地碳汇生态价值保险、全国首单单株林木碳汇保险等。 绿色保险提供保额超 8 万亿元。
中国人保	<ul style="list-style-type: none"> 中国人保创新红树林碳汇价值综合保险、竹林碳汇价值综合保险等多种产品，探索“碳汇 + 保险”模式，推动森林保险与碳汇价值、碳汇质押、碳汇融资的有机融合。 中国人保绿色保险产品共提供风险保额 68 万亿元。
中国人寿	<ul style="list-style-type: none"> 中国人寿绿色保险各主要险种保费规模、保险金额稳步增长，保额超 4178 亿元。

透明、完备且高质量的信息将是开发创新市场机制的关键要素。目前，我国的绿电交易主要在“e-交易”App 以及南方区域统一电力交易平台中进行。然而，尽管交易活动在此完成，关于交易量、交易价格等核心数据的公开披露却常在各省级交易平台上进行，且存在披露周期不稳定、内容不统一的问题。这种情况导致市场参与者无法准确及时地掌握市场动态，进而影响其决策。缺乏高质量的信息，市场机制的开发方将面临多重风险。首先，信息的缺失将加大相关市场机制开发的难度，降低利益相关方开发相关机制的积极性，影响利益相关方的参与意愿，从而限制市场的进一步扩展和深化。其次，信息的不对称将导致市场失衡，某些参与者可能会利用信息优势进行不正当竞争，损害市场的公平性。再者，对市场动态的误读可能导致错误的投资决策，从而产生资本的浪费和机会成本。鉴于此，为了推动市场机制的创新和健全，政策制定者及利益相关方必将开展行动，确保高质量、统一标准的信息公开制度及时建立。这不仅有助于提高市场的活跃度，确保交易的公正性和透明性，还能够降低因信息不对称导致的各种市场风险。

加强现有平台间的互联互通将有益相关市场机制的落地。绿电交易或者未来有望被普及的绿电长期交易合同交易是在电力市场中进行的，而未来期望被建立的市场机制将在金融市场中运行。值得注意的是，当前在我国，电力市场与金融市场尚未建立起紧密的互联互通机制，这在一定程度上制约了市场机制创新的潜能。如前文所介绍的国际经验中，以电力为标的资产的金融衍生合约可有效帮助 PPA 的签署双方管理价格波动风险，但这类金融合约是在能源交易所中被创造和进行交易的。尽管我国目前并未建立与欧美能源交易所相似的专业机构，但通过深入分析欧美能源交易所的功能就会发现前文所提的欧洲的能源交易所就是类似于我国电力交易中心、环境交易所等的集合。展望未来，如果能够整合或进一步完善我国现有的交易机构功能，打造一个真正的互联互通机制，我们有望在国内市场中创新出更多灵活和高效的市场交易机制，为绿电长期交易合同的实施提供坚实的基础，进而保障我国绿电市场的持续繁荣。

5. 总结

后补贴时代，可再生能源电力市场化交易将接替政策成为未来发展的主要方向，通过市场化的手段为可再生能源的发展注入持续的驱动力。绿电长期交易合同作为重要的推动可再生能源发展的市场化机制，充分发挥市场的力量，弥补仅靠政策单一发力的局限，为可再生能源持续发展保驾护航。

绿电长期交易合同指的是电力供应方与电力用户之间签署的的多年期电力采购合同。欧美绿电市场中企业自发签署的长期交易合同是以 PPA 的形式出现，在过去及未来都为欧美市场带来新增装机。绿电长期交易合同可兼顾长期避险、成本回收双重定位，是提升市场主体参与绿电交易意愿的重中之重，由此助力可再生能源的持续繁荣发展。

从我国情况来看，不论是市场规则的制定者还是市场活跃的参与者，对长期交易合同都持支持态度。自 2021 年绿电交易试点以来，多部顶层政策便持续鼓励长期交易合同的签订，提供了长期交易合同的政策基础。除了政策基础外，在国外拥有签署 PPA 经验的跨国企业领头，例如巴斯夫、科思创、液空中国，在积极参与我国绿电交易的同时，也对绿电长期交易合同的实践作出了初步的尝试，并为其他有意愿尝试绿电长期交易合同的在华企业从外部沟通和内部管理两方面提供了风险管理的策略建议。

然而，由于目前绿电长期交易合同在我国实践和规模化推广仍面临来自系统及市场的双重挑战，因此长期交易合同在我国市场上还鲜有案例。

从系统方面来讲，首先绿电交易是电力中长期交易下面的子品种，然而当下电力中长期交易并不具备“长期”这个特点，就更难以为绿电长期交易合同提供基础。其次，目前缺乏一个标准化的长期交易合同模版给市场主体用于参考，导致绿电长期交易合同的签署推进缓慢。

从市场方面来讲，首先未来政策的变动可能使得多方利益难以被同时保证，因此交易双方出于对长期交易合同灵活性的考量，可能不愿过早签署长期交易合同。其次，长期交易合同时间跨度大，合同期间电价的轻微波动也可能在长时间内起到累积作用，给签署长期交易合同的某一方带来经济损失。最后，长期交易合同中合同电量与实际发电电量的偏差，也可能会给交易双方带来经济、履约等风险。

在国际上，欧美市场已通过保险和金融合约等创新市场机制来对长期交易合同的落地予以支持。保险机制包括针对绿电交易买卖双方的保险——卖方通过与保险公司设定理赔生效标杆阈值，当所发电量高于或低于标杆阈值时，保险公司可收取收益或进行理赔；买方通过向保险公司支付保费，把所有市场价格的波动转嫁给保险公司，以实现恒定的购电成本。保险可避免长周期中电量电价的波动带来的经济损失以及履约风险。金融合约——通过设立能源交易所，在起到市场实时价格发现作用的同时，创造以能源未来价值为标的资产的金融衍生合约的开发条件。而这些金融衍生合约，可有效帮助 PPA 的买卖双方管理合同长周期内的价格波动风险。例如，PPA 的买卖双方可购买电力期货合约，若未来市场价格高于 PPA 的价格，买方可以从期货市场中获利，从而抵消购电成本的增加；若市场价格低于 PPA 价格，卖方可以通过期货合约获利，平衡其收入损失。

国际市场的经验和实践已验证了保险和金融合约等创新市场机制能够有效降低长期交易合同中的风险并促进长期交易合同的推广应用。随着绿电交易逐步发展，我国也逐渐出现了例如“绿电贷”的新型金融产品。未来，市场将需要围绕绿电长期交易合同，向多元化发展，提供品类更丰富的产品，以帮助企业更好地管理其可再生能源项目和长期交易合同，保障合同的落地及顺利执行。这些市场机制不但将有助于推动长期交易合同在我国市场的发展，还将促进可再生能源未来的可持续的繁荣发展。

落基山研究所认为市场机制对我国绿电长期交易合同的实施和推广将呈现三大核心趋势和展望：首先，绿色金融的高速发展将为绿电长期交易合同相关机制的建立和创新带来新的机遇。因为绿色金融的繁荣可为可再生能源的发展提供资金支撑，并且能为机制创新和落地创造有利的环境和基础。其次，透明、完备且高质量的信息将是开发创新市场机制的关键要素。因为高质量、流通的信息将降低新型市场机制开发难度，避免信息不对称带来的不正当竞争，并且引导市场主体进行正确的投资。最后，加强现有平台间的互联互通将有益相关市场机制的落地。当现有交易机构对电力市场与金融市场的功能进行整合完善时，将会释放出灵活高效的市场机制的创新潜能，为绿电长期交易合同及可再生能源的发展做坚实铺垫。

参考文献

- 1 北京电力交易中心
- 2 Europe breaks records with 10.4GW corporate renewable energy deals in 2023, February 8, 2024, <https://resource-platform.eu/news/europe-breaks-records-with-10-3gw-corporate-renewable-energy-deals-in-2023/>; “CEBA Deal Tracker” , Clean Energy Buyers Association, <https://cebayers.org/deal-tracker/>
- 3 “Individual Power Purchase Agreement for Corporates and Utilities” , European Federation of Energy Traders
- 4 巴斯夫、科思创、液空官网
- 5 巴斯夫重申宏伟的气候保护目标, 并采取措施减少产品碳足迹, https://www.basf.com/cn/zh/media/news-releases/global/2022/03/BASF_confirms_ambitious_climate_targets_and_takes_steps_to_reduce_product-related_emissions.html
- 6 Guy Brindley et al., “Risk Mitigation for Corporate Renewable PPAs” , RE-Source, March 2020, <https://resource-platform.eu/wp-content/uploads/files/statements/RE-Source%203.pdf>.
- 7 “Energy Yield Insurance,” Think RE, <https://youtu.be/KdzaAGNDCno>.
- 8 Guy Brindley et al., “Risk Mitigation for Corporate Renewable PPAs” , RE-Source, March 2020, <https://resource-platform.eu/wp-content/uploads/files/statements/RE-Source%203.pdf>.
- 9 Brian Janous, Kenneth Davies, and Lee Taylor, “Buying Renewable Energy Should Be Easy — Here’ s One Way to Make It Less Complex,” Microsoft Corporate Blogs, October 16, 2018, <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2018/10/16/buy-ing-renewable-energy-should-be-easy-heres-one-way-to-make-it-less-complex/>.
- 10 “Power Purchase Agreements (PPA) Hedging,” EEX, accessed November 15, 2023, <https://www.eex.com/en/markets/power/power-purchase-agreements-hedging>
- 11 福建省国资委
- 12 从“配额变现”到“绿电贷款” 银行业如何下好碳金融先手棋? <https://www.cdmfund.org/32859.html>
- 13 中国平安: 全方位升级绿色金融行动 响应国家“碳中和”目标, <http://www.news.cn/money/20211231/47ff1e09a3734e6fa2d9e47b4214aec1/c.html>

郝一涵，江漪，路舒童，创新金融机制助力中国可再生能源发展——绿电长期交易合同的机遇与挑战，落基山研究所，2024，
<https://rmi.org.cn/insights/green-power-long-term-agreement/>

落基山研究所重视合作，旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。
因此，我们允许感兴趣的各方通过知识共享 CC BY-SA 4.0 许可参考、分享和引用我们的工作。
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



除特别注明，本报告中所有图片均来自 iStock。



RMI Innovation Center
22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

©2024年4月，落基山研究所版权所有。Rocky Mountain Institute 和 RMI 是落基山研究所的注册商标。