



企业绿色电力采购与应用：中国市场进展与展望

2024年度报告





关于RMI

RMI 是一个成立于 1982 年的独立非营利组织，原名洛基山研究所。它通过市场驱动解决方案，改造全球能源系统，以确保与 1.5°C 的未来相一致，并确保所有人都能享有清洁、繁荣、无碳的未来。我们在世界上最重要的地理区域内工作，并与企业、政策制定者、社区和 NGOs 合作，以确定和扩大能源系统干预措施，这些措施将至少使到 2030 年的气候污染减少 50%。RMI 的办公室位于科罗拉多州的巴斯石英、博尔德，纽约市，加州奥克兰，华盛顿特区，尼日利亚阿布贾以及中华人民共和国北京。

作者和致谢

作者

说高，易江，刘雨晶，谢军

作者按字母顺序列出。除非另有说明，所有作者均来自RMI。

贡献者

张志豪，李婷，刘紫依，卢硕通，田佳琳，徐宏友，张莉月

联系人

于静琳， yuqingliu@rmi.org

易江， yjiang@rmi.org

版权与引用

易江，刘雨晶，谢军，高硕， *企业绿色电力采购与应用：中国市场进展与展望，2024年年度报告*，RMI，2025， <https://rmi.org/insight/corporate-green-power-procurement-and-application/>。

RMI重视合作，并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Creative Commons CC BY-SA 4.0许可协议引用、分享和引用我们的工作。 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>。

所有使用的图片均来自iStock.com，除非另有说明。

致谢

我们想特别感谢能源基金会中国对本报告的支持。同时，我们也要向以下专家表达诚挚的感谢，感谢他们的洞见和评论：

林艾，中国可再生能源工程研究院 沙晨，广东清天太阳能科技有限公司 胡建宁，布鲁克菲尔德可再生能源发展（中国）有限公司 吴印婷，施罗德投资管理（香港）有限公司 英正，电力中国科技有限公司

专家按字母顺序列出。本报告中包含的内容不代表上述专家、其机构或项目支持者的观点。

目录表

执行摘要.....	5
1. 中国绿色能源及电力市场发展概述...7	
绿色能源采购方案进度...第10页	
绿色电力交易.....11 绿色电力	
证书.....17 对公用规模可再生能源项	
目的直接投资.....20 现场分布式可再生能源项目.....	
.....21	
3. 绿色电力采购的应用场景.....26	
国内应用场景：从能耗到碳排放双重控制..... . 26	
情景 1：满足 RPS..... 26情景 2	
：满足能源消耗双控评估..... 27情景 3：满足碳排放双控评估.....	
..... 27国际应用场景：绿色电力和 GECs 的验证.....28RE100	
：实现无条件验证的基础.....28CBAM 或扩大其行业覆盖范围.....	
..... 31新电池法规可能缩小碳足迹建模方法.....	
.....34	
尾注。	37

执行摘要

在追求加快构建新型电力系统这一总体目标的过程中，中国风电和太阳能装机容量持续快速增长。截至2024年第三季度末，风电和太阳能总装机容量达到1.25太瓦（TW），提前超额完成2030年目标，并超过煤炭发电装机容量。在同一时期，风电和太阳能为新增装机容量的82%做出了贡献，并达到总发电量的19%，创历史新高。

与此同时，电力市场改革正在稳步推进，这促使企业改进绿色电力采购策略，积极把握机遇。电力现货市场的覆盖范围正在迅速扩张。现货市场发现能源价格的能力得到了进一步的提升。山西、广东、山东和甘肃的电力现货市场率先进入正式运营，逐步转变绿色电力资产的价格逻辑。

此外，可再生能源基于市场的交易规模持续扩大。到2023年，总可再生能源发电量中有47.3%通过电力市场进行交易。可再生能源项目可以参与省内中长-term（M2L）市场、省内现货市场和跨省电力市场。绿色电力交易遵循M2L交易框架，并增加绿色溢价和证书相关协议。这些变化受各种绿色电力采购选项的定价和采购策略影响。

在本年度报告中，RMI持续关注五种绿色电力采购选项，分析它们的年度进展，并基于最新的政策和市场动态变化，预测未来趋势：

- 绿色电力交易：2024年，交易量迅速增长，伴随着能源价格和绿色溢价下降。绿色电力交易方案得到改进，并在地方层面提供了精细化的实施指南。展望未来，省际输电通道的发展和文件处理流程的加速预计将进一步推动绿色电力供应。此外，分布式项目的大规模市场参与和多年代理的实施预计将获得动力。
- 解绑的绿色电力证书（GECs）：2023年8月，绿色电力环境属性唯一体现物的GECs的角色正式确立。GEC方案的不断发展扩大了国内应用，并提高了企业购买GECs的意愿。随着GEC供应量的激增，预计在短期内至中期内价格将保持低水平，延续自2024年观察到的趋势。
- 直接投资于规模化的可再生能源项目：在电力市场改革的背景下，分时电价机制和可再生能源市场交易的扩展正在重塑对规模化项目的直接投资收益模式。与此同时，支持当地产业所需的额外投资需求持续存在，可能推高企业的非技术成本。

- 现场分布式可再生能源项目：分布式太阳能光伏（PV）持续快速增长，这给电网带来了挑战，因为电网接入的增长速度无法与分布式太阳能光伏的增长速度相匹配。在接入限制的情况下，领先的太阳能光伏投资者正采取更为谨慎的态度。随着绿色电力和分布式能源规则（GEC）的扩大，包括分布式项目，传统的金融模式正在重组。环境属性的所有权已成为现有和未来项目的一个关键关切。

- 过围栏可再生能源交易：在过去两年中，过围栏可再生能源交易取得了有限的进展，试点模式未能实现广泛和快速的应用。ⁱ 随着绿色电力交易持续扩展到分布式项目，预计开发商和买家使用此选项进行绿色电力交易的紧迫性将逐步降低。

从2022年到2024年，绿色电力市场的快速扩张为企业在国内和国际层面利用绿色电力和GECs以满足合规要求奠定了坚实基础。在国内和国际案例中，企业绿色电力采购受自愿和强制因素驱动，而在强制场景下的政策推动力对影响更为显著：

- 国内场景：绿色电力采购的应用场景已经从满足可再生能源发电配额标准（RPS）演变到应对能源消费双控评估。随着中国从能源双控转向碳双控，应用场景预计将进一步扩大，从以能源使用为导向的应用转移到更广泛的碳排放控制场景。
- 国际情景：绿色供应链是全球应对气候变化努力的关键组成部分。有效利用绿色能源积极满足绿色出口要求已成为绿色能源和GEC市场扩张的另一个关键驱动因素。自愿应用场景，以供应链企业为代表，倾向于采用基于市场的方法，如绿色能源交易和GECs。相反，由交易规则驱动的强制场景则更偏好基于位置的方法，例如自发电和自消费模式，或通过直接连接。

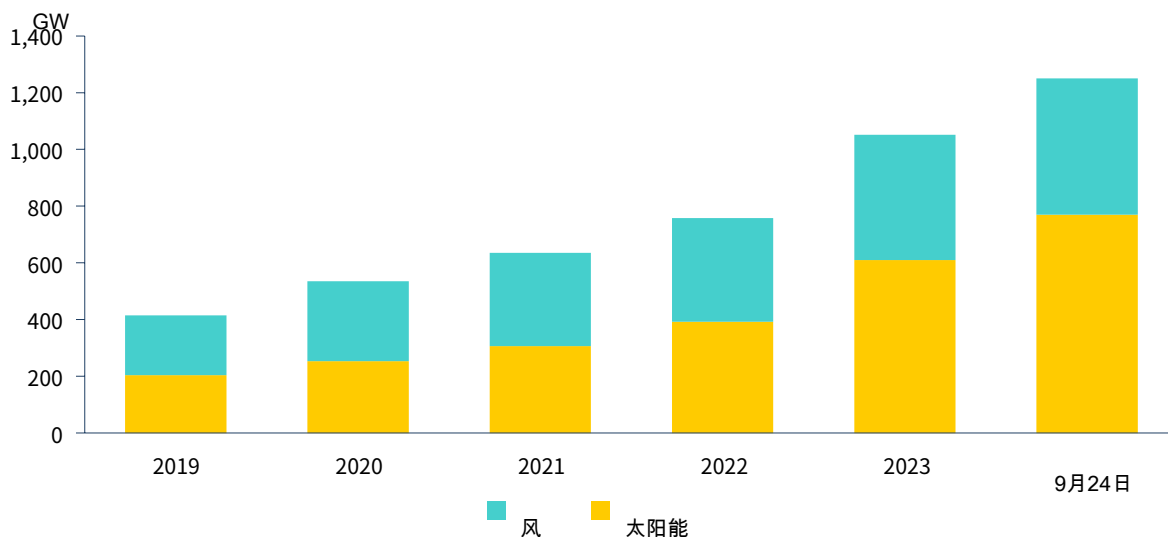
ⁱ 在越过围墙的可再生能源交易中，企业买家可以购买来自同一配电网内场外项目的可再生能源。

1. 关于中国绿色能源和电力市场发展的概述

2024年，以风能和太阳能为代表的绿色电力在中国保持了快速发展的步伐。前三个季度的风电和太阳能累计装机容量达到1.25太瓦，提前超过了2030年的目标，并超过了煤炭发电的总装机容量（见展览1）。^{1, 第二部分}

在第一个九个月内，新增加的装机容量为风电和太阳能超过200吉瓦（GW），占总新增装机容量的82%。第一季度风电和太阳能发电量总计达到1349太瓦时（TWh），占总发电量的约19%。这表示同比提高了26.3%，与第三产业的电量消费相当（参见图2）。²

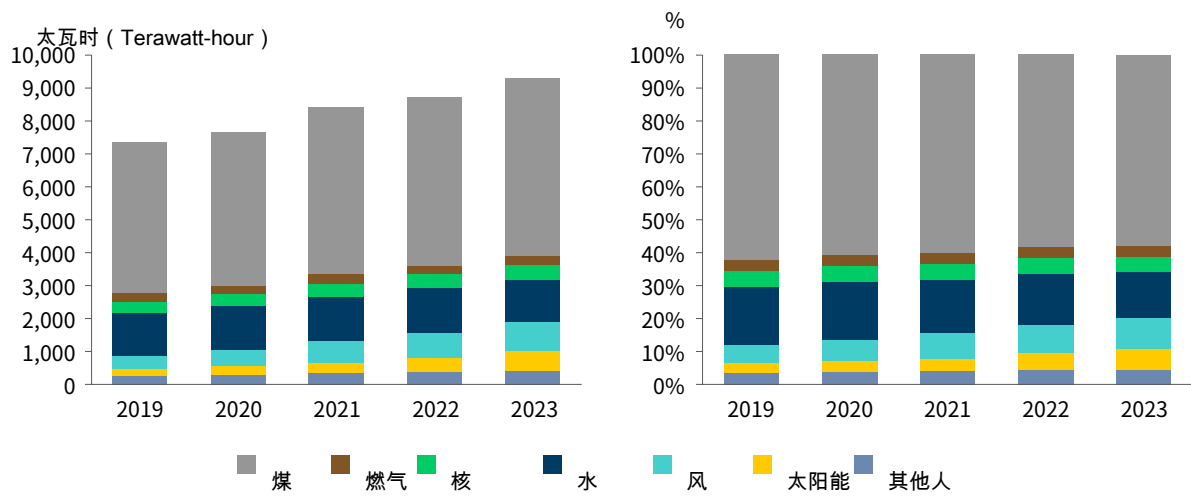
展示 1 中国风电和太阳能累计装机容量



RMI 图片。来源：中华人民共和国国家能源局 (NEA)

ii 2022年6月，国家发展和改革委员会、国家能源局、财政部、自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、农业农村部、中国气象局以及国家林业和草原局联合发布了《第十四个五年规划：可再生能源发展计划》。该报告指出：“到2030年，风电和太阳能的累计装机容量将超过1,200吉瓦（GW）”（https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202206/t20220601_1326720.html?code=%26state=123）。

展示2 中国国家电力发电组合



RMI 图表。来源：中国电力协会 (CEC)

电力现货市场建设正在全面推进，电力现货市场在发现能源价格方面的作用得到了进一步增强。2023年9月底发布了首部国家层面的电力现货市场规则；它标准化了跨省的市场建设路径、规则设计和市场运营要求。2023年12月，经过五年的试运行，山西和广东的现货市场开始正式运营，为电力现货市场的建设和运营开启了新的篇章（见展示3）。

展示3 中国各省份及以下地区现货市场进展概览（截至2024年10月）



注释：蓝色名称表示省级现货市场，红色名称表示地区和国家级现货市场。RMI图表。来源：CEC

新能源市场交易持续扩大，基于“到2030年所有新能源均应参与市场”的总体目标。³ 根据国家能源局（NEA），2022年基于市场的可再生能源交易量为346.5太瓦时（TWh），占可再生能源总发电量的38.4%。⁴ 在2023年，可再生能源的市场交易量达到了684.5太瓦时。这占到了可再生能源总发电量的47.3%——与2022年相比增长了近9%。⁵

可再生能源项目通常参与各种电力市场。ⁱⁱⁱ 这些包括省内M2L市场、省内现货市场以及跨省市场，其中省内M2L市场是主要焦点。绿色电力交易在M2L交易框架内进行，并纳入了绿色溢价协议和转让的规定。一些地区，如内蒙古西部、甘肃和河北北部，在它们的M2L市场安排中优先考虑可再生能源交易。

可再生能源在省内现货市场的参与程度取决于现货市场的发展进程。目前，这主要发生在山西、广东、山东、内蒙古西部和甘肃等地区。省内市场上可再生能源项目的多余发电量有资格参与省际市场。由于省际现货市场尚不成熟，这主要是通过M2L交易而不是现货交易来实现的。需要注意的是，在促进可再生能源在电力市场中的更高渗透率的过程中，一些省份仍然为超过保障性购买的电量提供政府合同价格或补贴。^{iv}

iii 这指的是规模化的项目。

iv 关于更详细的分析，请参阅以下内容：

For more detailed analysis, please refer to the *2024年中国电力市场展望：市场参与者需关注的10大趋势* 发布于2024年5月的RMI（注：此处RMI未提供具体翻译，可能为机构名称或缩写，保留原样） <https://rmi.org/insight/2024-china-power-market-outlook/>).

2. 绿色电力采购选项的进展

在这份年度报告中，RMI继续关注之前报告中讨论过的五种绿色电力采购方案（见展品4）。^{无效内容} 本报告从多个维度分析了每个选项的发展情况，包括供应规模、企业买家所需准备时间、合同期限长度、采购选项的成熟度以及它们的成本效益。

详细分析了前四种已取得显著进展或正在经历重大变化的选项：绿色电力交易、分拆的GECs、对规模化的可再生能源项目的直接投资以及现场分布式可再生能源项目。在过去的两年中，分布式市场交易（围栏外可再生能源交易）没有取得显著进展，现有的试点项目也没有得到广泛或快速的复制。此外，随着绿色电力交易扩展到分布式项目，我们预计通过这一选项进行绿色电力交易的紧迫性将逐渐降低。

展示 4 五种可供企业选择的采购方案

选项	描述	对企业目标的贡献
绿色能源交易	企业买家签署合同从购买绿色电力可再生能源开发商——无论是直接或通过零售商	• 规模：通常较大 • 准备：通常需要简短准备提交文件，时间为一至两个月前。交易开始。 • 合同期限：通常大于一天小于或等于一年 • 成熟度：相对成熟，全国范围内实施在部分省份进行定期基础交易 • 成本效益：定价主要基于双边谈判；能源价格和绿色溢价通常参照煤炭发电和地热发电的价格
解绑GECs	证书由以下机构颁发：NEA的电力业务资格管理中心每兆瓦时可再生能源输入的网格；通用电气公司（GECs）被用于成本核算环境属性与绿色能源消耗	• 规模：大型，不受物理条件的限制 • 准备：简短 • 合同期限：GECs将在两年后到期，并可续约购买并随时使用。 • 成熟度：成熟 • 成本效益：主要通过上市定价并且双边谈判；额外的开支之外电费

持续下一页

无效输入 RMI自2017年以来已发布了一系列关于中国企业绿色电力采购的年度报告。这些报告可在以下网址获取：<https://rmi.org.cn/>

直接 投资 在公用事业- 规模 可再生能源 项目	公司直接投资 在绿地或 棕地可再生能源项目 通过股权投资， 持有相应资产 环境属性	• 规模：大，但可能难以获得项目批准文件 - 准备：长 • 合同期限：取决于具体的合同条款 • 成熟度：很少公司尝试；确定中。理想的投资项目具有挑战性。 • 性价比：价格取决于具体因素 - 合同条款；支付被视为投资而非成本；以及内部收益率 - 收益率（IRR）在不同地区和项目中有所差异
现场 分布式 可再生能源 项目	分布式太阳能或风能 安装在企业的项目 前提，以及生成 将首先在现场消耗， 剩余部分出售给电网	• 规模：小型，通常满足少于15%的...企业买家的电力需求 - 准备：长 • 合同期限：长，通常为20-25年 • 成熟度：成熟 • 成本效益：企业买家可以成为项目业主或使用能源管理合同（EMC）模型；如果买方是项目所有者，内部收益率（IRR）地区和项目各不相同；在EMC模型下，新的项目价格主要是固定的，现有项目的价格由折现率决定。
分布式 市场 交易 (over- the-fence 可再生能源 交易（trading）	企业买家可以购买 来自可再生能源的发电 离场项目，位于以下地点： 同一分布电网	• 规模：小型，在少数地方用作试点 • 准备：取决于当地进展 • 合同期限：取决于具体的合同条款 • 成熟度：试点实施进展非常缓慢，大部分各省尚未发布详细规则 • 成本效益：输电费用难以定价，但最终价格预计将具有竞争力。

RMI 图表。来源：RMI 分析

绿色能源交易

绿色电力交易规则正持续优化，以实现分布式项目的大规模市场参与和多 year 交易的规模化实施。

关键进展

2024年，能源价格和绿色电力交易的绿色溢价均低于2023年记录的水平。绿色电力交易的能源价格和绿色溢价主要参照煤炭电力和GECs的价格。因此，随着2024年煤炭电力和GECs的价格下降，绿色电力交易的价格也有所下降。

2024年前10个月，国家电网地区的绿色电力交易平均价格为每兆瓦时417.48元人民币（RMB/MWh），低于2023年绿色电力交易平均年价444元人民币（RMB/MWh）。⁶ 在南方电网区域，今年上半年绿色电力交易的绿色溢价平均为9元/兆瓦时，低于2023年的平均年度溢价25元/兆瓦时。⁷

绿色电力交易系统正在逐步增强和优化。它已经在国家层面实现标准化和统一，而在次国家层面制定的具体执行指南为企业在采购绿色电力方面提供了更为全面的指导框架：

- 2024年2月，国家发展和改革委员会（NDRC）和能源局（NEA）正式批准了 *内蒙古电力市场绿色电力交易试点方案* 启动了内蒙古西部地区电网的绿色电力交易。这标志着最后一个能够进行绿色电力交易的区域段，扩大了参与绿色电力交易的买方企业范围，包括内蒙古西部地区。
- 2024年8月，国家发展和改革委员会（NDRC）和国家能源局（NEA）发布了 *《中长期电力交易基本规则——绿色电力交易特别章节》* 本文件正式将绿色电力交易纳入M2L交易方案，为将绿色电力交易纳入国家统一电力市场体系奠定了基础。此前，地方区域根据北京电力交易所和广州电力交易所发布的绿色电力交易规则制定各自的绿色电力交易规则。本文件的发布促进了区域间绿色电力交易的统一和标准化，为企业在多个省份乃至香港和澳门地区采购绿色电力提供了一个一致的参考依据。
- 2024年9月，北京电力交易中心发布了 *《北京电力交易中心绿色电力交易实施规则（2024修订版）》* 规则首次为分布式项目参与绿色电力交易以及执行多年期电力购买协议（PPAs）的聚合提供了指导。规则还明确了能源价格和绿色溢价的价格机制，以及针对三种交易模式：双边谈判、上市交易和集中招标，对应绿色溢价偏差补偿的计算方法。
- 在过去两年中，各地区绿色电力交易规则越来越关注保护绿色电力买家的利益和多样化需求。在保护买家利益方面，一些省份对绿色溢价设定了上下限，以防止出现大幅波动（见展品5）。相关规则已根据买家的偏好以及采购后的会计和索赔需求进一步细化。

以上海为例，规定允许零售用户直接与开发商签订批发合同，零售商仅作为执行和结算的媒介。^{vi} 先前，RE100技术标准和一些跨国公司认为，在中国，用户不能直接与开发商签约，也无法选择具体的开发商，如果他们能通过零售商购买电力。这导致通过零售商购买的绿色电力的可追溯性差。上海规则的调整改善了绿色电力的可追溯性，确保了绿色电力的更稳定供应，并简化了企业买家的操作流程。

此外，该规则建议评估绿色能源消费水平并发放可贴附于产品上的追溯性认证标签以供扫描；这将有助于有效将绿色能源消费转化为品牌营销。

^{vi} 2024年10月，上海市发展和改革委员会、上海市经济和信息化委员会以及国家能源局华东监管局联合发布 *《上海绿色电力交易实施规则》*

展示5 2025年各省对绿色溢价设定限制

省份	文件	绿色溢价限制
广东	通知关于电力交易相关事项 2025	零售：在固定价格模式下， 最低价值为0元/兆瓦时及以下 最大价值为50元人民币/兆瓦时。
天津	天津绿色电力交易方案（修订版） 版本 2025)	零售：最大值为30元人民币/兆瓦时；如果 超过，一项申请移除上限 需要限制。 批发：无限制。
浙江省	浙江省中远期交易 实施规则：特别章节 绿色能源交易（草案，征求意见）	最低值为0元/兆瓦时（RMB/MWh）及以下。 最大价值为30元/兆瓦时。批发- 至零售价格传导
上海	上海绿色电力交易 实施规则	最小值为0元/兆瓦时（RMB/MWh）以及 无上限。批发至零售价格 传输。

注意：批发至零售价格传导是指批发市场价格完全传递至零售市场。对于通过零售商购买绿色电力的零售用户而言，绿色溢价从批发至零售的传导意味着零售用户支付的环境属性价格等于零售商在批发市场获得的价格。RMI 图表。来源：省和地区电力交易所中心

绿色电力交易参与单位类型已进一步扩大，非补贴的公用事业规模项目、分布式项目和海上风电项目相继进入市场。目前，绝大多数省份仅允许补贴的公用事业规模太阳能光伏和陆上风电项目参与绿色电力交易。然而，一些地区正在逐步推动将其他类型的项目纳入绿色电力市场。

例如，2024年4月，福建省的海上风电项目获准参与绿色电力交易。而在2024年10月，上海明确指出，补贴或低价项目也可参与。在绿色电力需求强烈的东南沿海地区（浙江、江苏、广东和上海），已发布文件鼓励分布式项目参与绿色电力交易，以扩大当地绿色电力供应；一些省份已成功启动交易。

绿色能源消费和认证服务不断改善，提升了买家的便利性和体验。自2023年下半年开始，一些地区的政府和企业电网公司率先建立本地绿色能源和GEC服务中心，为企业提供支持。

第七部分 2023年11月，广东可再生能源交易规则（试行实施）已发布。2023年12月，公告：关于2024年执行电力市场交易事宜 发布。2024年5月，详细规则：浙江省绿色电力和绿色电力证书市场交易（试行，2024年修订版）发表了。在2024年9月，关于在江苏参与省级绿色电力市场交易的分布式新能源聚合试点项目启动通知 已发布。并且，在2024年10月，《上海绿色电力交易实施规则》已发布。

综合交易相关服务。^{第八章} 这包括建立涉及监管机构和市场实体等多个利益相关者的常规谈判平台，建立交易对手方沟通的渠道，以及提供政策咨询服务。

同时，电力交易所正在不断发展和升级其平台，以推进绿色电力消费的核算和认证，从而支持企业的合规需求。例如，北京和江苏电力交易所正在开发一份绿色电力消费清单，企业可以自愿申请。这份清单不仅包括通过绿色电力交易和GEC交易所消耗的绿色电力，还包括自用电力产生，为企业的绿色电力消费水平提供了更全面的体现。

此外，消费清单将详细说明用户端的特定信息，例如绿色电力分配的特定工厂和产品。广东电力交易中心推出了绿色电力消费追溯报告的一键自助应用程序，使用户可以通过微信小程序或网页浏览器访问详细的绿色电力消费信息。

发展趋势

省际输电线路建设进展和注册进程的推进将不断增长绿色能源的供应。

过去经验表明，由输电线路扩建带来的电力资源优化配置可以推动电力交易频率和规模的快速增加，尤其是在对电力进口高度依赖的地区。例如，东部内蒙古向北京绿色电力交易通道的开放使得基于月的交易成为可能；2024年，由于从其他省份进口的绿色电力，上海和江苏的绿色电力交易量也显著增加。

2024年正在建设五条新的跨省和跨区域输电线路。^{ix} — 并且一些地区进一步明确了绿色电力交易在省际和区际交易中的优先级。^x 基于此，预计未来跨省和区域绿色电力交易的频率和规模将继续快速增长，并将显著增加绿色电力供应。

第八章 负载中心的服务点包括深圳绿色电力和绿色电力证书服务中心、天津绿色电力和绿色电力证书服务中心（第一个省级服务中心）、无锡绿色电力和绿色电力证书服务站（第一个市级服务站点），以及上海宝山区绿色电力和绿色电力证书服务站（第一个区级服务站点）。供应充足的一侧的服务点包括大理绿色电力交易中心的规划，以及新疆六个地点的绿色电力和绿色电力证书服务站点。

ix The 关于提升可再生能源消费工作及确保可再生能源高质量发展工作的通知 由美国能源部（NEA）于2024年5月发布的文件提议实施可再生能源支撑输电通道的建设，并宣布了将在2024年开始建设的五个跨省和跨区域输电通道。

x The 详细规定北京电力交易所中心省际和跨区域电力长期交易（2024年修订草案）于2024年6月发布的文件明确了跨省和跨区域交易中绿色电力交易的优先级。

此外，地方监管部门正在推进项目信息的收集和全面通用环境准则（GEC）的实施，并加快海上风电、生物质能和分布式风电和太阳能发电项目的注册流程。这意味着这些项目将很快有资格参与绿色电力市场，从而丰富了绿色电力的来源，并进一步增强了供应。

绿色电力交易正在扩展到多年期合约，为企业买方提供多样化的渠道来实现长期绿色电力目标。自2021年绿色电力交易试点启动以来，来自顶层政策设计和电力及非电力行业的相关文件已显示出对长期合同的渴望（见展品6）。⁸ 在它们之中，北京电力交易所中心颁布的执行规则和多年度绿色电力双边协议模板为多年度绿色电力交易提供了指导。

目前，许多位于广东、上海及其他地区的跨国公司已成为签订多年期绿色电力交易合同的先驱。他们的做法为监管机构编制多年期绿色电力交易合同模板提供了经验。预计当地电力交易中心将满足当地市场需求，加速发布多年期绿色电力交易合同模板，并从2025年开始大力推动多年期绿色电力交易。届时，企业买家将拥有更多元化的渠道来实现长期绿色电力目标。

展示6 政策支持长期绿色电力交易

出版日期	文档标题	类别	描述
2022年1月	绿色电力试验规则 在中国南部地区的交易	电力交易	鼓励长期电力交易超过一年。
2022年2月	关于改进的意见 制度机制 政策措施以及 绿色低碳能源 转型	高级设计	鼓励可再生能源生产者 签署长期电力采购协议 与电力用户或零售商的协议。
2023年7月	零碳建筑 技术规范 (草案) 注释)	构建	需要零碳排放建筑 购买至少10年的绿色电力 或等价碳信用产品 当结合区域碳 补偿机制。
2023年12月	关于2024年电力中压设备的通知 并且长期合同 签约与履行	电力交易	鼓励可再生能源开发商签订 年度和多年期绿色能源M2L 与主要用户签订合同。
2024年8月	基本规则中至 长期电力交易 — 专章：绿色 电力交易	电力交易	鼓励发电厂和用户 签订长期绿色电力购买协议 协议。
九月 2024	实施规则 绿色能源交易 北京电力交易所 中心 (2024修订版)	电力交易	长期绿色电力交易是 主要通过双边方式进行的 谈判。一旦达成协议， 达到后，报价已提交至 电力交易机构。在…… 执行期，未执行电力 根据相互协商，数量可以进行调整。 买卖双方之间的协议。
2024年10月	指南关于促进 可再生能源 替代行为	高级设计	支持可再生能源开发商签署协议 长期电力购买协议 与用户。

RMI 图表。来源：RMI 分析

零售市场将进一步标准化，并提高对零售商的要求。

专业化。在电网公司电购模式逐渐衰退的背景下，零售商将接替电网公司为中小型工业和商业用户提供服务。这些用户的绿色电力消费需求以及绿色电力零售市场规模将继续扩大。这些用户——因其规模小、数量多、需求多样化——将对绿色电力零售市场的标准化和灵活性提出更高要求，推动其发展。预计更多省份将发布文件，进一步指导绿色电力零售交易。

外国市场中的强制性要求可能促使中国公司更加细致地管理绿色能源使用。以欧盟指令为例。该指令于2023年发布，

《可再生能源指令》（RED III）要求输电系统运营商和配电系统运营商提供有关其分配区域内可再生能源电量份额和供电电力的温室气体（GHG）排放含量的数据。RED III要求数据尽可能准确，时间间隔等于市场结算频率，但不超过一小时，并在可能的情况下进行预测。⁹

欧盟非生物来源可再生能源（RFNBO）委托法案（2023）要求生产绿色氢气应使用同一日历月内产生的绿色电力，并随后过渡到使用同一小时内产生的绿色电力。此外，发电设施和电解单元必须位于同一电力竞价区或相互连接的竞价区。¹⁰

预计更多在气候领域采取主动措施的国家将效仿欧盟的做法，在时间和地理尺度上对绿色电力生产和消费提出更精细化的要求。这将促使中国的企业买家更精准地管理绿色电力使用，使他们与国际趋势保持一致，并提升其竞争力。

绿色电力证书

GECs作为绿色能源积极属性的证明；供应和需求快速增长，应用场景日益多样化。

关键进展

自2023年以来，GEC市场的交易量显著增加，同时伴随着价格的大幅下跌。发行量 *关于通过全面覆盖可再生能源绿色电力证书促进绿色消费的通告*（文件编号 1044）于2023年8月将可再生能源发电项目发行的GEC（绿色信用额度）的资格技术范围扩大到了所有注册的项目。这一扩大导致了市场对供应增加的预期，从而在8月份导致GEC价格的显著下降。2023年1月至7月的非补贴GEC平均价格为每GEC 42.4元人民币，但从2023年8月开始，价格下降了9-10元人民币。^{11, xi}

在2024年9月，《绿色电力证书发行与交易规则》（文件编号：67）已实施。它为绿色电力证书（GECs）设定了两年有效期，进一步降低了现有GECs的价格。中国绿色电力证书交易平台的数据显示，GECs的挂牌交易价格多次低于人民币1元，2024年前半年的平均价格低于人民币10元。¹² 尽管GECs的价格在下降，但交易量激增。

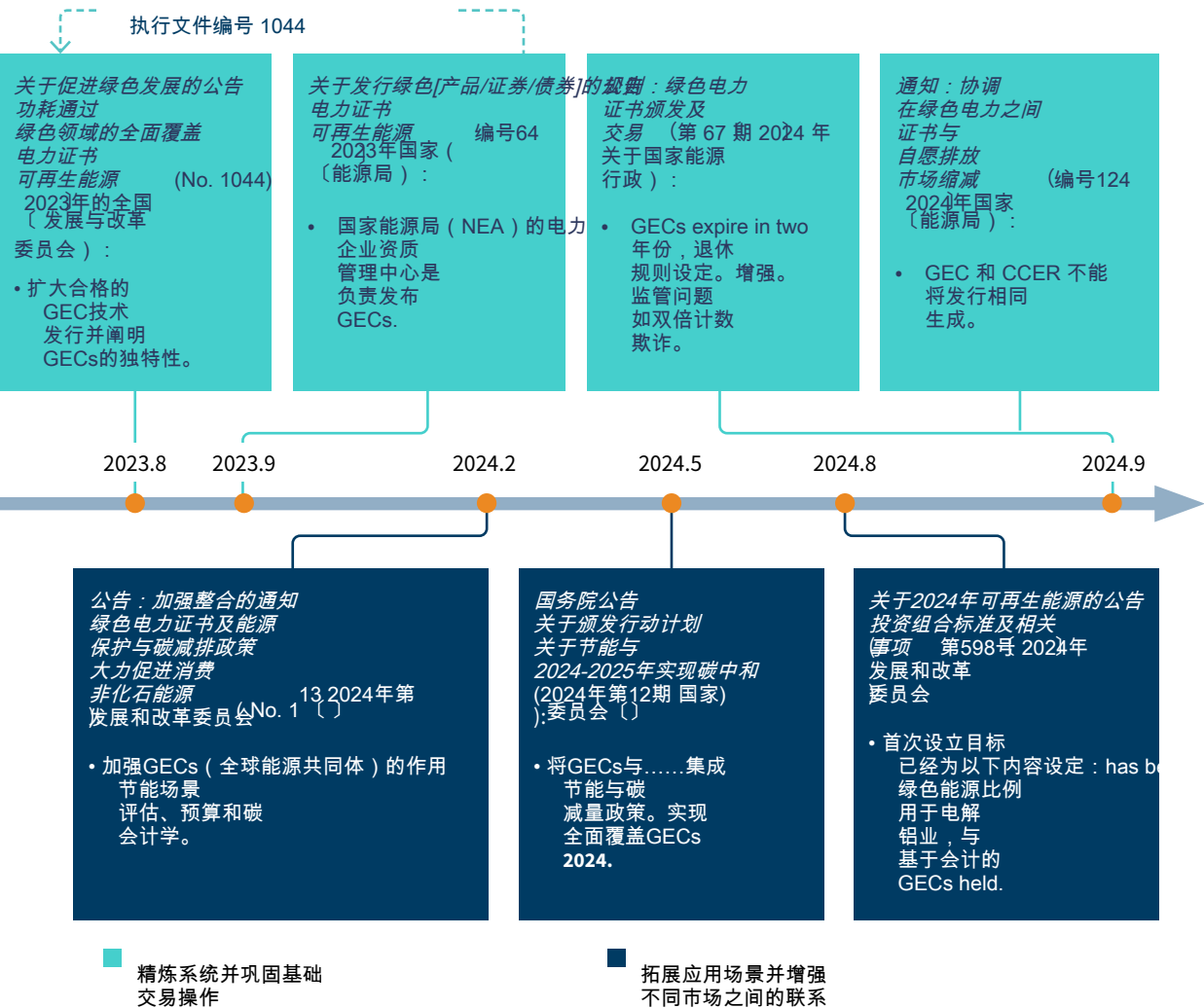
从2023年8月到12月，在发布第1044号文件之后，GEC交易量达到7000万，是1月至7月累计交易的2.7倍。同样，2024年的前七个月，GEC交易量进一步攀升至1.8亿，较2022年同期增长了600%。¹³ 1044号文件和12号文件的发布对GEC交易的价格和成交量产生了重大影响。

xi 指针针对非补贴可再生能源发电项目发行的GECs。

GEC系统已被迅速优化，进一步巩固了GEC作为绿色电力环境属性唯一体现的作用，并扩展了其应用场景。这导致企业买家购买GEC的意愿增加。自2023年以来，一系列与GEC相关的政策已经发布（见附录7）。这些政策扩大了GEC发行资格的技术范围，并多次明确指出GEC是绿色电力环境属性的唯一证明。此外，在评估各省或关键利益相关者的节能目标是否达成时，可以使用GEC来扣除消耗的能源量。这证明了GEC在电力行业以外的应用价值。

在2024年9月，发布了第67号和124号文件，要求销售商承诺仅申请绿色电力证书（GEC）。文件禁止同时申请具有相同环境属性的其他证书以及中国核证减排量（CCERs）。这些要求有效消除了GECs、国际可再生能源证书（I-RECs）和CCERs之间的重叠。随着确保GECs唯一性的政策以及明确退市和监督机制的出台，GECs的国际验证得到了改善。一些跨国公司逐渐从购买国际证书转向仅承认中国GECs，将GEC采购作为实现绿色消费目标的关键选项之一。

展示 7 GEC 政策概述与分类



RMI 图表。来源：RMI 分析

GEC交易服务的提升充分展示了证书-电力脱钩模型的灵活性，使企业买家购买GEC更加方便。全国范围内已建立了绿色电力和GEC交易服务点，同时提供相关交易服务。在南方电网区域，从地理位置独立购买GEC的优势得到进一步发挥。服务已扩展至香港和澳门地区，并引入了创新的交易方法。

2023年12月，广州电力交易中心完成了广东、香港和澳门之间的首批跨境GEC交易，为香港和澳门的企业买家使用绿色电力开辟了新的途径。2024年5月，广州电力交易中心发布了南方地区GEC交易的试点指南，建议企业买家可以直接与电网公司一起支付GEC费用和电费。这一措施确保了GEC采购和电费支付拥有相同的结算实体（即电网公司），从而使得采购过程更加高效便捷。目前，具有强烈GEC需求的企业买家已在深圳启动了首批实践，成功通过一张单一的电费单实现了统一支付。

发展趋势

GECs的供应将继续繁荣，预计短期内价格将保持低位。按照到2024年底实现GECs全面覆盖的要求，大规模项目已基本完成登记，而分布式项目正在加快其登记流程。基于2024年前三季度的可再生能源发电量，仅风能和太阳能的可认证GEC数量从2023年前三季度的10.7亿增加到2024年同期的13.5亿。¹⁴ 从2025年开始，预计GEC的发行量在短期内将快速增长，导致GEC供应量迅速扩张。

引入GEC（绿色电力证书）的有效期限导致卖家急于出售其库存，导致平均GEC价格持续下跌。随着大量新GEC涌入市场以及大量GEC销售接近到期，GEC的过剩将进一步加剧，推动交易价格进一步降低。此外，NEA（国家能源局）的资格中心计划根据第67号文件起草详细的GEC发行指南。这些指南预计将提供更具体的自产自用指导，目前通过GEC进行索赔面临挑战。自产自用GEC的发行将进一步减少企业从他人处购买的需求，并保持GEC交易价格处于较低水平。

渠道正在扩展，使企业买家采购GEC更加便利。目前，GEC可以在三个平台上进行交易：北京电力交易中心、广州电力交易中心和中国绿色电力证书交易平台。未来，将根据情况扩展至其他全国性认可的平台。随着交易系统的改进和信息同步，预计内蒙古电力交易中心和其他省级电力交易中心也将提供GEC交易服务，进一步促进企业采购。

从国际角度来看，细粒度证书已受到各种证书系统和公司的广泛关注。2023年，美国的PJM开始提供带有时间戳的每小时证书。这些证书可以颁发给从2023年1月产生的电力。

2022年及以后，可按小时兑换。¹⁵ 同样，负责欧洲原产地保证（GOs）的欧洲投资银行（AIB）在其2024年认证框架中优先发展了细粒度证书，以符合RED III和RFNBO委托法案的要求。

在企业层面，领先的互联网公司承诺实现100%的绿色能源按小时匹配，并在2021年开始与合作伙伴合作开发带有时标的按小时证书或开始监测按小时负荷。预计更多全球供应链领导者将逐步提出使用更精细粒度的证书，以反映绿色电力生产和消费的精确匹配。

直接投资于大型可再生能源项目

直接投资于规模化的可再生能源项目，有助于满足大规模绿色电力需求解决方案，而收入模式受到电力市场改革的显著影响。

关键进展

可再生能源项目进入市场的速度正在加快，现货市场的时间间隔细分正在加剧价格波动。2023年，基于市场的交易量占全国可再生能源总发电量的比例为47.3%，突显出市场化的明显趋势。国家现货市场的建设进展迅速，可再生能源项目在内蒙古东部、甘肃、山东、广东和山西等地区积极参与。现货市场时间间隔的15分钟细分引入了更大的价格波动，增加了企业对可再生能源项目投资回报的不确定性。

投资支持性行业的需求持续存在，不断推高企业的非技术性投资成本。在许多地区，政府维持对工业支持的投资要求。企业不仅需要投资于能源存储系统等必要资产，以确保电力系统的安全运行，而且还面临额外的财务要求，包括吸引外国投资、直接捐赠和扶贫工作。¹⁶

这些额外要求不仅增加了采购和建设成本，而且还需要大量投入人力、资源和时间进行协调和谈判，从而显著提高了整体投资成本。尽管如此，*新新时代下推动新能源高质量发展实施方案* 国家能源局（NEA）于2022年发布的规定要求“不得以任何理由向可再生能源企业征收不合理投资或费用”，这些附加要求依然有效。¹⁷ 自2024年以来，由于组件价格显著下降所带来的成本节约部分被这些投资需求所抵消，企业仍然面临着高投资成本进行规模化的项目。^{第十二章}

第十二章 据中国光伏产业协会，2024年上半年的产业链上，多晶硅和硅片的跌幅均超过40%，而太阳能电池和组件的价格下降幅度超过15%。<https://finance.sina.com.cn/roll/2024-07-30/doc-incfxue0030843.shtml>).

发展趋势

传统的金融模式正受到颠覆，收入越来越多地依赖于市场价格波动。随着分时电价机制的改善和现货市场的加速发展，预计大型发电项目将在更多省份向市场注入更多发电量，并利用其产出参与现货市场。到那时，项目收入将主要依赖于由分时电价驱动的市场价格波动。¹⁸ 鉴于当前形势，企业需要提升自身能力，深化对电力市场运营的理解，并迅速根据固定上网电价调整之前的收入模式，以合理评估项目收益。

多年绿色电力交易有助于促进大型发电项目的投资。如前所述
绿色电力交易 章节，支持多年期交易和企业参与的连续政策信号释放表明，多年期绿色电力交易将得到加速。在多年期绿色电力交易中，企业可能被允许在项目施工前签订合同，这将促进新项目的投资和建设。此外，多年期合同将为企业提供长期收入稳定性，并增加他们投资规模性项目的意愿。

投资和新项目的开发受到限制，投资公司可能会倾向于收购现有项目。随着具有生产力的风能和太阳能资源的合格地点的开发接近饱和，公司投资新项目的机遇正在减少。有限的可用地使得公司难以开发新项目；然而，即使土地资源满足项目的建设需求，风能和太阳能的相关条件通常并不理想，这限制了项目的经济可行性。

因此，在直接投资方法下，企业可能更倾向于收购现有项目。然而，收购现有项目对企业的尽职调查能力提出了更高的要求，尤其是在环境属性的所有权和电力销售收入等关键因素方面。除此之外，收购现有项目无法反映额外的绿色电力采购。因此，寻求确保理想直接投资项目的企业仍面临一定挑战。

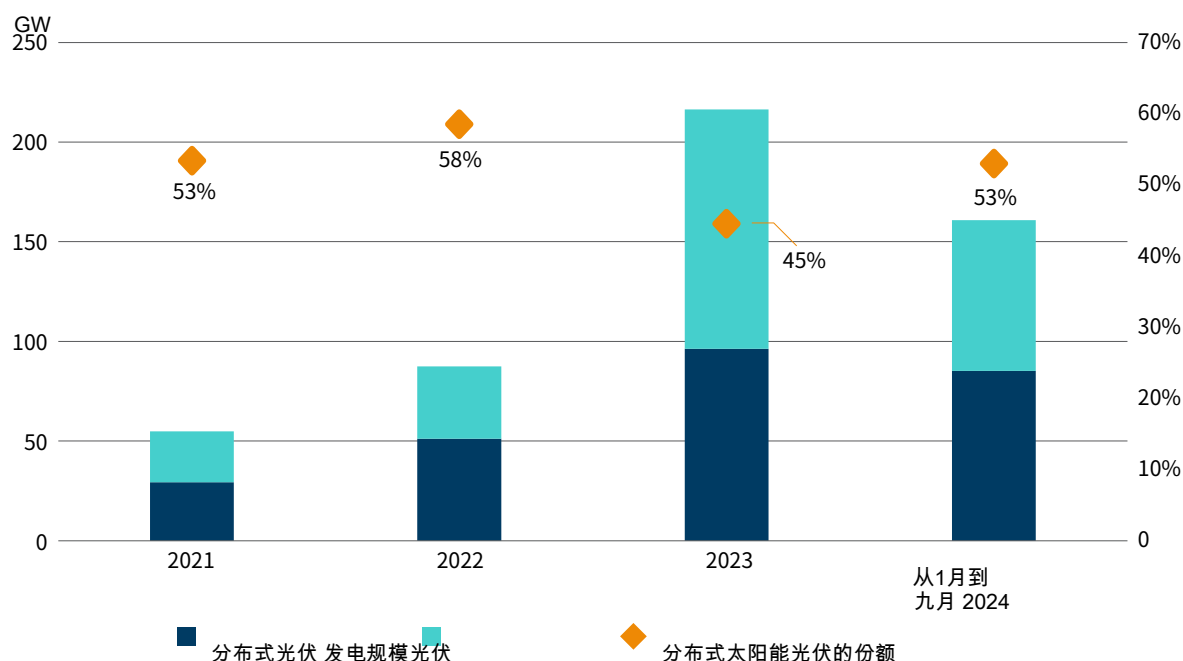
现场分布式可再生能源项目

电力市场改革可以推动新的商业模式，重点关注环境属性所有权和配电网容量限制。

关键进展

分布式光伏始终保持快速增长，新增装机容量超过了规模光伏。自2021年起，当分布式光伏的新增装机容量首次超过规模光伏后，分布式光伏继续以快速速度增长。到2024年的前三个季度，分布式光伏的新增装机容量达到了85.22吉瓦，占全部新增光伏装机容量的53%（见图表8）。¹⁹

展品 8 新增太阳能光伏装机容量



注意：分布式太阳能光伏包括住宅和商业工业分布式太阳能光伏，并不特指本报告重点关注的商业工业屋顶分布式太阳能光伏项目。RMI图表。来源：NEA

现场分布式可再生能源项目的收入模式正在经历变化，这可能会降低企业投资的意愿。GEC规则更新和合格绿色电力交易项目的持续扩大意味着企业可以通过自产自用实现绿色电力消费目标，同时通过出售多余的GEC或参与绿色电力交易获得收入。到2024年9月，*规定绿色电力证书发放与交易规则*（文件编号 67）对自发电和自用电力发行绿色电力证书（GECs）提供了初步指导。这些规则建议公司可以通过提交负荷数据、计量文件和相关支持材料来申请GECs，这些材料有助于展示绿色电力消费。

然而，对于自发电和自用电量发行GEC，企业需要密切遵循当地实践。过剩的发电量可以卖回电网以获取GEC。例如，浙江、江苏和广东等省份已启动分布式项目参与绿色电力交易——包括在自发电和自消费模式下运行的单元——并将电力卖回电网，进一步增强了其分布式项目的经济效益。

尽管如此，关于分布式太阳能光伏发电的开发与建设管理法规（征求意见稿）（以下简称《规定》）于2024年10月发布，规定大型工业和商业分布式光伏发电项目所发电力必须完全自发自用。^{第10条}法规还规定，项目投资者必须安装防逆流装置，以确保所发电力的完全自用。

这项要求增加了投资成本，阻断了大型工业和商业分布式光伏参与电力市场以获取收入的可能性，并提高了用户绿色电力消费能力的要求。由于第三方投资实体只能依靠企业买家的自用部分来实现回报，他们的投资风险增加。这种增加的风险可能导致投资意愿下降，并使企业难以找到合适的能源管理合同（EMC）服务提供商来共同开发大型工业和商业分布式项目。

此外，目前大多数大型工业和商业分布式光伏项目采用全额并网发电模式。²⁰ 因此，如果该法规得到全面实施，它将改变传统的收入模式，并且企业需要谨慎重新评估投资回报率。

环境属性的所有权已成为现有和新企业的重要关注点。

项目。在2023年发布文件编号1044之前，分布式项目无法发行GECs。因此，在原始EMC模式下，分布式太阳能光伏项目的EMC和屋顶租赁协议并未解决第三方投资项目的GEC所有权问题。然而，由于分布式项目现在可以发行GECs，通过EMC模式开发现场分布式可再生能源项目的公司需要更新和修订其合同，以反映环境属性。对于未来对分布式项目的投资，如果项目涉及第三方，公司还应在合同中明确环境属性和相关利益的分配。

大规模分布式太阳能光伏的并网受到配电网容量限制的严重制约，这限制了新增装机容量的开发。2024年3月，关于在新的形势下推动配电网高质量发展的指导意见 该文件作为第一个官方文件，指导了配电网的构建。它规定，到2025年，配电网应具备容纳约500吉瓦分布式可再生能源的能力。尽管有旨在通过配电网建设打破发展瓶颈的政策，但八个省份——山东、河南、河北、广东、湖南、福建、辽宁和黑龙江——对分布式太阳能光伏并网容量的评估表明，分布式项目并网问题正在恶化。²¹

因为分布式项目依赖电网来平衡电压和频率，并确保电力质量，即使具有较高自用比例的分布式项目也受限于当地配电网容量。措施中概述的电网接入评估标准并未明确规定，如果项目向电网输送的电力比例较低，它们是否可以优先考虑。

第十三章 根据 关于分布式太阳能光伏发电的开发与建设管理法规（征求意见稿） 大型工业和商业分布式光伏发电系统指的是公共连接点电压等级为35千伏（kV）且总装机容量不超过20兆瓦（MW）的分布式光伏发电系统，或者公共连接点电压等级为110千伏（或66千伏）且总装机容量不超过50兆瓦（MW）。

然而，在2024年8月，江苏省发布了《关于本省高质量电网接入和分布式光伏发电利用的公告》。该规则明确允许完全自用型分布式项目简化电网接入流程，电网公司提供快速通行服务。因此，高比例自用型分布式项目是否能够优先接入电网在很大程度上取决于当地政策和其实际执行情况。企业在评估是否投资分布式太阳能光伏项目之前，应彻底了解当地配电网容量和电网接入政策。

发展趋势

现场分布式可再生能源项目的投资模式可能会多样化。在过去，由于对分布式项目建设和运营的理解有限，大多数企业倾向于采用EMC模式，而大型上市公司则主要选择自建模式。²² 近年来，企业对大量现场分布式可再生能源项目的长期观察导致内部团队的专业性得到提升。加之2024年太阳能光伏模块成本的大幅降低，企业投资和建设自有项目的意愿得到加强。

为了满足企业的需求，一些分布式项目开发引入了一种混合的EMC自建模型作为过渡。在该模型下，在整个项目20年生命周期的三年到四年间只收取电费，之后项目所有权转交给企业。预计企业的偏好将持续演变，导致现场分布式可再生能源项目的商业模式创新。

传统的分布式项目金融服务模型也面临着一些变化。对分时电价区间的更精确调整以及扩大峰谷价格差异是引导可再生能源发展的关键机制，并呈现出可能的未来发展趋势。在这股趋势下，如果太阳能光伏在低电价的平峰时段产生更多的电力，则峰谷价格的调整将对分布式太阳能光伏的收入产生不利影响。传统的投资回报模式可能不再有效，公司需要密切监控电网接入和并网电费政策的变化。

目前，尽管大多数分布式太阳能光伏项目并不直接参与电力市场，但它们的实际结算价格已经受到市场的影响。对于电力的自用部分，一种常见的定价方法是根据用户对应的电网代理购买价格提供折扣。因此，商业和工业用户进入电力市场后，尤其是在现货市场运作的地区，现货市场价格会影响电网的代理购买价格，进而影响电力自用部分的实际结算价格。

电网中输入的部分通常按当地燃煤电厂基准电价结算。然而，在未来——随着分布式太阳能光伏项目（包括住宅和商业工业项目）的加速发展和电网中输入的电量显著增加——预计这部分额外的电量将根据现货市场价格曲线以分时（TOU）为基础结算，或者它将直接进入电力市场。

探索直接连接将鼓励中国公司本地消费绿色能源。
从2024年开始，国家和省级层面的政策对分布式（ ）的关注度有所提高。
项目通过直接连接为周边企业提供绿色电力。

2024年12月，*河南省加速源网荷储一体化的实施方案* 鼓励建设绿色电力专用线路，用于集成源-网-负荷-储能项目。这些电力线路将本地开发和汇总，实现20公里内的绿色电力可追溯目标。NEA在其*关于支持电力行业新业务实体创新发展的指导意见* 建议通过直接连接可再生能源来探索增加绿色电力供应的选项。同时，该报告还指出，原则上，新的商业实体将免于申请电力业务许可证。

这些政策鼓励通过直接连接进一步扩大分布式可再生能源项目的绿色电力供应，但它们并未提供关于相关技术标准、物理边界或价格机制的具体指导。预计到2025年，将出现更多试点实践，进一步推动相关法规和市场标准的发展。

3. 绿色电力采购的应用场景

2022年至2024年，得益于政策和市场系统的改进，绿色电力采购蓬勃发展。这一进展进一步巩固了企业将绿色电力和GECs整合到各种应用场景的基础。

在国内，绿色电力采购应用场景的多样化已成为市场扩展的主要驱动力。特别是，这种扩展刺激了能源密集型产业和公司的需求，因为它们寻求通过绿色电力采购来满足强制性市场限制。

从国际角度来看，绿色供应链已成为应对全球气候变化的关键组成部分。在此背景下，利用绿色电力采购来满足绿色出口需求，已成为推动绿色电力和GEC市场扩张的另一个重要催化剂。

在受这些多元国内外场景影响下，企业的绿色电力采购展现出双重自愿与强制驱动力。近年来，源自强制需求场景的政策在国内外层面显著推动了绿色电力采购。

国内应用场景：从能耗到碳排放双重控制

在过去三年里，绿色电力采购的难度有所降低。同时，相关政策框架的改进扩大了其应用场景，从满足可再生能源电力配额（RPS）到应对能源消耗双控评估。

场景1：满足RPS要求

绿色电力采购的主要应用是为了满足可再生能源配额（RPS）要求。最初，RPS目标分配给了各个省份，并指定了相关实体的具体责任。2019年5月，国家发展和改革委员会（NDRC）和国家能源局（NEA）联合发布了《关于建立和完善可再生能源电力消费保障机制的通告》，引入了RPS的概念。2020年6月，首次省级行政区的RPS目标被分配，建立了一个通过整合绿色电力和GECs来实现可再生能源消费目标的协调框架。

省级可再生能源配额目标将进一步分配给关键行业。目前，一些能源密集型省份和典型行业已经开始对某些电力消费者提出具体要求。例如，在省级层面，江苏发布了《实施促进绿色消费的计划》，^{第14章} 2022年6月宣布，到2025年，能源密集型企业总电力消费中绿色能源的比例将不少于30%。^{第14章}

在工业层面，有如下情况：*特别行动计划：电解铝行业节能和碳减排* 2024年7月发布的声明指出，到2025年底，可再生能源在总能源消耗中的比例将超过25%。鉴于该行业以电力为主导的能源结构，这一目标特别提出了绿色电力消费的要求。在2024年8月，*关于2024年可再生能源组合标准和相关事项的公告* 重申了基于实际物理消费的RPS目标要求。同时，也明确了电解铝行业的RPS目标，并明确将GECs作为合规评估的基础。

情景2：应对能源消耗双重控制评估

绿色能源和GECs可以帮助实体通过遵循非化石能源可以从能源消费和能源强度计算中扣除的规则，满足能源消耗的双重控制评估。2021年，中央经济工作会议提出，新增可再生能源以及作为原材料的能源不应包括在总能源消耗控制中。这建立了可再生能源与能源消耗双重控制评估之间的联系。2022年11月，*关于进一步实施将新增可再生能源消费从能源消费总量控制中排除的通告* 该通知已发布。该通知定义了可再生能源的范围并确定了GECs（绿色能源消费证明）作为可再生能源消费的验证，从而将绿色能源和GECs与能源消费相连接。

详细实施细节在以下方面得到了进一步明确：*关于强化绿色证书与节能低碳政策之间的联系 以促进非化石能源消费的公告*（文件编号：113）于2024年2月发布。该文件提出了基于电力消费实施可再生能源消费减免政策，并在“十四五”规划期间省级节能目标评估中补充跨省GEC交易。同时，能源消费双控的豁免范围从新增可再生能源扩大到所有非化石能源。2024年5月，国务院发布了*2024至2025年节能减排行动计划* 该计划明确规定了针对关键能源消耗单位的化石能源消费预算管理计划的实施，超量消费将通过购买绿色电力和绿色能源证书（GECs）进行抵消。

市场表现证明，实现能耗双控是绿色电力和绿色电力证书（GECs）交易的重要推动力。根据中国绿色电力证书交易平台的数据，广东、内蒙古和青海等能源密集型企业集中的地区在购买GECs方面位列前茅。²³ 主要驱动力是地方政府进行了大规模的跨省采购GECs，以满足其对能源消耗目标的“双控”要求。

场景3：碳减排双重控制评估

在第十四个五年规划期间，绿色电力和GECs的应用专注于能源消耗的双重控制，发挥它们作为可免于能源消耗评估的可再生能源的作用。然而，在第十五个五年规划期间，中国将努力推动全面转型，从能源消耗的双重控制转向碳排放的双重控制。碳强度降低将作为国家的一项强制性指标（而不是能源强度）。

经济和社会发展，以及总碳排放核算将启动。^{xv} 这表明未来绿色能源、GECs（全球环境变化）和碳排放之间的联系将变得更加紧密。

2024年2月，《碳排放权交易管理暂行规定》² 建议对于消费非化石能源的主要排放实体，应相应调整碳排放配额和温室气体排放。此规定为将绿色电力纳入碳排放核算系统创造了基本条件。

2024年2月，文件编号113建议在不同应用场景中提供调整后的电网排放因子，其中考虑了通用排放信用（GECs）。它还建议将GECs纳入产品碳足迹核算和国家级通用标准。2024年4月，*2021年电力公司排放*

² *因素* 该报告发布时，未将市场交易中的非化石能源量包括在内。这意味着绿色电力交易中的量不包括在碳排放核算内。2024年12月，中国生态环境部(MEE)和国家统计局发布 *2022年电力公司排放系数*，继续更新中国的CO₂排放系数，同时排除非—

² ² 化石能源通过市场交易。

国际应用场景：绿色电力和GECs的验证

国际绿色电力和GECs的应用主要受两方面影响。首先，早期的采购主要是由跨国供应链领导者推动的，他们要求中国上游供应商通过绿色电力采购来减少排放，以实现他们的气候目标。同时，一些国内出口导向型供应链领导者，特别是新能源行业的企业，也是绿色电力和GECs采购的主要实践者。

其次，自2021年以来，多项国际贸易法规已就绿色能源的使用和验证提出了具体要求。预计这些法规将在2025年至2026年之间进入实质性实施阶段。前者，即企业采购，往往具有自愿性质，对基于市场的做法持开放态度，例如绿色能源和GECs的采购。相比之下，后者，即贸易法规，涉及更严格的强制性要求，目前更倾向于基于位置的采购方法，如自产自用和供应商与消费者之间的直接技术连接。

本报告选取了三个代表性的国际应用场景及其对中国绿色电力和GECs的验证：RE100、欧盟碳边界调整机制（CBAM）和新型电池法规。

RE100: 实现无条件验证的基础

RE100是一个由非营利组织发起的全球企业可再生能源倡议，旨在通过到2040年在更大规模上推动向零碳电网的转变。RE100对加入的企业来说是自愿的，目前已有数百名成员承诺使用100%的可再生能源。

^{xv} 在2024年8月，中华人民共和国国务院办公厅发布了以下内容：关于发布《加快建立碳排放双控制体系的行动计划》的通知 建立从双重控制能耗向碳排放控制的全面转型新机制。

为了实现RE100的承诺，成员企业需要遵循两个原则，以确保采购有效并符合RE100的要求：²⁴

- 可信度声明：企业必须确保绿色能源的独立性和唯一性，以便他们能够有效地声明绿色能源的使用。为此，RE100对企业在声明绿色能源使用所涉及的数据、环境属性的所有权、地理范围和 vintage 限制方面做出了强制性要求。
- 在可再生能源采购中的影响：本原则强调哪些企业行为可以最大化整体利益。除了强制要求的并网或增容日期，它还着重鼓励企业通过长期、直接或特定项目合同从新项目中采购，以贡献于零碳电网建设。

目前，RE100不对中国绿色电力市场中的每个采购选项进行针对性评估。相反，成员企业需要将他们的采购选项与技术标准中列出的选项相匹配。如果该选项可以提供能源属性证书（EACs），企业买家可以使用它们来主张使用可再生能源。如果没有发放EACs，他们必须有合同来支持他们关于使用可再生能源的主张。

在中国，根据第1044号文件，所有由注册可再生能源项目产生的电力都可以发放GECs（绿色电力证书）。该文件还明确了GECs是绿色电力环境属性的唯一证明，是绿色电力生产和消费的唯一验证。因此，无论采购选项或发电技术如何，企业买方都应收到GECs并使用这些证书声称按照RE100计划使用可再生能源。

展示9总结了RE100认可的采购类型以及相应的中国类型。

9. 展示 9 RE100验证与中国的绿色电力采购对比

采购类型被认可 由RE100提供	中国的当前 采购类型	通用电气组件的可用性
自设施发电 该公司所有	自有现场/非现场 项目	过剩的能源可以出售 回归电网，公司可以 获得通用能源信用证（GECs）
直接采购（与供应商签订的合约） 发电机（）	现场分布式项目 （EMC模式）	
与电力供应商签订合同	绿色电力交易	GECs将自动转移 一旦绿色能源 交易已结算。
EACs的解耦采购	拆分后的通用设备公司 (Unbundled General Service Companies)	GECs可以采购通过 在统一平台或通过双边 谈判
被动采购	N/A	高级用户无法获取GECs。 默认交付的绿色电力来自 在可再生能源配额制下的电网

注意：绿色电力交易属于与电力供应商签订的合同。因为绿色电力交易参与者可以直接与发电企业签订合同，所以绿色电力交易也应考虑是否符合直接采购的定义。RE100不对采购方法进行优先级排名，因此报告方法对绿色电力消费的最终验证没有影响。RMI图表。来源：RMI分析

根据 中国绿色电力证书 (GECs) 由RE100于2020年8月发布，RE100仅在特定条件下接受中国的 GECs (如展示10中的红色部分所示) 。这种有条件的验证主要是由于GECs和CCERs在离岸风电和太阳能热项目中的重叠发行和使用可能存在的问题。然而，这一问题在政策层面已经取得突破。随着发布 《绿色电力证书 (GEC) 发行与交易规则》，以及《关于绿色电力证书与自愿减排市场协调的通知》 2024年9月，逐渐改善的GEC系统已解决RE100在2020年对条件验证提出的担忧。

截至目前，RE100尚未发布有关GECs的更新技术标准或声明。在企业报告2024周期给RE100时，他们可能仍需要准备相关材料，如展品10中的“策略”栏所示。根据RE100的现有规则，中国的现行政策和市场机制已经为无条件验证奠定了基础。然而，RE100内部团队在进一步进展方面仍待定。

展品10 GEC的视角与应对策略

需求	标准	观察结果	策略
可信度 (Credibility 索赔	可靠的发电数据		保持相关材料
	属性聚合	发电机会获得温室气体排放抵消和全球环境补偿 (GEC) 同一代	- 与卖家签署补充协议 - 确保独家发行、交易和退市 - 关于支持可信主张的属性
	专属所有权 (不重复计数) 的属性		- GEC的用户需要退役。 - 所有工具 (如发行给同一RE) - 将发电 (generation) 用于宣称可信的可再生能源 (RE)
	独家声明 (不公开信息) 双倍索赔) 关于属性	RE generators are able to issue 多种工具 (温室气体抵消、其他证书，GECs) 同一代	最好选择无补贴的项目。 RMI备注：截至2024年9月，GECs和CCERs 不能为同一代发行。
	地理市场 权利主张的局限性		GEC应仅在中国大陆使用
	vintage limitations of 索赔	GEC 将传达日期的生成但无到期日期证书的	可以考虑遵循Green-e的要求。 21个月的认证资格窗口 某一年可再生能源的销售 RMI 注意：通用排放控制证书 (GECs) 自月份起有效期为2年关于发电。截至2024年9月，GECs将：退休后被国家能源局资格中心录取。到期或已用于主张绿色电力消费。
影响在 采购 可再生能源 电力	具有重大影响力的采购		签订长期采购协议
	委托或 重新设定日期限制，有关免责和 祖父母制度 (或：祖父遗则)		考虑将提高透明度作为一个标准。 选择电力供应商。企业买家应 详细报告供应商信息

满足标准

符合推荐标准的资格

符合带有条件的标准

注：RE = 可再生能源。RMI 图表。来源：RMI 分析

中国GEC系统的改善改变了GEC市场的供应动态，使企业买家相应地调整了他们的采购策略。直到2023年，I-RECs是企业买家在中国向RE100报告其绿色电力使用情况的主要方式。²⁵ 当时，由于价格高和条件验证，采购和沟通成本相对较高，导致少量解包GEC采购。由于文件编号1044的影响，该文件通过全面覆盖可再生能源的GECs来促进绿色电力消费，中国的可再生能源只能申请发行GECs。此外，可再生能源项目的注册流程已经经历了快速加速。因此，在中国几乎没有任何新单位可用于发行I-RECs。

然而，由于现有注册单位生成的电力仍然可以发行I-RECs，文档No. 1044并未对它们在短期内实际发行造成显著影响。在2024年前八个月，与2023年同期相比，I-RECs的发行量下降了12%，其中62%来自2023年产生的电力。并且，2023年发行的I-RECs中有61%来自2022年产生的电力。²⁶

2024年9月，该文件 *规定绿色电力证书发放与交易规则* 已发布。建立GEC账户要求卖家在中国承诺购买GEC，并不得申请具有相同属性的其它证书。这显著阻碍了中国I-RECs的发行。I-REC体系的管理机构，I-TRACK基金会，宣布它将不再批准中国在新的单位，并且从2025年开始，由已批准的现有单位产生的电力将不再符合I-REC发行的条件。这标志着I-REC将从中国市场的退出。

自愿市场，以RE100为代表，已引入对绿色电力消费的详细匹配要求。这一发展值得相关权威机构和企业买家的关注。 *RE100报告指南 2023* 概述了细化匹配报告的步骤，并指出未来可能对这些标准进行修订的可能性。

对于已经实施细粒度匹配的企业， *2024年RE100报告指南* 鼓励他们报告其匹配标准的时效性和位置准确性。RE100可能会根据这些企业的反馈，未来开发一个基于细粒度匹配的汇报框架。²⁷ 鉴于RE100包括各行业中的许多领先跨国企业，其细粒度匹配要求必然会影响中国的供应商。因此，相关当局和企业有必要关注在更精确的时间框架和地理尺度上优化绿色电力生产和消费的协调。

CBAM可能会扩大其行业覆盖范围

2019年，欧盟推出了欧洲绿色协议，旨在使欧洲成为第一个在2050年实现气候中和的大陆。²⁸ 为支持这一雄心勃勃的目标，欧盟于2021年启动了“适应55”一揽子计划，旨在到2030年将比1990年水平减少至少55%的净温室气体排放。作为“适应55”计划的关键组成部分，碳边界调整机制（CBAM）于2023年5月正式成为欧盟法律。

在碳边界调整机制（CBAM）下，欧盟对某些进口产品征收税费，以防止欧盟公司为避免欧盟排放交易系统（ETS）的成本而迁址生产或从碳排放监管较松的国家采购，从而减轻碳泄漏的风险。CBAM主要影响向欧盟出口的六个行业的企业：钢铁、水泥、铝、化肥、

氢能和电力。其实施将分为两个阶段。第一阶段是过渡期（从2023年10月1日至2025年12月31日），在此期间，进口商必须报告其产品的排放，而无需承担任何费用。从2026年1月1日起，欧盟排放交易体系（EU ETS）下这些六个行业的免费配额比例将逐年下降。最终，进口商将根据与其产品相关的碳排放支付费用。

在当前法规下，碳边境调整机制（CBAM）对中国钢铁和铝出口到欧盟有一定但有限的影响，而其他行业受影响较小。2023年中国对欧盟的钢铁出口量达到649.6万吨，铝出口总量为68.9万吨。²⁹ 钢铁和铝向欧盟的出口量分别占中国这些产品全球总出口量的5.8%和8.7%。此外，碳边界调整机制（CBAM）不对铝产品相关的间接排放征收费用。

因此，当前碳边界调整机制（CBAM）对中国的影响并不显著。欧洲委员会将在2025年12月31日过渡期结束前评估CBAM涵盖的产品范围。作为欧盟排放交易体系（ETS）的补充，CBAM未来可能通过扩大覆盖范围至更多行业及其相关间接排放，与欧盟ETS趋势保持一致。这可能会对中国的对欧盟出口贸易在额外行业产生更显著的影响。

碳边界调整机制（CBAM）针对的是进口产品的碳排放，而不是直接解决像RE100倡议这样的企业电力消耗问题。在电力来源的分类方面也存在区别。CBAM将电力来源分为三个类别（见展览11）：

- 直接技术链接：在发电源与生产CBAM产品的设施之间存在直接技术链接的情况下，可以使用实际的排放系数。
- 电力购买协议（PPAs）：在消费者与生产商之间的电力购买协议中，也可以使用实际发电排放因子。目前，中国大多数绿色电力购买协议发生在电力用户和零售商之间，但在CBAM框架下，绿色电力购买协议是否符合该定义尚未明确。尽管欧盟尚未在CBAM框架下提供关于电力购买协议的详细定义，但中国的相关当局以及电力交易所正在努力建立一个交易机制，允许零售用户直接与电力生产商签订绿色电力购买协议。

这项举措反映在北京电力交易所中心和上海绿色电力交易规则发布的多年期绿色电力双边协议模板中。RFNBO授权法案适用于与CBAM相同的产业，尤其是氢能。因此，企业可以参考RFNBO框架下的PPA要求，预测未来CBAM对PPA的标准，如时间相关性和地理相关性。具体而言，通过PPA采购绿色电力时，时间相关性要求绿色氢能生产使用同一小时或月份产生的电力，而地理相关性规定用于绿色氢能生产的电力来自同一竞价区域。³⁰

- 其他：这主要适用于没有具体供应商信息的情况下的电网电力。在这种情况下，只能使用欧盟认可数据库中的默认排放因子。默认排放因子有三种类型，企业可以选择其中一种：³¹

- 基于国际能源署（IEA）提供的数据的平均排放系数，涵盖五年平均数据。它们由委员会在CBAM过渡登记册中按国别提供。
- 原始国网排放系数，若基于公开数据。
- 该国家原产地设定价格来源的平均二氧化碳排放因子。

2

鉴于欧盟尚未指定第二和第三方法下排放系数的数据来源，中国官方披露的数据是否会被接受仍然存在不确定性。根据国际能源署（IEA）的数据，2022年中国电网的平均排放系数为0.594吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh），

2 2

当中国的MEE价值为0.5703 tCO₂/MWh时。³² 这表明来自国际能源署的默认值

2

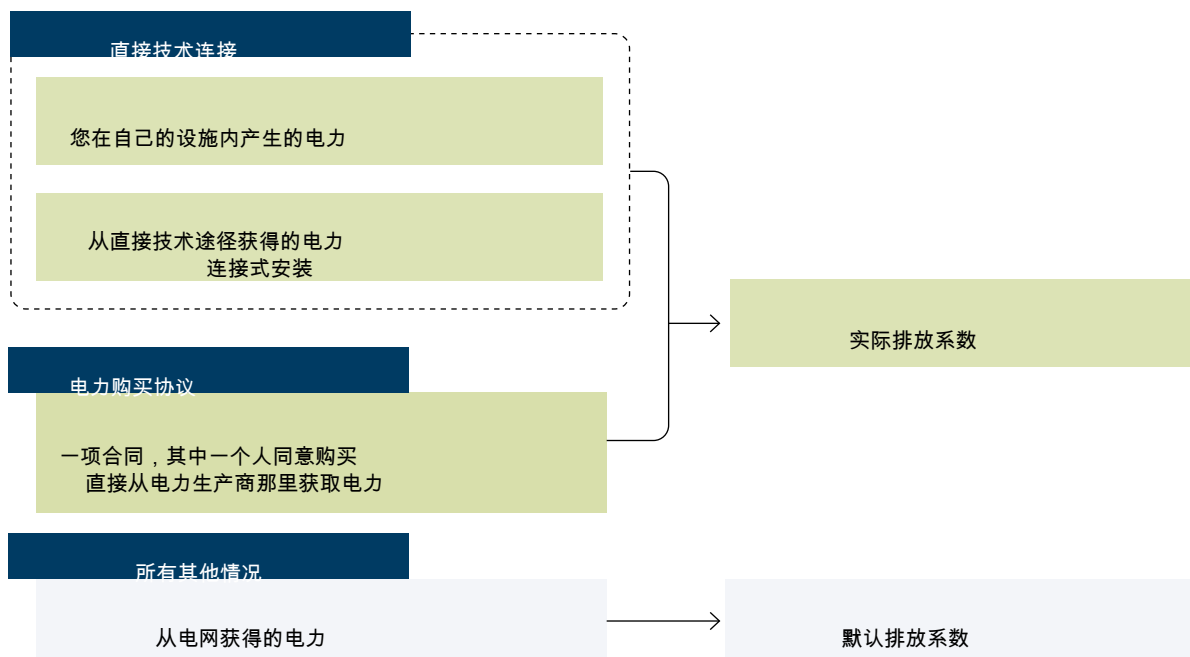
该值高于MEE的值。如果CBAM接受MEE的排放因子，公司使用官方数据将更为可取。

至于第三种方法，因为定价单位是中国的燃煤发电厂，2022年中国基于化石燃料的电力碳排放系数为0.8325 tCO₂/MWh。这显著地

2

高于前两种方法的排放系数。

展品11 分类CBAM认可的采购类型及对应排放因子的选择



RMI 图形。来源： 指导文件：欧盟以外安装运营商实施碳边界调整机制（CBAM）的实施指南，
https://taxation-customs.ec.europa.eu/document/download/2980287c-dca2-4a4b-aff3-db6374806cf7_en?filename=Guidance%20document%20on%20CBAM%20implementation%20for%20installation%20operators%20outside%20the%20EU.pdf

新的电池法规可能缩小碳足迹建模方法

新电池法规于2023年7月正式成为欧盟法律，规定在欧盟境内销售或使用的所有电池必须在其整个生命周期内符合可持续性标准，从原材料采购到回收和再利用。^{第十六章} 对公司来说，最重大的关注点是关于电池碳足迹的要求。电池碳足迹指的是在生命周期每个阶段产生的总温室气体排放。第七条、附件II和新电池法规的随后委托法案为计算电池碳足迹提供了框架。截至目前，欧盟只为电动汽车电池的碳足迹披露发布了指南；它尚未为其他类型的电池建立要求，包括碳足迹性能水平和阈值限值。

动力电池是电动汽车整个生命周期中碳排放的最大来源。在这些电池中，电力碳足迹是最主要的贡献者，占总电池碳足迹的40%以上。³³ 作为动力电池的主要生产商和出口商，中国将受到新的电池法规的实质性影响。在欧盟即将出台的碳足迹披露委托法案之前，各利益相关方一直在参考最终草案。^{电动汽车电池碳排放足迹计算规则 (CFB-EV)}，由欧洲委员会联合研究中心于2023年6月发布。本2023年草案概述了四种计算碳足迹的电力消耗模型：

- 现场发电：如果供电来自能源消耗场内的生产资产，并且生产资产通过直接且专用的连接方式连接到能源使用场，那么应声称现场发电。
- 供应商特定的电力：供应商特定电力产品使用的环境完整性取决于确保相关的合同工具（用于追踪）是可靠且独特的。目前，政府间协议（GOs）是唯一符合欧盟最低可靠性标准的合同工具。对于其他合同工具要获得认可，它们必须能够清楚地追踪电力的来源，并证明环境属性的可靠性和唯一性。这种模式类似于中国的绿色电力交易。
- 剩余消费组合：剩余消费组合是指在从发电组合中移除可靠追踪的消费后剩余的能源来源组合。当最终用户从未知来源获取电力时，使用剩余消费组合。这是能源证书系统的一部分，用于向消费者披露，以防止能源来源披露中的重复计数。
- 平均消费混合比：当活动发生在无法主张特定供应商的电力产品的情况下，将使用默认值来表示那些企业的能源来源混合比。

2023年的草案目前只是参考资料之一，欧盟尚未最终确定碳足迹建模方法。最新信息显示，趋势将进一步

第十六章 包括便携式电池；启动、照明和点火电池；轻型交通工具电池；电动汽车电池；以及工业电池。

选项建模范围的缩小。2024年4月，欧盟发布了关于电动汽车电池碳足迹计算和验证方法（以下简称《草案》）的草案，并对公众咨询了近一个月。草案中最显著的变化是减少在计算电动汽车电池碳足迹中使用的能耗模型。该法规草案仅允许两种能耗模型：*现场发电模式* 并且 *平均消费混合模型*。

这次变化引发了各利益相关方的广泛关注，其中大多数表达了反对意见。根据官方网站，总共有127条反馈评论，其中大约一半集中在能耗模型上。除了来自欧洲的电池和原材料制造商的少数支持性评论外，超过90%的反馈表示反对，呼吁更广泛的能耗模型范围或对拟议模型的更详细解释。主要的反对意见可以分为三类：

- 违反现有规则和指令：仅认可两种模式——直接技术链模式和平均消费混合模式——违反了包括RED III、企业可持续发展报告指令和温室气体议定书在内的多个关键规则和指令。这些框架承认了更广泛的模型范围，例如购电协议和各种证书（例如GEC、GO、REC和I-REC）。此外，限制认可的动力消耗模式削弱了企业多元化可再生能源来源的动机。这可能会阻碍对可再生能源项目的投资和发展，最终危害欧盟提高可再生能源消费率的 目标。
- 调整电力建模方法：在采用基于市场的手段如购电协议和证书的同时，也允许使用区域电力消费组合，这将适应能源结构多样化的较大国家。一些利益相关者认为，“对于像中国和美国这样的大型国家，次区域内的电网组合可以相当不同。”³⁴ 因此，反对者敦促将地方电网消费混合纳入电力建模部分。
- 精炼规则和支持数据：需要明确直接技术链接方法，否则公司可能发现实施指导方针困难。新电池法规要求公司使用来自欧盟生命周期数据网络的数据进行电力建模。然而，目前数据不完整，存在数据质量、来源透明度和时效性方面的明显差距。

对于企业而言，绿色能源的碳减排效果只能通过直接技术连接来体现（参见图12）。目前，中国企业通过直接技术连接使用的电力相对较少，大部分电力消耗基于全国平均消费结构计算。在中国，电力生成结构中，火电的比例高于日本和韩国等主要电池生产国。³⁵ 在这种情况下，使用国家平均消费混合法计算电力碳足迹将显著增加中国电池产业的碳足迹。

展品 12 基于新电池法规的直接连接及实际挑战

原文	实际问题
从同一安装内的生产资产	现场分布式项目模型已经成熟，但..... 电力发电受限，导致发电量有限。 碳足迹降低的能力。
一条连接孤立发电站与 孤立客户	建设专用线路成本高昂，耗时较长。 付息期，并且涉及复杂的网格结构， 使实施变得困难，成功案例寥寥无几。 案例研究。
一条连接生产商和电力线路的电线 供应方承诺直接供应其自身的 物业、子公司及客户	与电网结构和配电网相关的问题 调度权限以及其他因素造成重大影响 实施挑战。

RMI 图形。来源：RMI 分析

脚注

- 1 国家电力工业统计数据，NEA, 2024, https://www.nea.gov.cn/2024-07/20/c_1310782235.htm.
- 2 会议记录：2024年NEA第四季度新闻发布会，NEA, 2024, https://www.nea.gov.cn/2024-10/31/c_1310787069.htm.
- 3 关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见，国家发展和改革委员会，2022, https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/30/content_5671296.htm.
- 4 中国绿色能源和GEC交易量稳步扩张。《人民日报》，2023, https://www.gov.cn/govweb/lianbo/bumen/202311/content_6915764.htm.
- 5 2023年1月至12月，全国电力市场交易了57万亿千瓦时，同比增长7.9%，“NEA，2024年”。 https://www.nea.gov.cn/2024-01/25/c_1310761959.htm.
- 6 2024年1月至10月绿色电力交易概述 北京电力交易所中心，2024年。
- 7 2024 第二季度南区域跨省和跨区域电力市场运营报告 南方区域电力交易平台，2024, <https://www.powermarket.com/upt/sr/pt/#/news?categoryId=d39259fef1c248cba9ee81badf7b47ca&categoryName=%E5%B8%82%E5%9C%BA%E8%B5%84%E8%AE%AF>.
- 8 创新金融机制以加速中国可再生能源发展：绿色电力长期协议的机会与挑战，RMI，2024, <https://rmi.org.cn/insights/green-power-long-term-agreement/>.
- 9 《可再生能源指令》第三版，第二十条，欧盟，2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413&qid=1699364355105#d1e2859-1-1>.
- 10 关于非生物来源可再生能源方法的委托法案，第六条和第七条，欧盟，2023年, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.157.01.0011.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A157%3ATOC.
- 11 改善GEC系统：可再生能源运营商有望受益，泰博证券，2023年, https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202308041593319732_1.pdf?1691177332000.pdf；以及“爆炸式增长：国内绿色能源和GEC交易受欢迎”，《界面新闻》，2023年, <https://www.stcn.com/article/detail/967120.html>.
- 12 中国绿色电力证书交易平台，2024年, <https://www.greenenergy.org.cn>；以及“加速绿色电力消费”，北京交易所，2024年, <https://news.bjx.com.cn/html/20240929/1403068.shtml>.
- 13 国家能源局发布2024年7月全国可再生能源发电量和交易数据，国家能源局，2024年, https://www.nea.gov.cn/2024-08/29/c_1310785433.htm.
- 14 《2023年NEA第四季度新闻发布会记录》，新能源署，2023, https://www.nea.gov.cn/2023-10/31/c_1310748132.htm；及2024年第四季度新闻发布会，NEA。
- 15 “发电属性跟踪系统每小时证书”，PJM，2024, <https://www.pjm-eis.com/-/media/pjm-eis/rec-creation/hourly-certification-info-sheet.ashx>.
- 16 2024年光伏太阳能展望：在600吉瓦产量以下行业的竞争 — 没有任何冬天是无法克服的，“PVmen”，2024年, <http://www.pvmen.com/article/16239.html>.
- 17 实施计划：新时代新能源高质量发展推进方案，美国能源部，2022, https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-05/30/content_5693013.htm.
- 18 2024年中国电力市场展望：为市场参与者提供10大关键趋势，RMI，2024, <https://rmi.org.cn/insights/2024powermarketreviewandoutlook/>.

- 19 2024年第一季度太阳能光伏建设情况，NEA，2024，https://www.nea.gov.cn/2023-07/27/c_1310734298.htm.
- 20 分布式太阳能光伏面临新规，大规模商业工业项目结束全额并网时代 《人民日报》，2024，http://paper.people.com.cn/zgcsb/html/2024-10/21/content_26086501.htm.
- 21 《八省分布式太阳能光伏并网接入限制》，BJX，2024年，<https://mguangfu.bjx.com.cn/mnews/20240715/1388883.shtml>.
- 22 联合努力，共创进步：OFweek 2022 分布式太阳能光伏发展会议成功举办，OFweek，2022，<https://solar.ofweek.com/2022-11/ART-260006-8120-30579493.html>.
- 23 中国的绿色电力证书交易平台，2024年，<https://www.greenenergy.org.cn>
- 24 RE100技术标准，RE100，2022，<https://www.there100.org/sites/re100/files/2022-12/Dec%2012%20-%20RE100%20technical%20criteria%20%2B%20appendices.pdf>.
- 25 2023年RE100年度披露报告，RE100，2024，<https://www.there100.org/our-work/publications/re100-2023-annual-disclosure-report>.
- 26 I-REC(E)市场统计数据 I-Track Foundation, 2024，<https://www.trackingstandard.org/resource/2024-i-rece-market-statistics-january/>.
- 27 2024年RE100报告指南，RE100，2024，<https://www.there100.org/technical-guidance>.
- 28 《欧盟及欧洲委员会简要指南》，2021，https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/0516_Short%20Guide%20to%20the%20EU_zh.pdf.
- 29 MPI专家观点：《欧盟碳排放法规对中国钢铁出口的影响及对策》，冶金工业规划研究院，2024年，<https://mp.weixin.qq.com/s/w0aLkufxSNTRHokmo8ljJg>；以及“2023年中国对欧盟铝产品出口的CBAM分析”，焊接设备协会，2024年，<https://mp.weixin.qq.com/s/tzk6vYwceLen5EpXJFR0Dg>.
- 30 《关于制定非生物可再生液体和气体交通燃料生产详细规则的联盟方法委托法案（欧盟）2023/1184》 欧盟，2023，https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.157.01.0011.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A157%3ATOC.
- 31 默认值适用于2023年10月1日至2025年12月31日的碳边界调整机制（CBAM）过渡期。 欧盟，2023，<https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-12/Default%20values%20transitional%20period.pdf>.
- 32 《2023年排放系数》，IEA, 2023，https://iea.blob.core.windows.net/assets/bf862218-7fd8-4637-aca6-5a347b6ca4f1/IEA_Methodology_Emission_Factors_2023.pdf；以及 公告：关于电力行业企业温室气体排放报告管理的通知（2023–2025） 生态环境部，2023年，https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202302/t20230207_1015569.html.
- 33 郑莹，《欧盟电池碳足迹规则草案的详细分析：电力成分》，2024年，无法直接访问外部链接进行翻译。请提供要翻译的英文文本内容。
- 34 反馈意见——电动汽车用电池——碳足迹方法论，草案法案，欧洲委员会，https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13877-Batteries-for-electric-vehicles-carbon-footprint-methodology_en.
- 35 数据集列表 MLC 数据库 2024 版本，Sphera，2024，<https://lcadatabase.sphera.com/>.

易江，刘玉琼，谢军，高烁， 企业绿色电力采购与应用：中国市场进展与展望，2024年度报告 ，
RMI，2025， <https://rmi.org/insight/corporate-green-power-procurement-and-application/>.

RMI重视合作，并旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。因此，我们允许有兴趣的各方通过Creative Commons CC BY-SA 4.0许可引用、共享和引用我们的作品。 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



所有使用的图片均来自iStock，除非另有说明。



RMI创新中心
22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

© 二月2025 RMI。保留所有权利。Rocky Mountain Institute®和RMI®为注册商标。