



提高标准： 管理和提升企业清洁能源采购方案

“清洁能源采购实践”研究团队

LE  LABORATORY FOR ENERGY
AND ORGANIZATIONS



清华大学能源环境经济研究所
INSTITUTE of ENERGY, ENVIRONMENT and ECONOMY
TSINGHUA UNIVERSITY

本报告的主要作者为：柯蔚蓝（Valerie Karplus）、张希良、张达、宋怡和王心昊

致谢

感谢“清洁能源采购实践”研究计划和“企业碳中和战略圆桌会”的所有参与企业，他们分享了宝贵的经验和意见。

感谢以下专家对本报告的支持（按姓氏拼音排序）：陈晖（南网能源院能源战略与政策研究所）、陈香宇（国网河北省电力有限公司）、胡羽川（湖北电力交易中心）、刘建东（水电水利规划设计总院）、刘翊枫（湖北电力交易中心）、李竹（北京电力交易中心）、聂江洪（湖北电力交易中心）、田广（国网河北省电力有限公司）、杨洋（国网河北省电力有限公司）、张显（北京电力交易中心）。

关于卡内基梅隆大学能源与组织实验室

能源与组织实验室隶属于卡内基梅隆大学威尔顿 .E. 斯科特能源创新研究所（Wilton E. Scott Energy Institute），旨在研究企业如何实现其生产经营以及供应链中的温室气体减排。

关于清华大学能源环境经济研究所

清华大学能源环境经济研究所始创于 1980 年，是专注于交叉学科领域的研究机构。该研究所旨在推进能源结构转型、经济增长及社会发展方式转变，为减缓中国和全球气候变化做出贡献。

关于“清洁能源采购实践”研究计划

2021 年，卡内基梅隆大学能源与组织实验室和清华大学能源环境经济研究所共同启动了“清洁能源采购实践”研究计划，致力于探索创新的方法来促进全球供应链减排。

免责声明

本报告所表达的观点均为作者的个人观点，不代表任何机构和部门。研究成果可能滞后于相关政策的设计和 implementation，最新的政策信息和研究成果将通过相关渠道更新。

▶▶	摘要	01
▶▶	注释	02
01	通过采购清洁能源实现碳减排	03
02	企业的自愿清洁能源采购意愿领先于现有的政策要求	04
	2.1 证明清洁能源声明的环境完整性	04
	2.2 提高清洁能源声明的认可度	08
03	中国清洁能源采购市场的政策环境	11
	3.1 企业在中国可通过多种方式采购清洁能源	11
	3.2 清洁能源采购方案与多个政策工具有关	14
	3.3 不同清洁能源采购方案的环境完整性和认可度	16
	3.4 清洁能源采购受到政策变化的影响	17
04	通过政府和企业的合作促进清洁能源发展	18
▶▶	引用	19

摘要

为了应对全球气候变化，越来越多来自全球各地的企业承诺将在本世纪中叶实现碳中和。企业实现碳中和目标的核心手段之一是推动其自身及其供应商使用清洁能源（在本报告中，清洁能源指发电过程中无二氧化碳排放的零碳电力）。实现这些目标将有助于降低全球碳排放，减少极端气候事件发生的概率。

然而，实现这一目标是极具挑战的。尽管诸多企业的碳排放集中在其供应链上游的生产环节，但是其中只有少数旨在引领可持续发展的企业承诺减少此类排放。同时，在供应链全球化进程下，企业及其供应商可能分布在不同国家或地区，受制于不同、甚至相冲突的气候政策，绝大多数企业对供应链碳排放的管理能力非常有限。

另外，目前缺乏清晰可靠的标准来准确评估清洁能源采购是否真实地减少了碳排放。传统的方法，如清洁发展机制（Clean development mechanism, CDM）要求论证减排行动的额外性，即通过将减排行动与基线情景相比较，证明是否实现了额外的碳减排。然而这些基线情景的设计很大程度上依赖主观判断，不同国家的计算标准对相关行动方案的评估结果可能是不一致的。此外，多种政策同时实施可能使得同一度清洁能源电力对应的减排量被多次计算。由此看来，需要制定一套能够适应不同政策框架以及快速发展的清洁能源市场的概念和标准。

为了应对这些挑战，本报告初步梳理了目前用于评估企业及其供应商减排行动的概念和标准。尽管讨论重点是清洁能源采购，但相关结论也可推广到其他类型的低碳解决方案。考虑到中国在全球供应链中的核心地位、高排放的电力系统以及独特且复杂的政策体系，我们将研究重点放在中国。

研究发现有两个因素对企业及其供应商采购清洁能源非常重要。第一个是环境完整性（指清洁能源采购方案带来的实际减排贡献）。如果缺乏明确和一致的标准来评估清洁能源声明（指企业履行其针对使用一定数量清洁能源做出的承诺）的环境完整性，企业及其供应商采取减排行动的信心将受到影响。虽然额外性被广泛使用，但是额外性的评估方式并不统一，且清洁能源经济性的提高增加了论证经济性障碍的难度，因此这个标准可能很难适用于企业的清洁能源采购。第二个因素是认可度，这里涉及到不同利益相关者对清洁能源采购方案的认知。气候和能源政策是不断演进、调整的，因此，对采购清洁能源的企业及其供应商而言，确保政府和其他利益相关者认可其清洁能源声明的合理性和合法性是十分重要的。

价格也是潜在清洁能源采购者关注的核心问题。过去，清洁能源成本高于化石能源，许多政府实施补贴政策，例如上网电价补贴或税收减免。随着以风电、光伏为代表的清洁能源发电成本下降，对清洁能源的直接支持正在减少。在一些市场中，设置发电量或消纳量的目标，例如可再生能源电力消纳责任考核已经逐步取代了补贴。虽然发电成本的降低有助于激励企业采购清洁能源，但是具体激励作用还取决于电力市场化程度以及发电成本与终端用户价格之间的传导方式。

我们的研究表明，随着清洁能源成本的降低及其装机量的增加，现有标准并不完全适用。需要建立一套新的标准来评估企业及其供应商的清洁能源声明，该标准还应能够解决清洁能源消纳等新问题。我们建议各部门共同建立一个官方权威、安全可靠的信息系统，了解企业减排相关的目标、偏好、短期和长期清洁能源采购意愿，并基于这些信息设计相关标准和政策。同时尽可能确保这些标准在政策变化后仍然适用。

注释

词汇	释义
中国核证自愿减排量 (China certified emissions reduction)	可以用来抵消一定比例碳配额清缴的碳排放核证减排量
清洁发展机制 (Clean development mechanism)	允许各国使用经核证的碳减排信用来实现京都议定书中所承诺的目标的机制
电力直接交易 (Direct power purchase)	发电企业和电力用户在自愿参与和独立谈判的基础上直接签署合同并完成的电力买卖
能源属性证书 (Energy attribute certificate)	证明一个单位清洁能源发电的环境权益归属的证书
碳排放权交易市场 (Emissions trading system)	由主管部门按照规则确定碳排放总量或强度，以有偿或无偿的方式将配额发放给企业，通过市场机制对碳排放定价
上网电价 (Feed-in-tariff)	一种财政激励政策，用以保障每单位可再生能源发电的特定电价（通常高于市场价格）
自发自用 (Full self-consumption)	清洁能源发电量全部用于企业自身的电力消费
绿色电力证书 (Green electricity certificate)	每兆瓦时非水可再生能源上网电量（包括陆上风电和光伏发电，不包括分布式光伏）的属性证明的唯一凭证
绿色电力交易 (Green power trading)	电力用户直接从发电企业或电网企业购买绿色电力，并获得可再生能源电力消费凭证
可再生能源电力消费凭证 (Renewable consumption certificate)	参与绿色电力交易的电力用户获得的凭证，证明其拥有所购电量的环境权益
可再生能源消纳责任权重 (Renewable portfolio standard)	国家按年度对各省级行政区域规定应达到的可再生能源电量消费比重
自发自用、余电上网 (Self-consumption and surplus feed-in-grid)	在规则允许的情况下，将多余的清洁能源发电量出售给当地电网
补贴绿证 (Subsidy-enabled green electricity certificate)	对应清洁能源项目符合国家补贴范围
平价绿证 (Subsidy-free green electricity certificate)	对应清洁能源项目不符合国家补贴范围，即实行平价上网
虚拟电力购买协议 (Virtual power purchase agreement)	卖方和买方之间的纯金融合同，不需要电力的实际交割

01 通过采购清洁能源实现碳减排

随着气候变化问题日益严峻，越来越多的企业开始关注供应链碳减排。与上游投入品的生产和下游终端使用相关的碳排放，被称为范围三排放，占企业碳排放总量的比例可达 90%（Carbon Trust, 2021）。本报告重点关注与供应链上游相关的碳排放，实际上是范围三排放的一部分。

供应链碳减排正面临巨大挑战。首先，企业必须激励来自世界各地几十个或几百个供应商减少碳排放，这些供应商地处不同的国家或地区，受到不同的气候和能源政策的影响。第二，企业影响其供应商减排决策的能力有限，且供应商本身可能无法控制其能源来源。第三，供应商需要满足所在地政策的相关要求，这些政策存在相互交叉且在不断变化，因此很难明确哪些行动会得到认可。第四，购买清洁能源的成本通常高于化石能源，企业可能需要支付一定的环境溢价。第五，验证企业如约完成清洁能源采购目标的成本十分高昂。第六，供应商可能缺乏有效渠道去获取关于其碳排放水平和控制方法的信息。

随着越来越多的企业宣布将采取行动减少碳排放，企业内部和外部的利益相关者关心如何对环境完整性进行评估。在国际上，额外性是一个被广泛使用的标准，它首先关注一个项目的经济可行性和非经济障碍，其次计算一个项目相对于假设的基线情景所产生的额外碳减排量。其他相关的标准，例如实质性和排放性也被提出用以评估环境完整性（详见正文 2.1 小节）。

随着政策的演变和清洁能源市场的发展，另一个问题是关于清洁能源声明的认可度，这里涉及到排他性、合法性和合理性的概念（详见正文 2.2 小节）。企业的利益相关者，包括政府部门、股东和客户，在现行的规则和期望下，是否会认可一个清洁能源采购方案？如果规则发生变化，这种认可是否可以持续？长期稳定的认可对企业及其供应商的减排决策将发挥积极影响。

这些问题在中国尤为关键，因为中国在全球供应链中拥有重要地位，而且化石燃料在其发电结构中占有较高比例。作为世界上最大的碳排放国，中国出台了一系列应对气候变化和促进清洁能源发展的政策，包括实际上是可交易碳排放绩效标准的碳排放权交易市场（以下简称“碳市场”）、可再生能源电力消纳责任考核（以下简称“配额制”）以及其他政策。这些政策之间相互交互，并与企业及其供应商的碳减排承诺共同作用，促进清洁能源采购。然而，这些相互作用可能会使碳减排行动复杂化，同时企业及其供应商的自主贡献难以与政策手段等各类要求区分开来。

本报告首先梳理了与清洁能源采购的环境完整性和认可度有关的标准，以及现行标准存在的问题；其次描述了在中国气候和能源政策的背景下，这些挑战是如何体现的；最后探讨了政府部门和企业共同支持清洁能源发展的方式并提出建议。

02 企业的自愿清洁能源采购意愿 领先于现有的政策要求

作为企业实现碳中和目标的核心手段，清洁能源的采购需求正在快速增长。尽管经济形势充满挑战，2020年全球企业清洁能源采购量还是创下新高，相比上一年增加了18%（BloombergNEF, 2021）。其中，全球各地清洁能源需求最不可忽视的驱动力来自跨国企业及其供应商的碳中和承诺（IEA, 2018）。

企业降低其碳排放可以采用以下几种采购清洁能源方案，在自有场地建设分布式能源、通过签署双边合同直接从发电企业购买电力、投资清洁能源项目等；除此之外，企业还可以购买能源属性证书，明确清洁能源环境权益归属。

在现有的政策框架下，虽然已有相关机制支持企业及其供应商采购清洁能源，但是这些机制对未来剧增的清洁能源需求的适应能力尚不明确。部分政策和标准是在清洁能源占比较低、成本高于常规发电的背景下设计的。未来，随着清洁能源占比逐步提高，其间歇性将导致严重的消纳问题，增加电网调节成本，提高电力调度难度。因此，有必要考虑完善现有机制，满足不断增长的清洁能源需求，支持清洁能源的发展和消纳利用。

2.1 证明清洁能源声明的环境完整性

目前，用于评估企业及其供应商为实现碳中和目标所采取行动的环境完整性的标准大多缺乏一致性，且尚未获得广泛认可。企业在年度环境报告中描述其投资和生产活动的碳排放时常使用不同的标准，例如额外性、实质性和排放性。在本节中，我们将说明这些标准的含义，并分析它们的优缺点。结果表明，虽然额外性支持更明确的清洁能源声明，但依赖主观判断且论证过程有被操纵的风险。实质性缺乏与碳减排量的直接联系，而采用排放性则需要针对特定的时间和地点构建碳排放基线，这在实践中对数据有着较高的要求。无论是从含义还是实践来说，这三个标准都存在着一定的局限性。这些标准起源于碳排放抵消或自愿减排标准，如果不加以改进，可能无法完全适用于清洁能源采购。

经典的额外性论证可能存在问题

在1997年的《京都议定书》中，额外性一词首次被应用于气候变化减缓行动。根据议定书第12条，经认证的CDM项目活动必须通过额外性论证，即证明排放的减少相对于基线情景是额外的，以此确保本来就会产生的减排量不会额外获得碳信用（UNFCCC, 1997）。

如图 1 所示，CDM 方法学中要求的额外性论证包括五个步骤。首先是非必要的第 0 步，即如果项目是首创的，则其满足额外性，否则论证过程继续。在确定替代方案后（第 1 步），额外性论证要求证明项目不具备经济性（第 2 步），或存在阻碍项目实施的非经济障碍（第 3 步）。如果满足其中一项，且在市场上没有类似项目活动或与类似项目活动存在本质区别（步骤 4），那么该项目具有额外性。中国核证自愿减排量（China certified emissions reduction, CCER）方法学中的额外性论证过程与之类似。

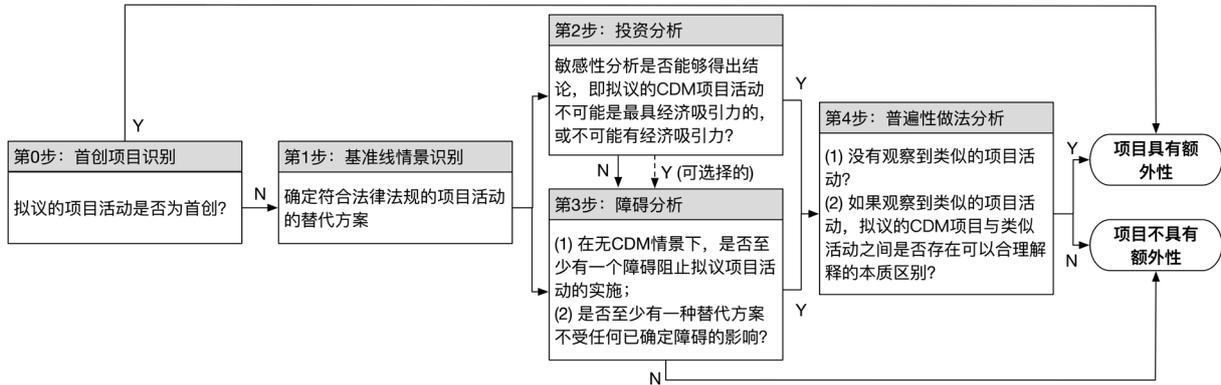


图 1. CDM 中的额外性论证 (CDM Executive Board, 2012)

传统的额外性论证被应用于一系列强制碳市场的碳配额抵消（例如 CDM 和 CCER）和自愿减排标准（例如 Gold Standard 和 Voluntary Carbon Standard）。然而，由于减排量的确定需要参考基线情景，而基线的确定存在一定主观性且有被操纵风险，额外性的有效性常常受到质疑（Cullenward and Victor, 2020; Gillenwater, 2012; Koo, 2017; Schneider, 2009）。例如，项目开发者可以通过改变项目预估成本影响额外性论证结果，使一个本不具有额外性的项目通过 CDM 申请（Cullenward and Victor, 2020）。如果额外性论证不再可靠，将不利于全球碳交易体系的有效运作。实际上，有研究发现 CDM 中大多数与能源相关的项目类型不太可能具有额外性（Cames et al., 2016）。

除了上述问题，额外性难以完全适用现在的清洁能源采购。首先，市场中缺乏受外部监督的统一的额外性论证方法（CRS, 2016）。其次，清洁能源发电成本的下降导致清洁能源项目难以通过经济额外性分析（第 2 步）；即使一个项目存在非经济性障碍（第 3 步），部署清洁能源也已经逐渐成为普遍做法（第 4 步），难以证明其额外性。传统的额外性论证无法全面考虑企业在投资或采购清洁能源时面临的困难。通常情况下，尽管清洁能源的发电成本已具备价格竞争力，企业作为价格接受者可能仍然需要为采购清洁能源支付额外的高昂成本，这不利于促进清洁能源采购需求。此外，复杂且昂贵的额外性论证过程可能会降低企业采购清洁能源的积极性。表 1 对额外性在 CDM 市场和清洁能源采购中的应用进行了比较。

	CDM	清洁能源采购
起源	CDM 建立了一套包括额外性论证在内的规则来对减排量进行评估，使其可用于强制碳市场履约。如果额外性有损，碳市场体系产生的碳减排量将低于真实值。	清洁能源采购与电力市场以及强制性和自愿性清洁能源目标高度相关。如果不能实现额外性，企业的清洁能源声明和对应的碳减排将被夸大。
要求	额外性论证是拟议项目通过 CDM 申请并获得排放抵消信用额的必要条件。	证明额外性是自愿的，企业可能面临着不同程度的内部和外部压力。没有一套统一的规则来论证额外性。
实践	CDM 项目开发者有一定的动机去操纵论证过程，包括利用基线的不确定性来证明额外性。	仅有少数企业声称他们的清洁能源采购具有额外性。那些做出额外性声明的企业一般没有公布具体依据，也不涉及与现有政策的互动关系。

表 1. 额外性在 CDM 和清洁能源采购中的应用

参考 CDM 的方法，企业及其供应商需要在政策要求或鼓励的范围之外增加清洁能源采购量，才能证明其额外性。然而，在实践中要证明这一点十分困难，因为大多数政策的目标是实现一定水平的清洁能源装机或发电量，但确定哪个企业的采购激励了超过政策要求的边际部分并不具备可行性。随着气候和能源政策愈发复杂和多样化，这个问题将变得更加突出。综上所述，传统的额外性论证并不适用于评估企业及其供应商清洁能源声明的环境完整性。

◎ 实质性是评估企业行动的一种替代标准

为了改善额外性论证中存在的一些问题，出现了一些用来描述企业采购清洁能源所产生的贡献的替代标准。2018 年前后，实质性的概念开始出现在行业报告中。实质性被定义为相对于不采取行动的情况而言，能够有效增加清洁能源规模的行动。需要注意的是，行动一词的定义宽泛且具有灵活性，不过无论是何种定义，企业必须以能够让清洁能源项目成功建设的方式参与到项目中（Apple Inc., 2018）。例如，一个企业要求供应商为其业务采购清洁能源可以被认为具有实质性的。

和额外性不同的是，第一，实质性并不要求企业及其供应商在行动中扮演不可或缺的角色，而更加强调整他们在清洁能源建设过程中发挥的重要作用（Sievert, 2021）；第二，实质性不是通过特定的论证工具得出一个是或否的答案，而是由投资者和其他利益相关者基于企业披露的相关行动做出评估。虽然实质性的应用场景更加广泛，但也存在一些问题，例如实质性无法直接量化成碳减排量，因此很难在不同清洁能源声明的环境完整性中进行比较。

◎ 排放性是关注所在地环境影响的另一种替代标准

近年来，排放性被用于评估一个新建清洁能源项目在多大程度上取代了当地电网中的化石能源发电量，以及其对应部分的边际碳排放量（Richardson, 2019）。有观点认为清洁能源产生的减排效益大小与项目所在地密切相关，尤其是所在地的电源结构和电网调度方式（Bronski and McCormick, 2018）。具体来说，排放性鼓励在高碳排放水平的电网区域建设清洁能源项目，从而增加减排效益，同时一定程度上缓解弃风弃光问题。相比于额外性，排放性不需要充分地论证经济性或非经济障碍，相比实质性则能更好地和碳减排量衔接。

使用排放性的一个主要挑战来自数据的可获取性和质量问题。估算排放性需要使用所在地准确、高精度的电网数据设置碳排放基线。理想情况下，这些数据应具有较高的时空分辨率，并且考虑了发电特性和电力系统运行的不确定性。然而，获取和分析这类数据存在一定难度，特别是在没有公开电厂碳排放连续监测数据的地区。

除了数据之外，排放性还存在其他挑战。第一，在最大化碳减排效益的目标下，依据排放性标准选择的地点并不总是带来最好的经济效益（John, 2021）。例如，在火电装机比例高的区域建设清洁能源项目可能具有较好的排放性，但选择另一个地点可能对降低整体运行成本有更大帮助。第二，企业及其供应商影响清洁能源项目建设地点的能力是有限的，而且地点的选择还涉及土地、生态等方面的限制。

◎ 建立一致认可的标准

对于企业及其供应商来说，最关心的是如何找到既对环境无害、又足够灵活、并且容易被内部和外部利益相关者理解和认可的标准。表 2 中总结的额外性、实质性和排放性标准说明不同标准可以从不同方面描述企业清洁能源采购的环境完整性，但这些标准也都存在一定局限性。

标准	解释	要求	说明
额外性	如果开发者是不可或缺的力量，即如果开发者不参与，该项目活动就不会实现，那么一个项目活动就被认为是具有额外性的	可靠的基线和障碍分析；评价指标，例如碳减排量、增加的清洁能源装机、增加的清洁能源发电量	基本定义需要根据清洁能源采购市场的情况进行调整；随着气候政策的进一步实施和清洁能源成本的下降，传统论证和假设的适用性有限
实质性	企业对于一个清洁能源项目成功建设产生的重要影响	标准化的评估程序；对采取行动进行披露	容易理解且相对灵活，能够被广泛使用；可以整合不同指标；在企业间达成共识具有挑战性
排放性	新增清洁能源项目取代所在地电网中化石燃料发电的程度	基于时间和地点的评价指标；明确系统的边界条件	能够通过整合时间和空间因素来呈现对所在地环境的影响；数据的缺乏或低质量将对排放性支持的声明产生负面影响

表 2. 额外性、实质性和排放性的总结

不同标准在目标、成本、可行性和其他方面各有不同。额外性取决于对经济性、非经济障碍和普遍性做法的分析结论；随着清洁能源成本的下降和装机规模的迅速扩大，企业越来越难证明其清洁能源采购是额外的。实质性的定义相对灵活，但缺乏与碳减排量的直接联系。在这三种标准中，排放性标准最能真实反映碳减排量，但也依赖所在地的碳排放因子数据，例如电网区域或省级的排放因子是否是可得且准确的、并且被各利益相关方一致认可。除此之外，许多企业正在自行制定碳排放核算或信用的标准，相关的使用情况各有不同。还有一些公开标准正在通过科学碳目标倡议（Science-Based Targets Initiative）和 RE100 等致力于应对全球气候变化的倡议得到推广。

考虑到上述问题，建议构建企业清洁能源采购目标、清洁能源定价和采购方案、以及气候政策工具之间的迭代体系：基于现有政策要求以及自身减排承诺，企业通过专门的平台或信息渠道说明其清洁能源需求；政府部门参考汇总后的需求信息调整绿证、绿电交易等机制，扩大清洁能源发展规模，同时加强对企业清洁能源消费占比和碳排放水平的评估和管理；企业可以根据政府传递的信号及时地改进清洁能源采购方案，进一步提高清洁能源消费。

2.2 提高清洁能源声明的认可度

除了环境完整性的标准，企业及其供应商在采购清洁能源前需要明确其采用的方案在政府和利益相关者中有较高认可度。本节描述了与认可度有关的排他性、合法性和合理性。

◎ 排他性强调避免双重计算

排他性指的是企业采购的清洁能源对应的环境权益不会被其他企业使用或声明。以 RE100 为代表的一些清洁能源倡议要求企业证明其采购的清洁能源具有排他性（RE100, 2021）。例如，一个发电企业及其电力用户不应将同一度清洁能源电力分别用于双方的清洁能源声明。这种双重声明会导致实际的碳排放量被低估。

清洁能源如果在多个框架下获得多次激励也会造成双重计算的风险。非捆绑的能源属性证书在此方面的风险较大，因此需要一个可靠且透明的系统，实现不同能源属性证书的信息互通，保障证书核发和交易过程中的排他性，降低双重计算的风险（IEA, 2018）。

◎ 合法性依赖政府认可清洁能源声明

合法性是指清洁能源采购方案符合法律、法规和行业标准。合法性一定程度上包含了排他性，因为一些清洁能源支持政策或机制规定了排他性是证明清洁能源采购合法性的条件之一。在实际情况中，由于清洁能源的迅速发展以及其他原因，主管部门及其发布的政策文件可能尚未对各类采购方案进行明确说明，导致部分方案的合法性存在争议。如果进行合法性声明需要漫长、繁琐、且不透明的论证过程，可能会降低企业采购清洁能源的意愿。

明确清洁能源采购的合法性依赖于清晰的规则制定和可靠的监管机制，这一点不仅针对清洁能源采购本身，还包括与之衔接的其他相关机制。例如，如果能源属性证书的合法性在类似配额

制的清洁能源支持机制中得到认可，但在碳市场中的作用尚不明确，则可能对其合法性造成影响。不同政策或机制由不同的政府部门主管，而这些部门可能会相对独立地设计规则，因此有必要建立有效的跨部门协调机制，降低在合法性上存在的风险和资源的浪费。

◎ 合理性依赖利益相关者认可清洁能源声明

合理性涉及到企业的内部和外部利益相关者对同一行动的态度。不同于根据法律、法规和行业标准定义的相对客观的合法性，合理性取决于随时间变化的、与预期有关的认知程度，而不同的主体（例如企业总部、投资者、客户和公众）可能会持有不同观点。一般来说，对合理性的理解应符合主流发展趋势和社会价值。近年来，随着对气候变化问题的日益重视，合理性越来越强调环境因素，包括与气候有关的指标。合理性与上述的环境完整性、排他性和合法性也是相互关联的。如果一个清洁能源采购声明能够满足排他性和合法性，则该声明更有可能被视为是具有合理性的。因此，旨在引领环境可持续发展的企业更有动力去推动制定明确的规则，采用满足上述标准的清洁能源采购方案，增加利益相关者对相应声明的认可度。

不同主体对同一事物合理性的判断常常是有争议的，例如水电是否应该获得额外支持。包括 RE100 在内的一些企业或认证体系认可水电的绿色属性，不过鼓励采用可靠的环境标准来辅助进行相关声明，例如 Green-e Renewable Energy Standard 和 Low Impact Hydropower Institute (RE100, 2021)；然而，也有很多反对意见认为，考虑到水电对生态系统或水资源的不利影响，不应对其提供额外支持。核能和生物质能也存在类似的争议。

虽然合理性的定义是宽泛的，但相关理解会影响清洁能源投资和采购的决策。不同企业对合理性的认知以及对来自外部的减排压力的感知程度有所不同，因此当企业面临相同的政策要求时，会采取不同的清洁能源采购方案。大型的跨国企业，尤其是那些承诺实现碳中和的企业，可能在这方面面临更大的压力。当领导层、投资者等持有不同甚至相互矛盾的观点时，会阻碍企业（尤其是合资企业）采购清洁能源。此外，即使在同一供应链上，企业也很难控制供应商对合理性的定义，这可能会增加要求供应商为其业务采购清洁能源的实施难度。

◎ 认可度影响整个供应链投资清洁能源的动力

表 3 总结了与清洁能源声明认可度有关的三个标准，即排他性、合法性和合理性。虽然这些标准代表不同方面的考量，但他们共同影响着利益相关者对清洁能源采购的认可度以及整个供应链的清洁能源转型。

标准	解释	要求	说明
排他性	要求其他主体不能在任何政策框架下针对同一度清洁能源电力进行声明	明确的规则； 可靠且透明的追踪系统； 无双重计算风险	排他性是一个相对客观的概念，有明确的定义； 不够完善的政策和机制可能会导致双重计算，从而难以证明排他性； 专业指南和明确规定是必要的
合法性	企业行为符合所在地区的法律、法规和行业标准	明确的法律、法规和标准； 有法律保障的合同	具有合法性的行动往往会得到政府的认可； 法律法规一般都有清楚描述，但可能无法涵盖所有方面； 明确的法律法规是企业满足合法性的基础； 一个稳定的政策体系对于保障长期的合法性而言至关重要
合理性	涉及到企业的内部和外部利益相关者对同一行动的态度	声明所涉及的法律法规； 社会影响和外部认可	不同利益相关者对合理性的看法是不同的； 合理性与环境完整性、排他性和合法性有关； 合理性会影响清洁能源投资和采购的决策； 受到不同利益相关者施加的作用，为实现合理性而采取的行动也同样会有所不同；

表 3. 排他性、合法性和合理性的总结

03 中国清洁能源采购市场的政策环境

本章首先描述了中国现有的清洁能源采购方案，这些方案与电力部门的组织架构和运行方式高度相关；其次讨论了在节能减排领域与清洁能源采购有关的政策工具；然后分析了每种采购方案在相关机制的作用下，与环境完整性和认可度标准的关系；最后描述了不断变化的政策环境对清洁能源采购长期发展的影响。

3.1 企业在中国可通过多种方式采购清洁能源

在中国开展经营活动的企业及其供应商目前可以通过多种方式履行清洁能源承诺，包括在自有场地建设分布式能源、通过直接电力购买（以下简称“直购电”）或绿色电力交易（以下简称“绿电交易”）采购清洁能源、投资清洁能源项目和购买能源属性证书。能源属性证书包括中国的绿色电力证书（以下简称“绿证”）和国际可再生能源证书（例如 I-REC 和 TIGR，本文将以 I-REC 为例进行分析）。表 4 对上述清洁能源采购方案进行了总结。

方案	启动时间	监管机构	组织机构	开展范围	企业实例	主要挑战	与配额制和碳市场的交互
分布式可再生能源	无具体时间	发改委、能源局	通常由企业自行建设	全国	GM, Schneider	受配电站容量和当地规则的影响；如果不是完全自行投资且发自自用，可能造成清洁能源权益归属的模糊性	配额制；碳市场（潜在）
绿证	2017 年	发改委、财政部、能源局	国家可再生能源信息管理中心	全国	Luxshare, RMI	目前只纳入陆上风电和非分布式光伏项目；缺乏广泛的国际认可；	配额制
I-REC	2014 年	I-REC Standard	Green Certificate Company	全国	Bridgestone, ECOHZ	缺乏中国政府的背书；不能用于实现配额制下的消纳目标	无直接交互
直购电	无具体时间	各地情况不同	电网企业，电力交易中心	部分省份，但受各地政策或规则的约束	L'Oréal, LG Chem, P&G	缺乏配套的可再生能源消费认证体系；没有得到地方政府的一致支持；有一定的参与门槛	无直接交互
绿电交易	2021 年	发改委、能源局	电网企业，电力交易中心	大多数省份，但受电力交易机制约束	BASF, Covestro, Shell	目前只纳入风电和光伏项目；现有的交易规模无法满足快速增长的绿电需求	配额制；碳市场（潜在）
直接投资	无具体时间	发改委	通常由企业自行决策	全国	Apple, Foxconn	开发者和投资者之间对清洁能源环境权益归属不明确；缺乏明确的政策支持，合同的履约存在风险	配额制

表 4. 中国清洁能源采购方案的总结（CRS, 2019; RMI, 2018）

◎ 分布式可再生能源

分布式可再生能源是指企业及其供应商在自有的屋顶或空地上部署可再生能源（通常是光伏发电），以“自发自用”或“自发自用、余电上网”的形式供应电力。其中，后者是指在规则允许的情况下，将多余的清洁能源发电量出售给当地电网。此类项目在建设前需要在当地发改委进行备案。分布式可再生能源，尤其是光伏项目发展迅速；截至 2021 年 9 月，分布式光伏占全部光伏装机的比例超过 30%（时璟丽，2021）。

针对分布式可再生能源项目，企业可以通过多种来源获取收益，例如上网电价补贴、免费或打折的绿色电力、以及余电出售（WRI, 2019）。在中国，获得这些收益的方式和能力因企业而异，同时也取决于各省或当地电网企业的规则。总的来说，自建分布式可再生能源是企业获得清洁能源电力的一项常见方案，具有可实践性以及良好的环境和经济效益。

◎ 绿证

绿证交易的标的是绿色电力的环境价值，也即以“证电分离”的形式单独出售绿色电力的环境价值权益。2017 年，为促进清洁能源消纳利用、进一步完善补贴机制，中国正式启动绿证交易制度，由国家可再生能源信息管理中心负责绿证的核发和认购工作。依据规则，绿证面向陆上风电和非分布式光伏发电企业，同时一个绿证对应一兆瓦时可再生能源发电量（发改委、财政部和能源局，2017）。绿证最早开始于补贴项目（对应补贴绿证），发电企业出售绿证后，对应电量则不再享受国家可再生能源电价补贴；随着补贴逐步退坡，绿证进一步扩展到无补贴项目（平价绿证）。

自 2021 年起，新备案光伏项目和新核准陆上风电项目实行平价上网，不再获得补贴（发改委，2021a）。数据显示，截至 2022 年 5 月，绿证累计核发量为 4300 万个，其中，挂牌量达到 830 万个，成交量超过 190 万个；补贴绿证的交易价格区间为 128.6–745.4 元 / 个，无补贴绿证的交易价格区间为 30–65 元 / 个，平均价格约为 50 元 / 个（绿证认购平台，2022）。

◎ I-REC

I-REC 是另一种非捆绑的能源属性证书，由总部设在荷兰的国际绿证签发机构签发。相比于绿证，I-REC 覆盖了更多的清洁能源类型，包括风电、光伏、水电等。I-REC 于 2014 年推出，截至 2022 年 6 月，在中国的核发量累计超过 1 亿个，其中，水电的占比达到 52%，风电的占比约为 43%（I-REC Standard, 2021a）。

根据最新的签发规则，从 2021 年 6 月开始，获得电价补贴但尚未在 I-REC 注册的项目不再签发 I-REC；自 2023 年起，所有已注册的补贴项目也将停止签发 I-REC（I-REC Standard, 2021b）。在这之前，符合国家补贴范围的清洁能源项目也可以注册和签发 I-REC。因此，市场上交易的部分 I-REC 是来自享有补贴的清洁能源项目（中国能源报，2021）。在选择可再生能源证书来实现气候目标时，一些企业倾向于价格较低、国际知名度高的 I-REC，而另一些则会选择有中国政府背书的绿证。

◎ 直购电

直购电是指电力用户通过双边协商、集中竞价或挂牌交易等形式，直接从发电企业采购电力。2015年，中国开启新一轮电力体制改革，相关政策文件中指出鼓励市场主体开展直接交易，推进电力市场化建设（国务院，2015）¹。

部分省份允许风电、光伏等清洁能源参与直购电，但是在实践中常受到地方政策和自然因素的约束（RMI，2019）。例如，四川省更支持丰水期组织清洁能源电力的直购电交易。与火电相比，清洁能源直购电的交易规模要小得多，其中一个原因是发电企业在保障性机制下通过直购电出售清洁能源电力的积极性较低。此外，参与直购电的企业通常是电力大用户，中小型企业参与门槛较高。

◎ 绿电交易

不同于绿证交易，绿电交易的标的是绿色电力的电能价值和环境价值，因此受电力系统运行的物理约束。2021年9月，根据发改委和能源局批复的《绿色电力交易试点工作方案》²，中国开展了首批绿电交易（发改委和能源局，2021）：共有来自17个省份的259家市场主体参与，成交量超过79亿千瓦时，成交价格较当地电力中长期交易价格提高0.03-0.05元/千瓦时（翁爽，2022）。目前，广东、浙江、江苏和湖北等省份正在有序组织绿电交易，并在交易机制、市场主体等方面进行不同的探索和尝试。

2022年，国网和南网经营区域的绿电交易规则陆续发布（北京电力交易中心，2022；广州电力交易中心等，2022）³。如规则所述，绿电交易优先组织无补贴新能源，初期只纳入风电和光伏，未来可能逐步扩大至符合条件的水电和其他清洁能源类型。此外，规则明确了由国家可再生能源信息中心根据绿电交易情况向发电企业核发绿证，这有助于避免同一度清洁能源电力在绿证交易和绿电交易机制下的重复核发。

从交易形式上看，绿电交易与直购电存在相似之处，即电力用户直接从发电企业采购清洁能源电力。然而，绿电交易由发改委和能源局监管，为企业采购清洁能源并获得相应消费认证提供了可靠的渠道；相比之下，清洁能源直购电并没有得到各级政府的一致支持，交易规则和环境权益归属并不明确。

◎ 直接投资

直接投资是指企业为清洁能源项目建设提供资金支持，以期在采购清洁能源时获得一定议价权，或其他经济回报。除了项目建设和运营方面的监管外，直接投资在具体实施中受中国政府的监督较少。此外，许多获得投资的项目也能得到电价补贴，这与分布式清洁能源类似（CRS，2019）。

1. 参考国务院在2015年发布的《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》。

2. 该工作方案由国家电网和南方电网提交，未公开发布。

3. 北京电力交易中心负责国网经营区域的绿电交易，广州电力交易中心负责南网经营区域的绿电交易。

直接投资面临的一个问题是被投资项目产生的清洁能源环境权益归属不明确，存在双重计算的风险，使得投资者无法作出可靠的清洁能源声明。为了解决这个问题，一些企业尝试在合同文书增加相关条款，例如，规定项目开发商不能够将绿证在内的任何能源属性证书出售给其他企业。然而，由于缺乏明确的规则支持，合同可能缺乏效力，需要投资者付出额外的成本来预防和监督这种风险。通过绿电交易或绿证认购确认被投资项目的清洁能源环境权益归属，可以提高直接投资的合规性。

3.2 清洁能源采购方案与多个政策工具有关

中国政府发布了一系列气候和环境政策，以推动能源转型和降低碳排放，其中，一些政策工具直接或间接影响了企业的清洁能源采购决策。表 5 对这些政策工具进行了简要总结。

政策	启动时间	监管机构	履行主体	主要挑战	与清洁能源采购方案的交互
配额制	2019 年	发改委、能源局	省级行政单位	配额制对清洁能源采购需求的激励作用尚不明确	分布式可再生能源；绿证；绿电交易；直接投资
能耗双控	2016 年（“十三五”期间）	发改委	各级政府和部分企业（依据地方政策的规定）	可能影响企业的投资和生产经营	通过配额制与清洁能源采购方案间接关联
碳市场	2011 年（区域碳市场试点）； 2017 年（全国碳市场建设）； 2021 年（全国碳市场交易）	生态环境部	企业（全国碳市场目前仅纳入发电企业）	全国碳市场尚未纳入发电之外的行业； 电力间接排放对清洁能源对应碳减排量的核算方案尚不明确	分布式可再生能源（潜在）；绿电交易（潜在）

表 5. 涉及清洁能源采购的政策工具（发改委和能源局，2019；生态环境部，2021）

◎ 配额制

配额制是指政府按年度对各省的可再生能源电力和非水可再生能源电力设置强制性消纳指标，包括最低值和激励值，于 2020 年开始正式考核。各省级能源主管部门负责牵头制定消纳实施方案和承担落实责任。供电企业（消纳量通过售电量计算）以及满足条件的电力用户（消纳量通过用电量计算）这两类市场主体需要承担消纳责任（发改委和能源局，2019）。

2020 年，所有省份都实现了最低消纳指标；其中，河南向青海转让了 12 亿千瓦时超额消纳量，宁夏向浙江转让了 12.55 亿千瓦时超额消纳量（时璟丽，2021）。企业之间转让超额消纳量的案例较少。有观点认为，虽然配额制在地方政府层面有较强的约束，但在企业层面的执行力度相对较弱。虽然理论上市场主体还可以通过购买绿证来满足消纳指标，但是现有的公开信息显示实际的考核中使用绿证的情况不多。因此，配额制对清洁能源采购需求的激励作用尚不明确。目前，一些省份正在探索如何针对企业（尤其是高耗能企业）设定绿色电力消费约束，以及在配额制引导下对采购清洁能源的企业予以支持，以形成配额制和清洁能源采购的良好互动（江苏省发改委等，2022）。

◎ 能源消费强度和总量双控（以下简称“能耗双控”）

能耗双控是指在国家和地区层面限制能源消费总量和能源强度（即单位 GDP 能耗）。限制能源消费的思路可以追溯到“十一五”期间（2006–2010 年），相应的规划纲要提出单位 GDP 能耗计划下降 20% 左右（Guo et al., 2019）。经过多年的发展，能耗双控在“十三五”（2016–2020 年）期间首次实施，并将双控目标分解到了各地区。尽管有观点认为能耗双控可能是个别省市采取限电的原因，但其真实影响还需要进一步分析（The Lantau Group, 2021）。

2021 年，发改委发布了《完善能源消费强度和总量双控制度方案》，为鼓励可再生能源消费，提出完成配额制激励性指标的省份超过最低指标的消纳量不纳入能源消费总量考核（发改委，2021b）。之后的中央经济工作会议指出，新增可再生能源不纳入能源消费总量控制，同时需要尽快从能耗双控转向碳排放双控（新华社，2021）。最近的政策文件中进一步强调了做好配额制与新增可再生能源不纳入能源消费总量控制的衔接（发改委和能源局，2022）⁴。

◎ 碳市场

碳市场的本质是界定碳排放的产权，由主管部门按照规则确定碳排放总量或强度，以有偿或无偿的方式将配额发放给企业，通过市场机制对碳排放定价。2011 年，中国选择了七个省市开展地方碳市场试点工作，每个试点的覆盖范围、交易规则等各有不同。基于试点的实践经验，中国的全国碳市场以发电行业为突破口于 2021 年 7 月正式上线交易，被全国碳市场纳入的企业不再参与地方碳市场（生态环境部，2021）。目前，全国碳市场纳入发电企业 2162 家，覆盖企业的碳排放总量约为 45 亿吨，并将逐步纳入其他七个高能耗行业（张希良，2022）。在初始阶段，中国的全国碳市场是基于强度的碳市场，实际上是一个多行业的可交易绩效标准，因此分配给企业的配额会根据实际产出水平进行事后调整（张希良等，2021）。

除了购买碳排放配额，企业可以使用 CCER 来抵消不超过 5% 的应清缴碳排放配额。CCER 于 2012 年推出，包括可再生能源、甲烷利用和林业碳汇等多种减排项目类型。自 2017 年起，发改委暂停 CCER 项目备案，不过已开发的 CCER 仍可用于碳市场履约。

近来，碳市场与清洁能源采购的衔接机制受到广泛关注。第一，如果缺乏项目信息互通，CCER 和绿证可能存在双重计算的风险，需要建立有效的跨部门协调机制，避免 CCER 重启后新能源项目同时核发绿证和 CCER⁵。第二，碳市场要求企业使用体现全国平均水平的电网排放因子计算电力间接碳排放量⁶，为了尽量避免企业重复支付环境成本的风险，促进清洁能源消费利用，各部门需要共同设计并发布清洁能源对应碳减排量的计算方式，同时兼容现有电力间接碳排放量计算方式。

4. 2022 年 5 月，发改委和能源局发布了《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》。

5. 《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》中提出支持将符合条件的新能源项目温室气体核证减排量纳入全国碳市场进行配额清缴抵消。

6. 2022 年 3 月，生态环境部更新电网排放因子为 0.5810 吨二氧化碳 / 兆瓦时。

3.3 不同清洁能源采购方案的环境完整性和认可度

企业在选择清洁能源采购方案时，需要考量其环境完整性和认可度，表6列出了每一种清洁能源采购方案在相关标准方面的表现。

采购方案	环境完整性			认可度		
	额外性	实质性	排放性	排他性	合法性	合理性
分布式可再生能源	需要花费资金和其他方面的成本来建设项目，具有一定的额外性 **	开发者和投资者都对分布式项目的成功建设有着一定影响 **	以自发自用为主，有利于降低所在地电网结构的碳排放水平 ***	若是企业自行投资，相对容易证明环境权益归属具有排他性，但需要注意绿证等机制的覆盖范围 **	得到中国政府的认可和支持 ***	通常被不同的利益相关者认可，但并不一定适用于所有企业 **
绿证	环境溢价明确，有利于额外性声明 **	绿证，尤其是补贴绿证，有助于项目的投资和建设 **	虽然绿证交易无地理限制，但买家可以通过披露的项目所在地信息进行选择 **	虽然绿证和其他能源属性证书之间可能存在双重计算的风险，但绿证披露的信息较为全面，有助于降低这种风险 **	由发改委、财政部和能源局主管，是完成配额制指标的合法方式 ***	被部分企业采用，但缺乏广泛的国际认可 **
I-REC	价格普遍较低（根据有限的公开信息），难以支持额外性声明 *	买家对清洁能源项目较难产生实质性影响 *	仅披露项目所在国家，难以评估排放性 *	类似于绿证，但披露的信息较少 *	缺乏中国政府的背书 *	在国际上知名度较高，但在中国的有效利用存在风险 **
直购电	不包含环境溢价，且通常比常规购电方式便宜，因此难以具有额外性 *	直购电可以促进清洁能源消纳，特别是在弃风弃光率高的地区 **	取决于发电企业和电力用户所在地的电网结构 **	不发放可再生能源消费证书，很难证明排他性 *	由地方政府和电网企业组织，但缺乏一致的支持 **	是国际上常见的采购方案，但在中国受限于交易规模和交易门槛等因素 **
绿电交易	普遍有环境溢价，具有一定的额外性 ***	类似于直购电 **	类似于直购电 **	证电合一的形式有利于论证排他性，但需要关注其与CCER的衔接 ***	由发改委和能源局主管，得到支持 ***	被广泛认为是有前景且可靠的清洁能源采购方案 ***
直接投资	对项目建设提供直接的资金支持，具有一定的额外性 **	取决于被投资项目特点以及企业的投入 **	类似于I-REC，但可以有实际的物理连接 *	由于环境权益归属不明确，在排他性上有较大的不确定性；合同中相关条款可能缺乏效力 *	由于缺乏明确的规则，政府的认可度可能受到限制 **	对资金等方面有较高要求，被部分企业采用 **

表6. 清洁能源采购方案在环境完整性和认可度标准方面的表现 (*= 较低, **= 中等, ***= 较高)

总体而言，中国的清洁能源采购规模正在迅速扩大，相关政策和机制还在不断完善。根据不同的标准进行评估时，每种清洁能源采购方案有着各自的优势和劣势。分布式可再生能源一般具有较好的经济效益且排放性较高，预计将继续作为清洁能源采购的一种常见方案。虽然绿证的环境

溢价明确，可以支持额外性声明，但缺乏广泛的国际认可。相比于 I-REC，绿证较为全面的信息披露有助于降低双重计算的风险。另外，I-REC 目前尚未得到中国政策的支持，在合法性上存在风险。直购电可能是促进清洁能源消费的一种有效方案，特别是在弃风弃光率高的地区，但是缺少配套的消费认证体系，难以证明清洁权益归属。“证电合一”的绿电交易解决了这方面的问题，国家级电力交易中心在发改委和能源局的支持下建立了专门的支撑体系。根据在环境完整性和认可度标准的表现，绿电交易很有可能成为未来采购清洁能源电力的主要渠道。直接投资通过资金投入支持清洁能源项目建设，需要有效结合绿证认购和绿电交易来保障被投资项目的清洁能源环境权益归属。

3.4 清洁能源采购受到政策变化的影响

近年来，中国积极推进经济绿色转型，表明应对气候变化的决心。2020 年 9 月，习近平主席宣布中国将力争 2030 年前实现碳达峰，努力争取 2060 年前实现碳中和。目前，中国碳达峰碳中和“1+N”政策体系已经基本建立，各级政府部门将在顶层机制设计的引领下，明确能源、工业等分行业双碳路径，实现国家的气候目标（发改委，2022）。

在过去的 20 年里，中国的气候和能源政策不断演变，对支持清洁能源发展，加快能源转型发挥着重要作用。2015 年开始的新一轮电力体制改革也为促进清洁能源消纳利用提供了新的机遇。过去，相关政策主要集中在通过财政激励促进发电侧的改革，但随着技术成本的下降和清洁能源的大规模建设，直接的资金支持正在不断减少。陆上风电和光伏发电的电价补贴逐步退坡，取而代之的是绿证交易和绿电交易等更加创新的激励机制。最近发布的《促进绿色消费实施方案》提出了若干建议以鼓励清洁能源消费，包括对高耗能企业的绿色电力使用进行约束，加强绿电交易与配额制和碳市场的衔接等（发改委等，2022）。

我们的研究表明，通过政策机制、行业标准等解决环境完整性、认可度等方面的问题，有助于进一步激发企业的清洁能源采购潜力，例如，分布可再生能源项目的并网障碍目前已基本得到解决，降低了相关的投资风险；绿电交易通过结合官方的消费认证体系，增加了企业有效实现减排承诺的信心。

在国际市场上，还一种常用的方案是虚拟购电协议。虚拟购电协议是纯金融合同，买卖双方在合同中约定一个固定价格，买方也将获得可再生能源消费证书（Kansal，2019）。传统的物理购电协议中，发电企业直接向电力用户出售电力，然而，签署虚拟购电协议的发电企业则在现货市场中售电（REN21，2021）。虚拟购电协议对冲价格波动风险的方式是对买卖双方的交易定期结算，也即差价合约。当市场价格高于合同价格时，卖方支付差价，反之，当市场价格低于合同价格时，卖方获得差价。由于不需要实际的物理连接，虚拟购电协议打破了买卖双方的地理限制，即买卖双方可以是跨区域的，但需要额外的机制来支持差价合约交易的报告、记录和登记过程（3Degrees，2018）。较为完善的批发电力市场以及清晰的价格信号也是虚拟购电协议开展的基础。中国目前尚未开放虚拟购电协议，但电力现货市场的发展为类似更灵活的清洁能源采购方案打下了基础。

04 通过政府和企业的合作促进清洁能源发展

本报告提出了当前可能阻碍中国清洁能源采购的一些问题。通过政府和企业的合作解决这些问题，有助于构建满足环境完整性和认可度的标准，鼓励更多的企业通过可靠的渠道采购清洁能源，降低无法有效实现减排承诺的风险。以下，我们针对三个问题提出相应建议。

(1) 问题：用于评估企业及其供应商为实现碳中和目标所采取行动的环境完整性标准大多缺乏一致性，且尚未获得广泛认可。

建议的解决方案：各部门共同建立一个官方权威、安全可靠的信息系统，了解企业减排相关的目标、偏好、短期和长期清洁能源采购意愿，并基于这些信息设计相关标准和政策。

(2) 问题：现有的多种清洁能源采购方案在国内外的认可度各不相同，同时，中国相关政策的变化可能会影响企业及其供应商清洁能源声明的环境完整性和认可度。

建议的解决方案：明确不被认可的采购方案和将被“绿电+绿证”体系逐步纳入的采购方案，同时支持有意愿的企业提高原有清洁能源采购方案的合规性。

(3) 问题：清洁能源采购市场的发展与电力体制改革高度相关。目前，中国的电力市场还处于建设阶段，在国际上一些其他地区使用的虚拟购电协议尚未在中国实施。

建议的解决方案：政策制定者应继续并加快目前的电力体制改革，以创造更大的灵活性来促进清洁能源消纳利用，并重视利用需求侧资源的潜力。

本报告初步梳理了中国的清洁能源采购方案，同时识别有关问题并提供解决思路。企业是能源消费大户，也是清洁能源市场发展的主要驱动力。越来越多的企业，尤其是大型的跨国企业，需要通过采购清洁能源，实现其碳中和目标，这有效地促进了包括绿电交易在内的相关机制的发展。近年来，中国的国有企业和大型的私营企业也愈发积极地参与投资和采购清洁能源。这种趋势在习近平主席宣布碳达峰碳中和目标后达到了一个新的高峰。政府可以进一步鼓励企业的应对气候变化的决心和行动，推动实现国家的碳中和承诺。

引用

北京电力交易中心（2022），《北京电力交易中心绿色电力交易实施细则》：

<https://mp.weixin.qq.com/s/7B-xWyi675wh8NGghaHwdA>

发改委、财政部和能源局（2017），关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知：

http://www.nea.gov.cn/2017-02/06/c_136035626.htm

发改委和能源局（2019），关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知：

https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201905/t20190515_962446.html?code=&state=123

发改委和能源局（2021），关于绿色电力交易试点工作方案的复函：

<https://xueqiu.com/5273839515/197449319>

发改委和能源局（2022），关于促进新时代新能源高质量发展实施方案的通知：

http://zfxgk.nea.gov.cn/2022-05/30/c_1310608539.htm

发改委（2021a），关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知：

https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202106/t20210611_1283088.html?code=&state=123

发改委（2021b），《完善能源消费强度和总量双控制度方案》：

https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202109/t20210916_1296857.html?code=&state=123

发改委（2022），碳达峰碳中和工作领导小组办公室召开联络员会议：

<https://mp.weixin.qq.com/s/zWS1Gjub7uTWI2PTJfecMw>

发改委、工信部和住建部等（2022），《促进绿色消费实施方案》：

https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202201/t20220121_1312525_ext.html

广州电力交易中心、广东电力交易中心和广西电力交易中心等（2022），

《南方区域绿色电力交易规则（试行）》：

<https://mp.weixin.qq.com/s/AWtZBhH4iP8oWPD9Tqr6jQ>

江苏省发改委、江苏省工信厅和江苏省住建厅等（2022），《江苏省促进绿色消费实施方案》：

http://fzggw.jiangsu.gov.cn/art/2022/6/10/art_84097_10465280.html

绿证认购平台（2022），统计数据：<http://www.greenenergy.org.cn>

生态环境部（2021），碳排放权交易管理办法（试行）：

https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html

时璟丽（2021），新能源发电政策和市场发展展望：

<https://mp.weixin.qq.com/s/rkOiNZtDusuwL0t2ndp8aw>

国务院（2015），关于进一步深化电力体制改革的若干意见：

<https://news.ncepu.edu.cn/xxyd/llxx/52826.htm>

翁爽（2022），三问绿电交易：

<https://mp.weixin.qq.com/s/4p6AKbQDc13p1PYrTzfsxQ>

张希良（2022），积极发挥碳市场的重要作用：

<https://mp.weixin.qq.com/s/UkgIVEXIEfrVyecHpeFLIA>

张希良、张达和余润心（2021），中国特色全国碳市场设计理论与实践，管理世界，37（08），80-95；<https://10.19744/j.cnki.11-1235/f.2021.0108>

中国能源报（2021），国内绿证为啥少人问津：

https://mp.weixin.qq.com/s/BrnQGsYC_NOsQxcjMbyZbw

Apple Inc. (2017). Environmental Responsibility Report 2017.

https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2017.pdf

Apple Inc. (2018). Apple Environmental Responsibility Report 2018.

https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2018.pdf

BloombergNEF. (2021). Corporate Clean Energy Buying Grew 18% in 2020, Despite Mountain of Adversity.

<https://about.bnef.com/blog/corporate-clean-energy-buying-grew-18-in-2020-despite-mountain-of-adversity/>

Bronski, P. and McCormick, G. (2018). From additionality to 'emissionality': how companies can magnify their impact.

<https://www.greenbiz.com/article/additionality-emissionality-how-companies-can-magnify-their-impact>

Cames M., Harthan R.O., F ü ssler J., et al. (2016). How additional is the Clean Development Mechanism?

https://ec.europa.eu/clima/system/files/2017-04/clean_dev_mechanism_en.pdf

Carbon Trust. (2021). Make Climate Action Everyone's Business Conference (COP26 Forum).

<https://www.carbontrust.com/news-and-events/events/2021/11/scope-3-emissions-carlsberg-carbon-trust>

CDM Executive Board. (2012). Methodological tool: Tool for the demonstration and assessment of additionality (Version 07.0.0).

<https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf>

CRS (Center for Resource Solutions). (2016). Additionality and Renewable Energy Certificates.

<https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2016/03/RECs-and-Additionality.pdf>

CRS. (2019). Accelerating Corporate Renewable Energy Engagement in China.

<https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2019/11/Accelerating-Corporate-RE-Engagement-in-China.pdf>

- Cullenward, D. and Victor, D. G. (2020). Making Climate Policy Work. https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S2047102521000285/type/journal_article
- Gillenwater, M. (2012). What is Additionality? Part 1: a long standing problem. Greenhouse Gas Management Institute. https://ghginstitute.org/wp-content/uploads/2015/04/AdditionalityPaper_Part-1ver3FINAL.pdf
- Google. (2021). 24/7 Carbon-Free Energy: Methodologies and Metrics. <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/24x7-carbon-free-energy-methodologies-metrics.pdf>
- Guo, J., Du, L., and Wei, C. (2019). Equity-efficiency trade-off in China's energy capping policy. Energy Policy, 126, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.017>
- Haya, B. (2009). Measuring Emissions Against an Alternative Future: Fundamental Flaws in the Structure of the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism. SSRN Electronic Journal, (December). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1562065>
- IEA (International Renewable Energy Agency). (2018). Corporate Sourcing of Renewables: Market and Industry Trends. <https://www.irena.org/publications/2018/May/Corporate-Sourcing-of-Renewable-Energy>
- I-REC Standard. (2021a). 2021 Market Statistics. <https://www.irecstandard.org/2022/06/>
- I-REC Standard. (2021b). Change in issuance criteria for China following consultation. <https://www.irecstandard.org/news/change-in-issuance-criteria-for-china-following-consultation/#/>
- John, J. (2021). Location matters: The new science of siting clean energy to push more carbon from the grid. <https://www.canarymedia.com/articles/clean-energy/location-matters-the-new-science-of-targeting-clean-energy-to-push-more-carbon-from-the-grid>
- Kansal, R. (2019). Introduction to the Virtual Power Purchase Agreement. <https://rmi.org/wp-content/uploads/2018/12/rmi-brc-intro-vppa.pdf>
- Koo, B. (2017). Preparing hydropower projects for the post-Paris regime: An econometric analysis of the main drivers for registration in the Clean Development Mechanism. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.095>
- Microsoft. (2021). 2020 Environmental sustainability report. <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RWyG1q>
- REN21. (2021). Renewables 2021 Global Status Report. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

RE100. (2021). RE100 technical criteria.

<https://www.there100.org/sites/re100/files/2020-10/RE100%20Technical%20Criteria.pdf>

Richardson, H. (2019). Could ‘Emissionality’ be the Next Big Thing to Disrupt Corporate Sustainability and Renewable Energy Procurement?

<https://www.watttime.org/news/could-emissionality-be-the-next-big-thing-to-disrupt-corporate-sustainability-and-renewable-energy-procurement/>

RMI (Rocky Mountain Institute). (2018). State of the Market 2018: Corporate Renewable Procurement in China.

<https://www.rmi-china.com/static/upfile/news/nfiles/201811291357322940.pdf>

RMI. (2019). State of the Market 2019: Corporate Renewable Procurement in China.

<https://rmi.org/insight/state-of-the-market-2019-corporate-renewable-procurement-in-china/>

Schneider, L. (2009). Assessing the additionality of CDM projects: practical experiences and lessons learned. *Climate Policy*, 9(3), 242–254.

<https://doi.org/10.3763/cpol.2008.0533>

Sievert, K. (2021). How can multinational companies (MNCs) achieve and demonstrate the additionality of renewable energy projects in the Chinese market? Master’s Thesis.

The Lantau Group. (2021). Volatility in Chinese Power Supply.

https://www.lantaugroup.com/file/brief_china_volatile_sep21.pdf

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). (1997). Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change.

<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>

WRI (World Resources Institute). (2019). Handbook: corporate green power consumption in China.

<https://wri.org.cn/en/research/handbook-corporate-green-power-procurement-china>

Xinhua. (2021). Key meeting stresses proper understanding of major issues in China's new development stage.

http://www.news.cn/english/2021-12/10/c_1310364991.htm

3Degrees. (2018). Renewable energy power purchase agreements.

<https://3degreesinc.com/resources/ppas-power-purchase-agreements/>



(图片来源: 宋军)

柯蔚蓝 (Valerie Karplus) : vkarplus@andrew.cmu.edu
张达: zhangda@tsinghua.edu.cn