

绿证经济及“绿证*”模式探索

张建红

(中国国际工程咨询有限公司, 北京, 100048)

摘要: 随着全球对气候变化的关注度不断提升, 以及国外相关绿色贸易壁垒的实施, 绿电绿证将越发重要。通过分析绿证的环境价值、价格机制, 以及加数效应、乘数效应、指数效应这 3 大绿证经济运行机制, 系统阐述了绿证经济的机理。据此, 提出绿证经济的两大发展路径, 一是通过开拓产品市场、丰富应用场景、创新产业技术打造绿证产业链, 二是通过“绿证+”模式、“绿证×”模式、“绿证产业生态共同体”模式构建产业共同体。绿证经济将愈加活跃和繁荣。针对绿证交易制度尚不完善、国际认可度有待提升、绿证经济尚处于萌芽状态等问题, 提出不断优化完善绿证市场制度、降碳与绿证对话磋商互认“两手抓”、加快培育绿证经济等建议。

关键词: 绿证经济; “绿证+”模式; “绿证×”模式; “绿证产业生态共同体”模式; 发展路径

背景

绿电作为一种新兴的能源形式, 正逐渐受到全球的关注和青睐。近年来, 在“双碳”背景下, 我国可再生能源加快发展, 已成为保障我国电力供应的重要力量。电力数据是经济发展最真实的“晴雨表”, 也是经济运行的“风向标”。国家能源局发布的最新数据显示, 2023 年我国可再生能源总装机达 14.5 亿千瓦, 占全国发电总装机超过 50%, 历史性超过火电装机。截至 2023 年 12 月 31 日, 我国可再生能源年内发电量 3 万亿千瓦时, 约占全社会用电量 1/3; 风电光伏发电量已超过同期城乡居民生活用电量, 占全社会用电量比重突破 15%。

绿电不仅代表着一种清洁、可再生的能源, 更是人类对可持续发展和环境保护的追求。在此背景下, 如何促进绿色清洁能源发电更多依靠市场机制实现更加高效、公平、合理发展, 推动全社会绿色用能消费模式的转变, 成为业内关注的热点。绿证的出现, 为可再生能源电力的消费提供了一种新的方式, 也为推动可再生能源的发展提供了新的动力。目前, 包括欧美、日本、韩国等国家都在可再

生能源电力领域设立了绿证交易机制。我国构建“绿证*”模式，发展绿证经济，对于构建全国统一大市场和绿色低碳循环经济体系、推进“双碳”目标实现具有重要的现实意义。

一、内涵

绿电，即绿色电力，是指在电力生产的过程中，二氧化碳排放量为零或接近于零。绿电的主要来源为太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源。

绿证，即可再生能源绿色电力证书(Renewable Energy Certificate, 简称 REC)，又叫绿色电力证书 (Green Electricity Certificate, 简称 GEC)，是可再生能源发电项目所发电量对应具有独特标识代码的电子证书，1 个绿证单位对应 1000 千瓦时可再生能源电量，是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明，也是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。

绿证制度的出现，为绿色经济的发展提供了一种新的模式和动力。通过绿证，消费者可以更加清晰地了解自己的绿色消费行为，从而更加积极地参与到绿色经济的发展中来。

绿证经济，是以绿证为媒介进行计量、认证、核发、交易、消费、核销等活动的一种低碳经济形态，是基于绿证所产生的经济活动的总和。绿证经济是以绿电资源为关键要素，以绿证为主要载体，以经济社会绿色低碳可持续发展为重要推动力，促进生态环境保护和经济社会发展有机统一的绿色经济新形态。

“新电气化”时代，绿电消费日渐普遍，绿证经济辐射范围广、影响程度深前所未有，正推动绿色生产方式、绿色生活方式和绿色治理方式深刻变革，成为重组全球能源资源、改变全球贸易格局的重要力量之一。目标是在确保能源安全的前提下加快规划建设新型电力体系，取代现有的以煤电为主的电力体系，达到绿色低碳可持续发展的目标。

绿证经济的内涵比较宽泛，凡是直接或间接利用绿证来引导资源发挥作用，推动生产力发展的经济形态都可以纳入其范畴。

二、机理

(一) 绿证的环境价值

绿证既能实现对可再生电量的计量，又代表了可再生能源所生产单位电量

(通常采用 1MWh) 的大气环境贡献, 可以成为将可再生能源电力环境效益兑换为经济收益的交易工具。在绿证机制下, 可再生能源发电企业产生了绿证和上网物理电量两个分别和独立的商品, 绿证价格体现了可再生能源发电对环境贡献的经济价值, 电价体现了物理电量的商品价值。

从环境经济学角度, 大气是自然资本和公共品, 可再生能源发电产生的正外部性效应, 可通过绿证交易制度对大气环境贡献进行补偿的市场化机制予以解决; 而温室气体排放产生的负外部性效应, 则可以通过碳排放权交易制度对大气环境使用进行付费的市场化机制予以解决。

生产的电接入电网后, 即发生混同, 无法区分来源, 通过绿证发行和交易的机制可以解决购买绿电的确定性。

理论上所有等量可再生能源电量都具有相同的外部环境价值, 我国对各类可再生能源所发电量核发绿证, 是普遍并公平体现和认可其外部环境属性的最佳方式。绿证全覆盖核发, 有利于绿电绿证交易市场完善、拓展绿证应用领域和扩大国际绿证互认范围。

(二) 绿证的价格机制

绿证分补贴证书和平价证书, 在定价机制上有所不同。补贴证书定位于解决财政补贴缺口, 采取“以补定限, 自由竞价”的定价模式, 即买卖双方可通过自行协商或集中定价的方式确认补贴证书价格, 最高不超过项目度电补贴金额, 属于半市场化机制。相比之下, 平价证书的定价参考项目的度电成本、环境效益等因素, 由买卖双方自由商议确定, 不设上下限, 属于市场化机制。

从发电侧看, 新能源的大量消纳既挤占火电让渡空间又依赖火电提供基础服务, 因而需要支付系统消纳成本; 从用户侧看, 使用绿电可以降低自身碳排放水平, 因此表现为支付排放成本。两种成本加起来就构成了环境溢价的市场基础, 并受到绿证供求关系的影响。绿证定价锚定了电力辅助服务市场和碳市场, 代表了溢价的转换成本。

2021 年新能源项目开始实现平价上网, 新能源电价开始实行“基准电价+环境溢价”, 基准电价也逐步向市场电价转变。环境溢价成为发电企业收益的构成, 此时的绿证价格更符合市场化定价原则, 体现了新能源电力除建设和运维以外的额外成本加成。新能源环境溢价对新能源项目投资收益至关重要。

当前，由绿证表征的环境溢价体现了绿电的环境友好价值属性，由市场决定其价值，而价值又由绿证本身的效用性（即有效需求）决定，这种效用性来自于可再生能源消纳保障机制的强制性要求、自愿承诺或抵扣排放。因此，绿证是环境价值体现，其价格则是由市场形成。

国内绿证价格随政策边界和市场供需调整可能变化。目前国际国内绿证价格存在差异，国内价格虽较国际绿证高（近期折合 1~3 分/千瓦时），但仍远低于外部环境价值，需有政策保障才可能完全反映外部环境价值。绿证价格具有调节可再生能源电力消纳的作用，当绿证价格满足某阈值时，可以实现完全消纳^[1]。

随着绿证市场供需稳定，绿证价格也将逐步稳定。未来随着绿电价格逐步市场化，稳定的环境溢价收益有望平衡新能源的投资，一定程度上可看作是新能源容量电价。

（三）绿证经济的运行机制

绿证经济，本质上也属于生态产品价值实现的范畴，主要通过加数效应、乘数效应和指数效应实现。

加数效应：物理性的量变式增长，多见于产品驱动模式，主要通过企业内部挖潜和上下游企业整合来实现，如企业购买绿证后，生产的产品增加绿证消费证明等。

乘数效应：化学变化的质变式增长，多见于技术驱动模式，主要通过构建创新创业平台，搭建各类科技孵化器、加速器，营造激发创新创业的营商环境，推动技术创新驱动的增长。从绿证产业发展的结果即经济效益、环境效益和社会效益来看，绿证产业发展的产出也具有乘数效应。比如，投资于先进可再生能源发电项目后，产出的是绿电和绿证，这不仅满足了消费者群体的需要，还意味着项目发展所产生的经济效益、社会效益成“倍数”递增，绿电和绿证不仅满足了当代人的需求，还有利于人体的健康，对其后代的发展也有益，即防止了疾病的代际遗传。

指数效应：指数性的跃进式增长，多见于生态驱动模式，主要通过构建产业生态推动产业运营创新，打造产业共同体来实现，如构建绿电制绿氢—合成氢基绿色燃料—发展绿色交通产业生态，整个产业链、供应链的收益将会是以单个项目或企业收益为基数的指数级增长。

三、绿证经济发展路径

发展绿证经济，既要打造高质量发展的绿证产业链，也要构建互利共赢的产业生态共同体。

（一）打造绿证产业链

打造绿证产业链，可从开拓产品市场、丰富应用场景、创新产业技术 3 个维度入手。

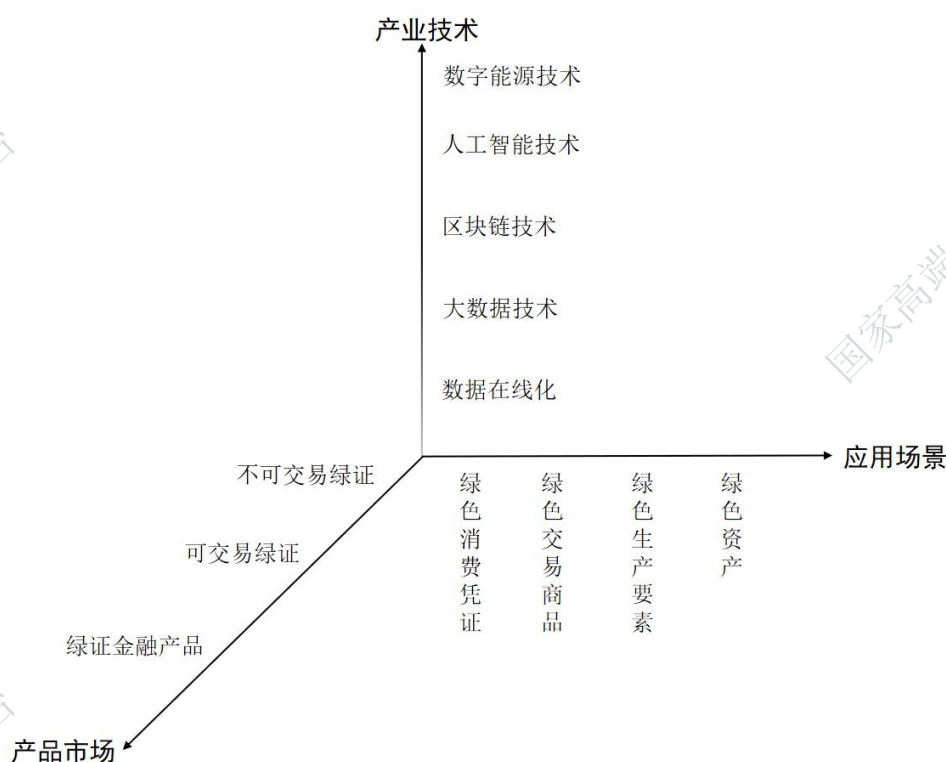


图 1 绿证产业链发展路径图

首先，开拓绿证产品属于供给侧变革，是基础性工作，主要包括不可交易绿证和可交易绿证，以及面向未来的绿证金融产品市场，将对现实的绿证市场产生较大影响。不可交易绿证主要是根据自发自用绿电核发的绿证。可交易绿证包括“证电合一”绿证和“证电分离”绿证。绿证金融产品是建立在绿证交易的基础上，服务于绿电生产或者绿电消费从而减少温室气体排放的商业活动，以绿证为媒介或标的资金融通活动载体，可细分为绿证市场融资工具、绿证市场交易工具和绿证市场支持工具三类。其中，绿证市场融资工具是以绿证资产为标的进行融资的绿证金融产品，主要包括绿证债券、绿证资产抵质押融资、绿证资产回购、

绿证资产托管等；绿证市场交易工具，又叫绿证金融衍生品，是在绿证交易基础上，以配额（有可再生能源电力消纳责任权重、节能目标责任等形式，具有强制性）和绿证（自愿性）为标的的金融合约，主要包括绿证远期、绿证期货、绿证期权、绿证掉期、绿证借贷等；绿证市场支持工具是为绿证资产的开发管理和市场交易等活动提供量化服务、风险管理及产品开发的金融产品，主要包括绿证指数、绿证保险、绿证基金等。

其次，丰富应用场景属于消费侧变革，是关键性工作，包括绿证用作绿色消费凭证参与核算考核认证、作为绿色交易商品参与市场交易、作为绿色资产参与绿色金融活动。习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调，“绿色发展是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力。”因此，绿证还可以作为绿色生产要素参与到生产经营中。当前，绿色发展理念正深刻影响着人们的生产和生活，绿证的使用理念和场景正在发生变革。随着数字经济的发展，绿证数字资产将和今天的碳资产一样，变成下一个超大的绿色资产。

再次，创新绿证产业技术属于技术变革，主要包括数据在线化，即绿证核发、核销、核算实现在线化；采用大数据技术，应用于配额和绿证核发、核销、核算；采用区块链技术，用于绿证核发、交易、核销、核算和溯源；未来利用人工智能技术，可用于绿证的在线自动核发、核销、核算和咨询；随着数字能源技术的发展，今后可将物联网 IoT 技术与能源产业深度融合，并依托大数据及人工智能，实现能源品类的协同优化，可用于绿证的优化配置。

（二）构建产业共同体

构建产业生态圈，本质上也是应用加数效应、乘数效应和指数效应实现产业发展，主要有“绿证+”模式、“绿证×”模式、“绿证产业共同体”模式。

“绿证+”模式：通过绿证，把需要消纳绿证的产业或活动结合起来，更多还是物理层面的叠加与融合。通过既有产业或活动增加绿证消纳量，助力绿色转型升级或活动的低碳化。在这个过程中，绿证更多是作为一种凭证而存在，没有实质性的创新。

“绿证×”模式：绿证可以催生一系列需要消纳绿证的产业或活动。“绿证×”注重逆势创新，在这一模式中，绿证为主体，挖掘相关行业的优势，发挥绿证要素的生态价值，形成以绿证为中心的新的经济形态。“绿证×”模式依托绿

证产业技术实现绿证与相关产业的融合，通过优化生产要素、更新业务体系、重构商业模式等途径实现经济绿色转型升级。比如，组件环节执光伏行业牛耳，乘数效应十分明显。绿证资源以资产的形式投入项目，可以带动数倍的投资，发挥了投资乘数效应。类似的，还有消费乘数效应。

“绿证产业共同体”模式：围绕绿证构建产业共同体，又叫绿证产业集群。中国信息化百人会顾问、浙江省智能制造专家委员会主任毛光烈（2020 年）提出“产业数字化生态共同体”，头部企业起着主导作用，“产学研用”等各类“身部企业”“腰部企业”“腿部企业”共同参与、相互依托，加上第三方云平台企业的参与，构成了“产业数字化生态共同体”基本组成模式^[2]。新犁资本创始合伙人、复旦大学经济学院兼职教授李绪富（2021 年）提出了符合“全要素集聚、全链路打通、关键节点打透、价值共创、生态共享、多平台相融”6 大特征的未来产业生态共同体模式^[3]。《成都市实施产业建圈强链行动 2022 年工作要点》提出要完善“链主企业+公共平台+中介机构+产投基金+领军人才”集聚共生的产业生态体系，打造“产业共同体”。“绿证产业共同体”模式，将构建链主企业牵头，“产学研用”等各类“身部企业”“腰部企业”“腿部企业”共同参与、价值共创、生态共享、多平台相融，加上第三方机构、绿证金融机构和领军人才的参与，构成集聚共生的绿证产业生态体系。

四、发展绿证经济的建议

当前，发展绿证经济还面临着不少难题，比如，绿证交易制度尚不完善，国际认可度有待提升，绿证经济尚处于萌芽状态等，这些都需要在今后的实践中创新突破。

一是不断优化完善绿证市场制度。现阶段可交易绿证仅可交易一次。绿证转让与可再生能源电力配额搭配，有利于绿证跨区域交易机制的建立。因此，未来需研究绿证多次交易的可能性，探索建立绿证二级市场，通过市场化方式推广绿证交易和应用，增加市场交易量和交易活跃度。探索开发绿证金融产品，通过引入金融资本，壮大绿证市场和绿证产业。

二是降碳与绿证对话磋商互认“两手抓”。一方面，要系统开展降碳工作，构建绿色贸易体系。为应对国际变局，亟须开展绿色经贸合作行动，优化贸易结

构，打造外贸高质量发展新优势^[4]。另一方面，要充分发挥数字化技术优势，推动“绿证”国际互认。绿证记录了绿电详细的属性信息，是现成的、精确的碳减排量核销方式，可以与碳交易市场形成良好的衔接。认定绿证具有零碳属性是建立绿证与碳排放配额互认机制的基础，将促进企业积极购买绿电。应加强绿电、绿证和碳市场的数据共享，避免数据造假和重复交易，对接国际“绿证”，提高国际认可度^[5]。

三是加快培育绿证经济。首先，要加快绿证核发“全覆盖”，拓展绿证应用场景。对于绿电自发自用项目，应尽快出台绿证认证、核发细则。尽快出台绿证消费、核销的细则，引导绿证的消纳。其次，做好绿证经济发展的顶层设计。绿色生产力也是一种新质生产力，应将绿证经济作为战略性新兴产业加紧布局和发展。再次，试点先行。试点“绿证+”模式、“绿证×”模式、“绿证产业生态共同体”模式，选择电解铝等高耗电行业试点创建绿证产品和绿证企业，选择采用先进可再生能源技术或绿证产业技术的项目创建绿证技术示范项目，选择有代表性的外贸产业园区试点创建绿证园区，选择绿电—绿氢—氢基燃料—交通运输项目、绿电—绿氢—化工项目等试点创建绿证产业共同体。

五、结语与展望

随着全球对气候变化的关注度不断提升，以及国外相关绿色贸易壁垒的实施，绿电绿证将越发重要。新阶段绿证交易的序幕已经拉开，随着今后二级市场逐渐放开，绿证金融产品等绿证产品都将出现，绿证全国统一大市场也会建成。

通过开拓产品市场、丰富应用场景、创新产业技术打造绿证产业链，通过“绿证+”模式、“绿证×”模式、“绿证产业生态共同体”模式构建产业共同体，未来绿证经济将愈加活跃和繁荣。

参考文献

- [1]许书琴，徐琪. 能源平台供应链可再生能源电力消纳激励契约研究[J]. 中国管理科学，（录用定稿）网络首发时间：2023-11-01.
- [2]生态共同体、工厂可视化、无重量经济 一场信息化论坛，这三个热词受热议[OB/EL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1683886506390029205&wfr=spider&for=pc>，潮新闻客户端，2020-11-20.
- [3]数字赋能产业蝶变 “阈值”时代打造生态共同体[OB/EL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1705044870887542256&wfr=spider&for=pc>，金融界，

2021-07-12.

[4]江婷, 沈毅, 张建红. 广东以绿色经贸合作为突破点, 构建绿色贸易体系

[OB/EL]. <http://res.cenews.com.cn/hjw/news.html?aid=1054812>, 中国环境, 2023-05-19.

[5]邹昊飞, 张建红, 魏亿钢. “电—碳—证”市场协同联动机制探索[J]. 环境经济, 2023年第19期.

Exploration of the Green Electricity Certificate Economy and the "Green Electricity Certificate *" Model

Zhang JianHong Zou Haofei

(China International Engineering Consulting Co., Beijing, 100048)

Abstract: With the increasing global attention to climate change and the implementation of relevant green trade barriers abroad, green electricity and Green Electricity Certificate (GEC) will become increasingly important. By analyzing the environmental value and price mechanism of GEC, as well as the three major operating mechanisms of the GEC economy: additive effect, multiplier effect, and exponential effect, the mechanism of the GEC economy is systematically elaborated. Based on this, two major development paths for the GEC economy are proposed. Firstly, by exploring product markets, enriching application scenarios, and innovating industrial technologies, the GEC industry chain is created. Secondly, an industrial community is constructed through the "GEC+" model, "GEC × " model, and "GEC industry ecological community" model. The GEC economy will become increasingly active and prosperous. In response to issues such as the incomplete GEC trading system, the need to enhance international recognition, and the budding GEC economy, suggestions are proposed to continuously optimize and improve the GEC market system, engage in dialogue and mutual recognition between carbon reduction and GEC, and accelerate the cultivation of the GEC economy.

Keywords: GEC economy; "GEC+" model; "GEC × " model; The "GEC Industry Community" model; Development path

作者简介:

张建红 (1982-): 男, 正高级工程师, 主要研究方向: 生态环境、绿色金融, E-mail: 1596032841@qq.com