

中外法治下绿色元宇宙的双碳协同规制研究

崔雯君

山东理工大学法学院, 山东 淄博

收稿日期: 2025年12月24日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月24日

摘要

绿色元宇宙的核心价值在于全面促进碳中和目标的实现。作为一种融合了绿色经济与虚拟数字经济的新社会形态, 绿色元宇宙的发展离不开各国在碳减排技术领域的国际合作机制的构建, 其成功实现则依赖于科学严谨的法律治理框架。在法律治理层面, 绿色元宇宙的国内法治与国际法治的协同推进至关重要。就国内法而言, 元宇宙所引发的碳排放问题, 涉及相关责任主体的归责机制。其中, 如何确立合理的碳减排责任规则, 成为亟待解决的关键问题。在国际法层面, 绿色元宇宙的全球化推进, 关键在于各国采用绿色碳减排技术积极参与其中。为实现这一目标, 绿色元宇宙的国内法治理需聚焦于构建元宇宙绿色能源追溯法律制度, 同时企业等私人主体也应积极承担起碳减排的责任与义务。

关键词

绿色元宇宙, 碳中和, 双碳治理, 法律治理, 国际法

Research on Synergistic Regulation of Carbon Peaking and Carbon Neutrality in the Green Metaverse under Chinese and Foreign Rule of Law

Wenjun Cui

School of Law, Shandong University of Technology, Zibo Shandong

Received: December 24, 2025; accepted: February 6, 2026; published: February 24, 2026

Abstract

The core value of the green metaverse lies in fully advancing the achievement of carbon neutrality goals. As a new social form integrating the green economy and the virtual digital economy, the

development of the green metaverse cannot be separated from the establishment of international cooperation mechanisms among countries in the field of carbon emission reduction technologies, and its successful implementation relies on a scientific and rigorous legal governance framework. At the level of legal governance, the coordinated advancement of domestic and international rule of law for the green metaverse is crucial. In terms of domestic law, the carbon emission issues caused by the metaverse involve the liability attribution mechanisms of relevant responsible entities. Among these, how to establish reasonable rules for carbon emission reduction liability has become an urgent key problem to be solved. At the international law level, the global advancement of the green metaverse hinges on countries' active participation with the adoption of green carbon emission reduction technologies. To achieve this goal, the domestic legal governance of the green metaverse should focus on constructing a legal system for tracing green energy in the metaverse, while private entities such as enterprises should also actively assume their responsibilities and obligations for carbon emission reduction.

Keywords

Green Metaverse, Carbon Neutrality, Dual Carbon Governance, Legal Governance, International Law

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。借助于增强虚拟现实技术，元宇宙依托区块链、分布式融资及网络支付等先进技术，构建了一个虚实交融的沉浸式数字空间，供人们进行社交互动、工作协作及数字商品交易。在此基础上，绿色元宇宙则进一步融合了低碳经济与数字经济，旨在通过多元化应用元宇宙所创造的虚拟世界与现实世界交互技术，推动全球碳达峰、碳中和双碳治理模式的转型升级，提升绿色经济在虚拟经济中所占比重，最终实现元宇宙虚实交互技术与双碳治理技术的深度融合与协同发展。然而，在实践中，元宇宙的快速发展虽为世界带来了深远变革，但其对环境的影响亦不容忽视。元宇宙在使用的过程中所产生的碳排放主要来自于用以维持元宇宙存续的基础电子设备和内容生产的数据中心的能源消耗以及使用用户的网络活动所产生的能源消耗。据此，作为借助大型电子系统与电力设备而发展的元宇宙需要大量的能源消耗来支持其持续发展，这与全球目前所倡导的低碳发展显然违背。在碳达峰、碳中和治理的制约下，元宇宙只有开发清洁能源从而降低能源消耗，才能进一步走稳可持续发展道路。为了达成碳中和治理与绿色新经济发展的双重目标，元宇宙必须经历由高碳向低碳，并最终迈向零碳排放的转型过程。为确保这一转型期的平稳过渡，关键在于在优良法治与高效治理的基础上，促进国内法治体系与国际法治体系的协同合作。在此过程中，需明确国家作为核心主体在绿色元宇宙发展中的责任与义务，推动形成双碳治理领域的国际合作新框架，共同促进全球绿色转型的顺利进行。

2. 绿色元宇宙的本质特征：全面一体赋能双碳治理

我国针对加速绿色转型进程与稳妥推动碳达峰碳中和目标，做出了关键性战略部署，强调要迅速促进能源结构的优化调整，依据我国特有的能源资源条件，健全能源消耗总量与强度的调控机制，促使能源使用向清洁、低碳、高效方向转变，全力深化能源领域的革新。在此背景下，元宇宙对于促进实体经

济低碳转型发展的作用至关重要，而助力双碳治理的核心策略，在于深入探索并实施绿色低碳的发展模式，全面赋能这一转型过程[1]。

(一) 绿色元宇宙的形成：低碳绿色经济与数字经济的结合新样态

元宇宙的涌现有望显著提升数字经济在 GDP 总体构成中的比例，相较于实体经济，数字经济所产生的碳排放总量明显偏低。此外，虚拟元宇宙的广阔空间将为人类提供更多相互交流与合作发展的契机，从而催生出一系列新的技术突破，特别是在碳中和治理领域的技术创新方面展现出巨大潜力。然而，元宇宙的初期发展阶段仍然高度依赖大型超级计算机的支持。根据美国马萨诸塞大学 2019 年的一项深入研究表明，在元宇宙萌芽时期，仅一个独立的 AI 语言处理模型所消耗的碳足迹及电力成本就已超过 626,000 磅的二氧化碳排放量。这一数据预示着，当前元宇宙的发展路径仍需遵循历史规律，不断推进低碳节能的技术革新，将数字经济与绿色经济融合发展。作为一种前沿的经济发展范式，数字经济不仅凭借数据赋能显著提升了研发效率与生产效能，而且它所引入的众多创新技术与新型业务模式，还为经济活动增添了鲜明的“环保特性”，使得经济活动在高效运行的同时，也实现了显著的绿色化转型与发展。因此，低碳绿色经济与数字经济应当携手成为元宇宙世界中的主导经济力量，引领其向更加环保、可持续的方向发展。数字经济所具备的平台化优势可以帮助各种生产要素在网络数据平台上更高效地流通和匹配，同时实现更精准的资源配置，以此减少不必要的资源浪费，例如企业可以通过大数据分析来更加准确地预测市场需求，从而减少库存和过度生产的风险。此外，数字经济具备的共享化优势能够利用数字技术整合相对较为分散的资源，提高资源的利用效率。在共享平台的帮助下，消费者和资源提供者均能够从共享经济中获益，在形成双赢消费模式的同时促进绿色消费观念的形成，推动可持续发展。

(二) 绿色元宇宙的发展：双碳治理技术的国际合作新模式

绿色元宇宙形成和发展的根本在于国际间形成双碳治理技术共治共享的国家合作新模式。要想实现元宇宙向绿色化、低碳化可持续发展，必须将绿色科技融入其中，利用低碳科技实现绿色元宇宙的形成发展，助力碳达峰、碳中和双碳治理。然而现阶段，由于不同国家在碳减排技术方面的发展水平存在差异，而元宇宙的发展需要大量的能源支持，如果各国碳减排发展的不平衡会影响绿色元宇宙等新兴产业的能源供需和碳排放水平，进而影响这些产业的可持续发展，因此掌握先进低碳节能减排技术的国家应当主动承担起帮助其他国家的责任，通过技术转让等方式帮助其他碳治理水平较低的欠发达国家提高其碳减排技术水平，从而推动全球碳减排进程。同时，各国之间的碳减排技术转让需基于公平原则进行，以避免出现技术垄断或不平等交易的情况。在实际运作中，国家间的技术转让通常依赖于国际法框架下的国际合作机制来实施与规范。全球协作框架的有效性，其核心价值在于能够全面且有力地支持国际共同愿景与长远目标的顺利实现。这一框架通过构建一种自下而上的服务模式，不仅促进了国际间的信息共享与资源整合，还确保了治理目标与各项任务能够精准对接国家、地方以及各部门的具体组织架构与运作机制。在此过程中，全球协作框架展现出高度的灵活性与适应性，为国际社会的可持续发展注入了强大的动力与活力。DAO (Decentralized Autonomous Organization) 作为元宇宙领域的国际协作范例，就深刻体现了这种合作精神。DAO 组织规则的最后一道保障是代码，确保了其运作的自主性和透明度。在 DAO 的框架下，事前约束可以在 DAO 的智能合约部署之前，通过代码审查、安全审计等方式对合约代码进行验证和测试，以确保其安全性和健壮性。这样的事前约束可以有效地防止潜在的安全漏洞和逻辑错误，从而增强 DAO 的代码安全性和健壮性[2]。鉴于 DAO 等国际协同合作组织的涌现，我们可以预见，元宇宙的未来将不再局限于单一或少数国家之内，而是将成为在广泛国际合作基础上构建的国际共同体。如果拥有先进节能减排技术的国家不愿分享这些技术，导致全球元宇宙的碳减排努力失衡，那么元宇宙可能会陷入高能耗、高排放的困境，最终失去其存在的价值。在元宇宙这一复杂且精细的架构体系中，无论是个人、企业还是国家等多元法律主体，其身份信息均以高度数字化的编码形式存在，实现了一种

虚拟化表达。在此特定情境之下，对于那些掌握了先进的减排技术却未能切实履行其碳减排责任与义务的实体，我们有必要揭开其精心构建的数字身份面纱，深入追溯至背后的实际控制实体。此举旨在确保这些实体能够继续承担起国际碳减排合作的重大使命，并严格依照国际法律的相关规定，承担起相应的法律责任，共同为全球的绿色转型与可持续发展贡献力量。

(三) 绿色元宇宙的实现：国内外法治的引领与协同规范

元宇宙的绿色转型，依赖于其多元化参与主体积极践行节能减排的责任，并融入绿色生产方式以实现可持续发展。这一新型绿色生产与生活模式的构建，既需要优质法律体系的引领与规范，也离不开国内外法律制度的协同治理与配合。

(1) 国内良法善治的引领治理

在探讨法律的内在逻辑与理想状态时，我们可以将符合其应然状态的法律定义为良法。具体而言，良法是指那些遵循事物发展的客观规律，并具备科学性和系统性特征的法律体系。然而，绿色元宇宙的构建对现代法律体系构成了显著挑战。鉴于法律的滞后性，面对绿色元宇宙中高效减排技术的需求，新兴领域的立法工作必须建立在科技创新的基础之上，实现技术与法律的深度融合，以法律为科技发展提供有力保障。同时，无论元宇宙技术与绿色技术的发展范围与程度如何，其内容与宗旨都必须符合良法所确立的原则与界限。只有这样，科技创新才能与元宇宙的发展相融合，实现公共利益与个人利益的和谐统一。

善治，作为一种权力回归民众的过程，体现了国家权力向社会领域的转移与重构。在现实世界与元宇宙交织的交互空间中，现实世界的法律制度与元宇宙内部的制度规范可以相互协作，实现协同治理。而在元宇宙这一纯粹由技术构建的虚拟环境之中，我们主张严格遵循善治这一核心指导原则。在元宇宙这一新兴领域内深入实施善治理念，不仅能够充分尊重每一个数字主体的独立尊严与价值，还能够有效促进元宇宙世界内部的良性互动与可持续发展，为构建一个更加和谐、繁荣的虚拟社会奠定坚实的基础。善治的本质在于，享有治理主导权的政府将部分治理权力转移给社会公众，从而构建国家与社会的新型关系。

(2) 国内外法律的协同规范治理

元宇宙基础设施的建设，应当向绿色发展模式转换。在元宇宙的广阔领域中，每一项活动均与能源消耗紧密相连，因此，元宇宙的可持续发展之路必然伴随着绿色生产方式的深度融合。这种新型绿色生产与生活模式的成功实践，离不开国内外法律体系的协同规制与治理。就国内法层面而言，元宇宙的兴起为传统法律责任主体的界定带来了新的挑战，为其披上了一袭神秘的外衣。具体来说，当元宇宙中的法律关系主体对实体环境造成侵害时，如何有效揭露其隐藏的数字身份，已成为传统法律体系亟待解决的关键性难题。尽管元宇宙内部已广泛应用的碳减排技术能够在一定程度上有效地削减碳排放量，然而在这一由数字技术与创意共同塑造的虚拟疆域内，NFT (非同质化代币)所展现出的经济属性仍主要局限于对环境资源的商品化利用，而未能全面且深刻地映射出现实世界中环境资源作为生态系统基石所承载的非经济价值，以及其对人类与自然生态系统所蕴含的深远意义与不可替代性[3]。

推动元宇宙向绿色化转型的核心动力无疑在于技术赋能，通过持续的技术革新与优化，以实现更为显著的减排效果。值得注意的是，与现实世界的减排策略相比，元宇宙国际法律框架的建构面临着更为复杂且多元的挑战，其中尤为关键的是要求发达国家承担起以合理且透明的价格向发展中国家转让先进碳减排技术的责任与义务，以此作为推动元宇宙实现零碳计算能力、促进全球环境可持续发展、构建人类命运共同体的重要途径与坚实保障。

3. 绿色元宇宙治理的国内法律规制

“实现碳达峰碳中和，是经济社会领域一场广泛而深刻的系统性变革。基于我国能源资源禀赋，我

们需坚持先立后破的原则，有计划、分步骤地推进碳达峰行动。”在此背景下，元宇宙作为新兴的数字世界，其发展无疑需要绿色能源的强力支撑。然而，元宇宙的构建与运行，因其高能耗特性，极有可能成为高碳排放的源头，对气候变化产生深远影响。面对元宇宙所带来的这一全新挑战，我们亟需明确一个核心问题：在元宇宙这一新兴领域中，碳排放的责任应当由哪些法律主体来具体承担？在元宇宙时代的大潮之下，现实世界的法律主体已经历了科技、信息及数字元素的深刻重塑，以“数字身份”的全新姿态活跃于虚拟空间之中。因此，当元宇宙的活动引发碳排放时，这些“数字身份”背后的真实法律主体是否应当被揭示，以及揭示后应遵循何种碳减排责任规则，已然成为绿色元宇宙治理体系构建中无法绕开的核心议题。对此，深入探索国内法对于这一新兴领域的有效规制路径，不仅对于维护元宇宙的健康发展至关重要，更是确保元宇宙能够朝着绿色、低碳方向持续演进的关键所在。

（一）建立元宇宙绿色能源流通追溯制度

在探索与构建绿色元宇宙这一前沿科技领域的宏伟征途中，建立绿色能源流通追溯制度成为了确保能源高效利用、促进低碳转型、保障环境可持续性的关键基石。该制度的核心并非对物理能源本身进行泛化追踪，而是围绕元宇宙运行核心能耗对应的绿色属性凭证构建全面、精确、可追溯的数字化管理体系，重点解决绿色电力证书(REC)在元宇宙场景中的法律认定与流通衔接问题，为元宇宙算力支撑环节的低碳属性核验提供规则基础。这一制度框架的搭建，标志着绿色元宇宙在能源管理层面迈出了从理论探索到实践应用的重要一步，更实现了与现实绿色能源消费体系的法治衔接[4]。

具体而言，建立元宇宙绿色能源流通追溯制度，首先需锚定追溯核心载体，明确绿色电力证书(REC)在元宇宙场景中的法律认定标准。根据《中华人民共和国能源法》第三十四条第二款规定，国家通过实施绿证等制度建立绿色能源消费促进机制，而绿证作为可再生能源电量环境属性的唯一证明，是认定可再生能源电力生产、消费的法定凭证。元宇宙场景下的能源追溯制度，应将这一法定标准延伸至虚拟空间，明确元宇宙中算力运行消耗电力对应的绿证核验要求——即1个绿证对应1000度可再生能源电量的法定标准同样适用于元宇宙算力能耗核算，算力运行所依托的物理电力消费必须通过合规绿证完成绿色属性确权，且该确权结果应作为元宇宙能源追溯的核心依据。这一法律认定逻辑既规避了虚拟空间中物理能源追踪的技术与法律困境，又实现了与现实绿色能源监管体系的无缝衔接。在追溯范围与规制对象的界定上，需打破“全环节泛化监管”的传统思路，明确区分算力提供者与终端用户的差异化规制责任。从元宇宙能源消耗的核心逻辑来看，算力提供者(包括云服务企业、数据中心运营方、区块链节点维护方等)是能源消耗的直接责任主体，应作为法律规制的核心对象，这一界定与《电力市场监管办法》中将储能企业、虚拟电厂等能源消费主体纳入监管范围的逻辑相一致。具体而言，算力提供者需承担绿证的获取、核验与溯源申报义务，在追溯平台中实时上传算力运行对应的绿证编码、发电项目信息、交易凭证等核心数据，确保每单位算力消耗的绿色电力属性可查可验。而终端用户(包括元宇宙平台运营方、虚拟资产创作者、普通用户等)则应承担绿色消费的注意义务，其在选择算力服务时需优先选用已完成绿证确权的服务产品，相关消费记录纳入追溯体系但不承担直接的绿证核验责任，这一区分既符合“谁消耗、谁负责”的监管原则，又避免了对终端用户的过度规制阻碍产业创新[5]。

在此基础上，需制定适配元宇宙场景的统一数据采集标准，明确算力提供者的数据上报义务与格式要求。参照现实绿证交易的数据规范，追溯制度应要求算力提供者遵循统一的绿证信息编码规则、算力-能耗换算标准及数据传输协议，重点上报绿证与算力消耗的匹配关系、绿证交易流转记录、算力节点能源消费实时数据等核心信息，确保数据的准确性与一致性。同时，构建高效、安全的分布式存储机制，采用区块链等加密技术实现追溯数据的不可篡改，既保障绿证信息的权威性与公信力，又落实数据安全与隐私保护要求——尤其需对算力提供者的商业数据和终端用户的个人消费数据进行分类保护，严格遵守数据安全相关法律法规，避免数据泄露与滥用[6]。为实现追溯数据的实时更新与精准监管，建立专门

的元宇宙绿色能源追溯平台成为必要之举。该平台应集成绿证核验、算力能耗匹配分析、违规预警、数据可视化展示等核心功能，能够实时监测算力提供者的绿证持有与使用状态，对未按要求完成绿证确权算力服务及时发出预警。通过数据可视化技术，平台可向监管机构提供算力行业绿色能源消费全景报告，向政策制定者输出元宇宙低碳转型的量化数据支撑，同时为终端用户提供算力服务绿色属性查询入口，助力各方精准施策。

(二) 健全元宇宙绿色能源法律监督保障

在推动绿色元宇宙构建的进程中，健全元宇宙绿色能源法律监督保障体系成为了确保能源高效利用、促进低碳转型、维护环境可持续性的重要一环。党的二十大报告明确指出，生态文明建设是关乎中华民族永续发展的根本大计，这一理念同样适用于元宇宙这一新兴的数字空间。元宇宙作为未来数字社会的重要组成部分，其绿色能源的使用与监管不仅关乎虚拟世界的健康运行，更对现实世界的生态环境产生深远影响。因此，构建一套全面、高效、适应性强的法律监督保障体系，对于引导元宇宙向绿色、低碳方向发展具有重大意义。

健全元宇宙绿色能源法律监督保障体系，首先需明确法律监督的主体与职责。政府作为法律监督的主要力量，应设立专门机构负责元宇宙能源领域的法律监督与执法工作，确保相关法律法规得到有效执行。同时，鼓励行业协会、科研机构及社会公众参与监督，形成多元共治的格局，提升监督效能。在此基础上，明确各监督主体的职责范围，确保监督工作的有序开展，避免因职责不清导致的监管空白或重叠。其次，完善法律法规体系是健全法律监督保障的基础。针对元宇宙绿色能源使用的特殊性，应制定专门的法律法规，明确能源使用标准、排放限制及违规处罚措施。同时，加强对现有法律法规的修订与完善，确保其与元宇宙发展相适应，为绿色能源的监督提供坚实的法律支撑[7]。此外，推动国际间法律法规的协调与统一，为元宇宙的绿色能源使用提供国际法律保障，促进全球范围内的绿色元宇宙建设。在监督手段方面，应充分利用现代信息技术，构建智慧监管平台。通过大数据、云计算、物联网等技术手段，实现对元宇宙能源使用的实时监测、预警与处置。智慧监管平台不仅能够提高监督效率，还能及时发现并纠正违规行为，确保绿色能源使用的合规性。同时，加强监管数据的收集与分析，为政策制定提供科学依据，推动绿色能源监管的精准化与智能化。此外，加强法律教育与宣传，提升公众对绿色能源及环保理念的认识，是健全法律监督保障体系不可或缺的一环。通过开展法律讲座、在线课程、公益广告等多种形式，普及绿色能源知识，增强公众的法律意识与环保责任感。最后，健全法律救济机制，保障受害者的合法权益。当元宇宙中的能源使用行为对他人或环境造成损害时，应提供有效的法律救济途径，确保受害者能够及时获得赔偿与救济。同时，加强对违规行为的查处与惩罚，形成强大的法律震慑力，维护绿色元宇宙的健康发展[8]。

(三) 完善元宇宙产业链企业的双碳治理责任

在推动绿色元宇宙构建的宏伟蓝图中，深化元宇宙产业链企业的双碳治理责任，不仅是践行碳达峰、碳中和战略的核心要素，也是驱动元宇宙产业稳健前行、持续繁荣的内在逻辑。党的二十大报告深刻指出，要积极稳妥推进碳达峰碳中和工作，这为元宇宙产业的绿色发展路径提供了根本遵循。元宇宙，作为数字经济与实体经济深度融合的典范，其产业链横跨基础设施建设、内容创新、平台运营及用户交互等多个维度，每一环节都与能源消耗及碳排放息息相关。因此，强化元宇宙产业链企业在双碳治理中的责任担当，对于引领整个产业迈向绿色、低碳的转型之路具有深远意义。

首要之举在于，精确界定元宇宙产业链各企业在双碳治理中的具体职责，这是构建责任体系的基石。这要求从产业链上游的硬件设备供应商、中游的平台服务提供商，直至下游的内容创作者，均需将节能减排、绿色发展的理念内化于心、外化于行。硬件供应商需致力于产品设计优化，选用环保材料，提升能效等级，减少生产环节的碳足迹；平台服务商则需优化算法逻辑，降低服务器能耗，推广绿色数据中

心，并激励用户采取低碳行为；内容创作者则需在创作实践中融入环保理念，避免不必要的能源损耗。通过细化各环节企业的双碳责任，汇聚成产业链整体的节能减排合力，共筑元宇宙产业的绿色未来。

进而，建立健全双碳治理的正向激励与反向约束双重机制，是激发企业活力、确保责任落地的关键所在。政府应出台一系列政策措施，对积极践行双碳治理责任的企业给予税收减免、财政补贴、荣誉奖励等正向激励，以经济杠杆撬动企业绿色转型的积极性。同时，构建严密的监管体系与惩罚机制，对未能有效履行责任的企业实施公开曝光、行政处罚乃至法律追责，形成强有力的反向约束。通过正向激励与反向约束的有机结合，激发企业履行双碳责任的内在动力，促进形成绿色、低碳、循环的元宇宙产业生态。

再者，鼓励元宇宙产业链企业加大研发投入，加速绿色低碳技术的创新与应用，是推动产业绿色转型的重要支撑。这涵盖高效节能技术、清洁能源利用、碳捕捉与封存等多个领域，通过技术创新显著降低产业链各环节的碳排放强度。同时，强化产学研用深度融合，加速绿色低碳技术的成果转化与市场推广，打造技术引领、创新驱动的绿色元宇宙发展模式。并且，加强国际合作与交流，共同应对元宇宙产业双碳治理的全球挑战，是构建绿色元宇宙不可或缺的一环。元宇宙作为新兴的全球性数字生态，其双碳治理不仅关乎国内产业的绿色发展，也深刻影响着全球气候治理的进程。因此，应积极融入国际规则制定，深化与国际组织、跨国企业的合作，共同探索元宇宙产业双碳治理的较优实践，推动形成全球统一的绿色元宇宙标准体系[9]。同时，提升公众对元宇宙产业双碳治理的认知度与参与度，是完善责任体系的关键补充。通过媒体宣传、教育普及、公益活动等多种渠道，广泛传播元宇宙产业双碳治理的知识与理念，增强公众的环保意识与责任感。鼓励公众通过绿色消费、低碳生活等实际行动，支持元宇宙产业的绿色发展，营造全社会共同参与、共同监督的良好氛围。

4. 绿色元宇宙治理的国际法律规制

我国强调能源革命的重要性，以及煤炭的清洁高效利用、油气资源的勘探开发和新型能源体系的加快建设，旨在确保能源安全的同时，推动能源结构的绿色转型。鉴于全球各国在碳减排技术研发与掌握程度上的差异，绿色元宇宙的治理亟需构建一套国际法上的义务与责任机制，以确保技术持有国能够在公平、强制的基础上转让相关技术。此举不仅彰显了对国际社会的道义责任，更构成了国际法上的明确法律义务，对于推动全球绿色转型具有重要意义。

（一）国家主体对元宇宙绿色转型升级负有促进义务

国家主体在推动元宇宙绿色转型升级中扮演着至关重要的角色，并负有不可推卸的促进义务。这一义务不仅源于对全球气候变化的深刻认识与积极应对，更是基于对元宇宙作为数字经济新前沿的可持续发展考量。随着元宇宙技术的迅猛发展与应用的广泛拓展，其能源消耗与碳排放问题日益凸显，成为制约其长期健康发展的关键瓶颈[10]。因此，国家作为元宇宙发展的主要推动者与监管者，必须承担起引领元宇宙绿色转型升级的重任，通过制定与实施一系列政策、法规与国际合作措施，确保元宇宙在快速发展的同时，能够有效降低碳排放，实现绿色、低碳、可持续发展目标。具体而言，国家主体在推动元宇宙绿色转型升级中的促进义务主要体现在以下两个方面：一是建立健全元宇宙碳排放的统计、核算与报告体系，确保数据的准确性与透明度，为国际组织的审核与监督提供有力支撑；二是加强与国际组织及他国的政策对话与协调，共同制定元宇宙双碳治理的国际规则与标准，推动形成公平、合理、有效的国际治理体系。

在此过程中，国家主体需充分发挥政策引导与市场机制的双重作用，既要通过政策手段激发企业与社会界的积极性与创造力，推动绿色低碳技术在元宇宙领域的广泛应用与产业化发展；又要通过市场机制调节资源配置，引导资本、技术等要素向绿色低碳领域聚集，形成绿色、低碳、循环、可持续的元宇

宙产业生态。同时，国家主体还需加强国际合作与交流，共同应对元宇宙碳排放问题，推动全球元宇宙的绿色转型进程，为全球气候治理贡献重要力量[11]。

(1) 国家在元宇宙产生的碳排放应接受国际组织审核

在推动元宇宙绿色转型升级的过程中，建立健全元宇宙碳排放的统计、核算与报告体系，无疑是确保数据准确性与透明度、为国际组织的审核与监督提供有力支撑的关键环节。这一体系的构建不仅关乎元宇宙自身的可持续发展，更是全球气候治理框架下，各国共同应对气候变化挑战、实现绿色低碳发展目标的重要基石。

作为元宇宙碳排放的统计、核算与报告体系，旨在全面、准确、及时地反映元宇宙在运行过程中产生的碳排放情况，为政策制定、监管执行及国际合作提供科学依据。该体系的建设应涵盖以下几个核心要素：一是明确统计范围与核算方法。鉴于元宇宙的虚拟性与跨界性，其碳排放的统计范围需涵盖元宇宙平台运营、用户活动、数据处理与传输等多个环节，同时结合最新的碳排放核算标准与方法，确保数据的准确性与可比性。二是建立统一的数据采集与报告机制。通过设立专门的数据采集平台或系统，实现元宇宙碳排放数据的实时采集、汇总与分析，并定期向国际组织及相关利益方提交碳排放报告，增强数据的透明度与公信力。三是强化数据质量控制与审核机制。建立严格的数据质量控制流程，包括数据校验、异常值处理、第三方审核等环节，确保数据的真实性与可靠性[12]。同时，接受国际组织的定期审核与监督，及时发现问题并予以纠正，不断提升数据质量与管理水平。

在构建元宇宙碳排放统计、核算与报告体系的过程中，还需注意以下几点：一是加强技术研发与创新。针对元宇宙碳排放统计与核算中的技术难题，如虚拟空间碳排放量的准确估算、用户活动碳排放的量化方法等，加大科研投入，推动技术创新与突破，为体系的构建提供坚实的技术支撑。二是推动国际合作与交流。元宇宙作为跨国界的数字空间，其碳排放问题具有全球性特征。因此，国家间应加强政策对话与技术交流，共同探索元宇宙碳排放统计与核算的国际标准与方法，推动形成全球统一的元宇宙碳排放治理体系。三是强化政策引导与激励。政府应出台相关政策，鼓励企业积极参与元宇宙碳排放的统计与核算工作，对表现突出的企业给予表彰与奖励，同时加大对违规行为的处罚力度，形成有效的政策激励机制。此外，元宇宙碳排放统计、核算与报告体系的构建还需与全球气候治理体系相衔接。一方面，积极参与国际气候谈判与协商，推动将元宇宙碳排放纳入全球气候治理议程，为元宇宙的绿色转型争取更多的国际支持与资源[13]。另一方面，加强与国际组织的合作，借鉴其在碳排放统计与核算方面的先进经验，不断提升我国元宇宙碳排放统计与核算体系的专业化与国际化水平。

(2) 元宇宙应形成双碳治理国际合作格局

在促进元宇宙向绿色发展模式转型的过程中，强化与国际机构及外国政府的政策沟通与协作，携手构建元宇宙领域双碳目标的国际规制与准则框架，是构建公正、合理且高效的全球治理架构中的核心步骤。这一举措不仅有助于应对元宇宙快速发展所带来的碳排放挑战，更是全球气候治理框架下，各国携手合作、共同应对气候变化挑战的重要体现。为此，各国需秉持开放、包容、合作的精神，通过多边或双边渠道，在元宇宙双碳治理问题上展开深入交流与探讨[14]。在此共识基础上，应着手共同制定元宇宙双碳治理的国际规则与标准，明确各国责任与义务，确保元宇宙的绿色发展路径与全球气候治理的总体目标相契合。在制定过程中，务必充分考量元宇宙的虚拟性、跨界性、创新性特征，以及各国在元宇宙发展程度、碳排放治理水平等方面的差异，通过广泛咨询、深入研究，确保规则与标准既科学合理，又具备实践可行性，并随元宇宙技术进步与碳排放治理需求的变化而适时调整优化。进一步而言，推动形成公平、合理、有效的国际治理体系，要求各国在元宇宙碳排放治理实践中，既要遵循共同但有区别的责任原则，确保减排责任分配兼顾历史排放、发展水平、减排潜力等因素；又要深化国际合作，加强在技术研发、资金投入、能力建设等方面的协同，汇聚全球力量，共同应对元宇宙碳排放挑战。同时，加强与

国际组织在元宇宙双碳治理领域的合作至关重要。通过积极参与国际组织的相关活动，借鉴先进经验，促进全球性的元宇宙碳排放治理框架的形成。并且，鼓励国内相关机构如企业、高校及科研机构等，与国际同行建立紧密联系，共同参与国际组织的元宇宙碳排放治理项目，加速治理技术的研发与普及。

(二) 国家主体对绿色元宇宙双碳治理技术负有转让义务

在绿色元宇宙治理领域，一个亟待解决的法律挑战在于，掌握元宇宙双碳治理技术的发达国家需切实履行其治理技术转让义务，让更多的发展中国家能够参与进绿色元宇宙治理中去。这一义务的履行至关重要，因为若技术持有国未能主动分享其技术优势，元宇宙的可持续发展将面临严峻挑战。缺乏先进的碳减排技术，元宇宙将难以有效削减其运营过程中的碳排放，进而可能加剧全球环境恶化，导致元宇宙失去足够的生态能量支持，难以维持其内部生态系统的平衡与稳定，更遑论实现长远的自我发展与繁荣。因此，推动绿色元宇宙治理技术的全球共享，不仅是应对环境危机的迫切需求，更是确保元宇宙未来可持续发展的重要基石。

(1) 国际立法确立元宇宙双碳治理技术的转让制度

在绿色元宇宙治理这一新兴且复杂的领域中，国际立法扮演着至关重要的角色，特别是在确立元宇宙双碳治理技术转让制度方面。这一法律框架的构建，旨在通过规范性的国际机制，确保先进的碳减排技术得以在全球范围内共享与高效利用，为元宇宙的绿色转型与可持续发展奠定坚实基础，同时也是对全球气候变化挑战的积极回应与长远布局[15]。

细而言之，国际立法需明确界定元宇宙双碳治理技术转让的基本原则，包括但不限于技术的公共属性、公平获取、非歧视待遇等核心价值，以此作为指导各国技术转移实践的根本遵循。在此基础之上，立法还需详尽阐述技术转让的具体规则与程序，如设立专门的技术转移基金，为发展中国家提供必要的财政支持，以缓解其在技术获取方面的资金压力；构建开放、透明的技术转移平台，促进技术信息的快速流通与高效匹配，降低技术转移的信息壁垒；以及制定科学、公正的技术评估与定价机制，确保技术转让价格的合理性与透明度，防止技术垄断与高价转让现象的发生，维护全球技术市场的公平竞争。尤其值得关注的是，国际立法应着重强调技术供方与技术受方的共同责任与互利共赢，鼓励双方通过技术许可、共建研发中心、联合研发项目等多种形式，建立长期稳定的合作关系，共同推动绿色元宇宙双碳治理技术的创新与应用。这种合作模式不仅能够加速技术的传播与普及，还能促进全球范围内技术创新的协同发展，为元宇宙的绿色转型注入源源不断的活力。除此之外，国际立法还应注重与国际组织、非政府组织及私营部门的紧密合作，共同推动元宇宙双碳治理技术的全球共享与普及。通过加强政策协调、信息共享与资源整合，形成政府引导、市场驱动、社会参与的多元化技术转移体系，为元宇宙的绿色转型与可持续发展提供全方位的支持与保障[4]。并且，国际立法还应构建有效的监督机制，对技术转让的实施情况进行定期评估与反馈，确保各项政策与措施得到有效执行，技术转移成果真正惠及全球。这一监督机制应具备独立性、专业性与透明度，能够及时发现并解决技术转让过程中存在的问题与挑战，为元宇宙的绿色转型与可持续发展保驾护航。

(2) 建立元宇宙双碳治理技术的激励相容共享机制

首先构建跨国界的元宇宙双碳技术合作机制是核心路径，这一机制的设计需充分契合《与贸易有关的知识产权协定》(TRIPS 协定)的核心精神与具体条款。TRIPS 协定第 7 条明确将“促进技术创新、转让与传播”列为知识产权保护的核心目标之一，第 8 条进一步规定发达国家成员应激励境内企业与机构向最不发达国家成员转让技术，以帮助其建立可行的技术基础。基于此，各国可依托多边合作平台搭建元宇宙双碳技术合作网络，推动技术供方与受方通过联合研发、技术许可、共建创新中心等形式建立长期稳定的协作关系。这种合作模式既符合 TRIPS 协定对技术转让的规制导向，又能通过资源共享、优势互补降低技术获取门槛：技术输出方可通过合作拓展市场空间、分摊研发成本，技术输入方则能借助定向

合作快速掌握适配性技术,实现双方利益共赢[16]。同时,合作过程中可引入技术适配性改造专项支持,针对发展中国家元宇宙基础设施现状优化技术方案,提升技术应用的可行性与有效性,为全球元宇宙绿色转型筑牢技术根基。

其次,建立元宇宙双碳治理绿色专利池(Patent Pool)是破解技术垄断、促进技术普惠的关键载体,其运作逻辑与 TRIPS 协定的弹性条款高度契合。TRIPS 协定允许在符合公共利益的前提下,通过合理的专利许可机制平衡知识产权保护与技术传播的关系,尤其支持为应对环境挑战而开展的专利共享实践。元宇宙双碳治理绿色专利池可由行业领军企业、科研机构联合发起,涵盖 VR/AR 低碳渲染算法、虚拟场景能耗优化、数字资产碳排放核算等核心技术领域的专利,参照“虚拟现实产业专利池”的成功经验,采用“低成本授权、共享化使用、协同化创新”的运作模式。对于发展中国家的中小企业,可设置阶梯式授权费率,甚至对最不发达国家提供免费许可额度,这一安排既保障了专利权人的合法收益,符合 TRIPS 协定的知识产权保护底线,又践行了协定第 66 条关于对最不发达国家给予技术转让特殊待遇的要求。此外,专利池应建立常态化的技术迭代机制,推动成员方共享研发成果,加速新技术的商业化应用进程,为元宇宙绿色转型注入持续创新活力[17]。

再者,构建“碳信用交易与技术抵扣”联动机制,可进一步强化技术传播的激励效应,这一机制与全球碳抵消体系的核心逻辑相契合。参考清洁发展机制(CDM)与国家核证自愿减排量(CCER)的运作经验,可将元宇宙双碳技术的转让与应用纳入全球碳信用交易体系:技术输出方若向发展中国家转让核心低碳技术,可根据技术带来的减排潜力获得相应的碳信用额度,该额度可用于抵扣自身碳排放配额或在国际碳市场交易变现。这一设计既规避了强制转让的合法性争议,又通过市场化激励调动技术输出方的积极性。从国际法层面看,该机制与 TRIPS 协定第 8 条所允许的“为保护公共利益而采取的激励措施”相兼容,同时呼应了《联合国气候变化框架公约》关于通过技术转让应对气候变化的目标要求。为确保机制有序运行,需建立统一的技术减排量核算标准,由国际权威机构对技术应用的减排效果进行审定与核查,保障碳信用额度的真实性与公信力。

(三) 国家主体履行元宇宙强制低碳减排谈判业务

在探索元宇宙这一新兴数字空间的低碳减排路径时,国家主体作为推动全球环境治理的关键力量,其履行元宇宙强制低碳减排谈判业务的角色与责任显得尤为重要。这一进程不仅要求各国政府积极参与并主导国际谈判,以制定统一、有效的元宇宙低碳减排标准与政策框架,还强调了在谈判过程中需充分平衡各国发展差异,确保技术转移与资金支持等关键要素的合理分配,从而共同推动元宇宙向绿色、可持续方向转型。

履行元宇宙强制低碳减排谈判业务时,国家主体的首要任务是构建一套涵盖元宇宙全生命周期的低碳减排标准体系。这包括从元宇宙平台的架构设计、能源使用、数据处理到用户行为引导等多个维度,设定明确的碳排放阈值与减排目标,确保元宇宙的发展不以牺牲环境为代价。为实现这一目标,各国需通过国际谈判,就元宇宙低碳减排的标准制定、监测方法及报告机制达成共识,形成具有法律约束力的国际协议,为元宇宙的绿色转型提供坚实的制度保障。在谈判过程中,国家主体还需充分考虑各国在元宇宙发展水平、技术能力、经济基础等方面的显著差异,确保低碳减排政策与措施的公平性与包容性。这要求各国在谈判桌上既要坚持原则,又要灵活变通,通过设立技术转移基金、提供能力建设支持、实施差别化减排责任等措施,帮助发展中国家克服技术障碍,缩小与发达国家在元宇宙低碳减排能力上的差距。同时,鼓励跨国企业、非政府组织及科研机构等多元主体参与谈判,共同探索元宇宙低碳减排的创新解决方案,促进全球范围内的知识共享与技术合作。此外,国家主体在谈判中还应积极倡导建立元宇宙低碳减排的激励机制,如设立碳交易市场、提供税收优惠、推广绿色金融产品等,以经济手段引导元宇宙企业主动采取低碳减排措施,激发市场活力,推动形成绿色低碳的元宇宙发展模式[10]。同时,加

强与国际金融机构的合作,为元宇宙低碳减排项目提供充足的资金支持,确保各项减排措施的有效实施。在谈判的后续执行阶段,国家主体需建立健全的监督与评估机制,定期对元宇宙低碳减排政策的执行情况进行监测与评估,及时发现并纠正政策执行中的偏差,确保减排目标的实现。同时,通过定期召开国际会议、发布评估报告等形式,加强国际交流与合作,分享成功经验,共同应对元宇宙低碳减排过程中遇到的新挑战,推动全球元宇宙治理体系的不断完善。

5. 结语

元宇宙作为数字经济的最前沿阵地,其发展潜力巨大,但同时也伴随着庞大的能源需求。若元宇宙的能源供应未能充分转向绿色化,将不可避免地加剧温室气体的排放,对全球气候系统造成深远影响,进而威胁到生态系统的稳定性与生物多样性,引发一系列连锁反应。因此,实现绿色元宇宙的愿景,不仅关乎技术进步,更需与全球碳中和及碳达峰目标下的治理策略紧密协同,形成发展与环保的良性互动。这一协同发展的关键,在于如何有效调和元宇宙领域内数字经济主导的发展模式与初期高碳排放之间的根本矛盾。一方面,需要依托绿色技术的持续创新与突破,提高能源利用效率,减少碳排放;另一方面,更需构建一套科学、系统、全面的法律法规体系,通过法律手段引导、规范元宇宙的发展路径,确保其在追求经济效益的同时,不损害生态环境。

为实现绿色元宇宙的法律治理,国际法治理路径与国内法治理路径的紧密衔接显得尤为重要。在立法过程中,应秉持“创新驱动发展”的核心理念,将绿色、低碳、可持续的理念贯穿于法律条文的始终。同时,应特别强调对碳的“非资源性环境权益”的保护,明确国家、企业及个人在这一过程中的责任与义务,确保碳资源的合理开发与利用,避免过度消耗与污染。针对元宇宙初期 NFT (非同质化代币)应用伴随的大量碳排放问题,仅凭绿色减排技术的单一手段难以彻底解决。因此,需从更广阔的视角出发,正视碳资源的独立价值,将其纳入元宇宙的整体发展规划之中,通过技术创新与制度创新,探索碳资源的循环利用与生态补偿机制,实现经济效益与生态效益的双赢。真正推动元宇宙向绿色、低碳、可持续发展的方向发展,实现人与自然和谐共生的美好愿景。

基金项目

山东省社会科学规划研究项目“碳达峰的政策支持与法治保障协同机制研究”(项目编号:22CFXJ08)。

参考文献

- [1] 程金华. 元宇宙治理的法治原则[J]. 东方法学, 2022(2): 24.
- [2] 张钦昱. 元宇宙的规则之治[J]. 东方法学, 2022(2): 11.
- [3] 赵骏. 全球治理视野下的国际法治与国内法治[J]. 中国社会科学, 2014(10): 92.
- [4] 沈伟. 数字规制的场景、困境与进路: 作为法治场域的元宇宙[J]. 政法论丛, 2024(3): 27.
- [5] Zhou, C., Zhang, W., Richardson-Barlow, C. and Zhang, Z. (2025) Navigating Carbon Neutrality: Policy Pathways and Consistency on Industrial Decarbonization in China. *Carbon Balance and Management*, 20, 66. <https://doi.org/10.1186/s13021-025-00356-7>
- [6] Yue, C., Zang, J., He, G., Luo, B., Liu, X., Zhang, L., et al. (2026) Mitigation Strategies for Achieving Carbon Neutrality in the Iron and Steel Industry—A Case Study of Sichuan, China. *Energy Conversion and Management: X*, 29, Article ID: 101476. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.101476>
- [7] 陈海嵩. 国家环境保护义务的溯源与展开[J]. 法学研究, 2014(3): 75.
- [8] 唐金环, 吴宛亭, 陈曦. 区块链技术在碳交易体系中的应用研究[J]. 中国环境管理, 2023(5): 78.
- [9] 刘冰玉. 气候治理投资安排: 溯源、沿革与新路径[J]. 法商研究, 2024(4): 60.
- [10] 邵莉莉. 碳中和背景下国际碳排放治理的“共同责任”构建——共同但有区别责任的困境及消解[J]. 政治与法律, 2022(2): 36.

-
- [11] 马腾. 以环境法权范式取代环境权利范式——从环境法现实体系出发[J]. 政治与法律, 2024(8): 135.
- [12] 田少帅. 数字经济背景下元宇宙空间的法律治理[J]. 北方法学, 2024, 18(5): 140.
- [13] 樊轶侠, 徐昊. 中国数字经济发展能带来经济绿色化吗?——来自我国省际面板数据的经验证据[J]. 经济问题探索, 2021(9): 20.
- [14] Raghutla, C., Afroz, S. and Chittedi, K.R. (2025) Environmental Policy and Renewable Energy Pathways to Carbon Neutrality. *Discover Environment*, 3, 293. <https://doi.org/10.1007/s44274-025-00499-x>
- [15] 葛金芬. 元宇宙中身份型虚拟数字人的风险及其刑法规制[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2024(5): 107.
- [16] Yan, S. (2025) Analysis of How Green Finance Helps Enterprises Achieve Low-Carbon Transformation. *Financial Economics Research*, 3, 18-24. <https://doi.org/10.70267/fer.250301.1824>
- [17] 张夏恒. 元宇宙融合新质生产力的价值维度、实现困境及推进路径[J]. 中州学刊, 2024(2): 59.