

在数字金融向全球贸易体系加速渗透的背景下，以比特币、以太币为代表的加密货币引发了广泛关注，但因其剧烈的价格波动而难以承担主流支付功能。以泰达币（USDT）和美元稳定币（USDC）为代表的稳定币则通过与法定货币建立锚定机制，既保留了基于区块链支付的高效流通与低成本等优势，又规避了传统加密货币的不稳定等不利因素，因而成为当前数字金融创新的热点。近期，美国、欧盟以及中国香港等地推出的相关法案和管理条例为稳定币发展奠定了合规基石，稳定币正受到全球合规投资者的青睐，逐步融入主流金融体系。

当前，全球稳定币总市值已突破2800亿美元，广泛应用于交易结算、跨境支付、资产代币化等场景，其发展不仅影响数字金融生态，也对金融风险防控提出新挑战。稳定币的应用依赖于市场对其的信任，这种信任既源于底层技术所构建的透明可验证机制，也离不开锚定机制的可靠性与监管保障。对此，深入理解其“稳定”背后的技术原理和信任逻辑，是把握未来数字金融创新机遇与监管潜在风险的必要前提。

稳定币的主要特征和现状

稳定币是基于区块链技术发行的数字资产，通过“锚定机制”维持其相对于法币的价格稳定。它早期在加密货币交易中作为媒介直接兑换加密货币，随后在去中心化金融生态中发展为参与借贷、质押等类金融活动的基础资产。而在加密货币交易场景之外，稳定币因其近乎实时的结算速度、低廉的交易成本和7×24小时无国界流转等优势，逐渐被应用于跨境支付和贸易结算等领域。

稳定币的发展经历了从“探索”到“规范”的演进过程：2014年，泰达（Tether）公司正式推出了USDT，这是一种以1:1法币抵押为目标的稳定币，将美元价值引入加密货币市场。凭借其直观的锚定模式，USDT迅速实现了大规模应用，成为加密生态中最主要的价值稳定工具。2017年，MakerDAO发行DAI，首创“超额加密资产抵押+智能合约清算”模式，推动去中心化稳定币发展。2020年，去中心化金融热潮带动稳定币需求激增，稳定币为高风险的加密市场引入了“稳定”这一概念，让这类复杂的金融活动得以相对安全、高效的进行。2022年，算法稳定币UST因算法失灵崩盘，引发全球监管关注。2025年美国《指导与建立美国稳定币国家创新法案》（《GENIUS法案》）、中国香港《稳定币条例》等监管法规出台，为稳定币行业奠定了合规化基础，同时也让市场各方对其发展方向有了更明确的预期，自此，稳定币进入“合规发展”新阶段。



□ 韩伟力

稳定币的技术原理与信任逻辑

当前稳定币市场呈现两大鲜明特征：一是头部集中化，截至2025年8月，稳定币总市值超2800亿美元，其中USDT以约60%的份额占据绝对主导地位，USDC等其他稳定币紧随其后，反映市场对链下资产如法币抵押模式的深度信任；二是依赖主流公链生态，以太坊、波场、Solana三大公链承载了市场大部分稳定币市值和交易量，截至2025年8月，以太坊上稳定币市值超过1370亿美元。此外，传统金融机构的加速入场和监管框架的完善，正推动稳定币向跨境支付、现实世界资产（RWA）代币化等场景深入拓展。

稳定币的技术原理

稳定币的价值稳定与安全运行，依赖于区块链、智能合约等底层技术的支撑，不同类型稳定币的技术实现路径虽有不同，但核心逻辑均为“锚定可靠、机制透明、交易安全”。

一是不同类型稳定币的技术实现差异。根据锚定机制的不同，稳定币可分为链下资产抵押型、链上资产抵押型和算法稳定币三大类。

其一，链下资产抵押型稳定币是最常见的稳定币，通过链下储备等值的法币或等价资产（如短期债券、黄金）来支撑稳定币市值。技术实现主要包括资产托管、审计验证和赎回机制三个环节。USDT和USDC是这一类稳定币的代表。

其二，链上资产抵押型稳定币通过超额抵押链上资产（如以太币）来支撑稳定币市值。以MakerDAO的DAI为例，用户需要抵押以太坊等加密资产到智能合约中，系统会根据抵押率要求（如150%）生成相应数量的稳定币。当抵押资产价值下跌导致抵押率过低时，系统会自动触发清算机制，出售部分抵押资产以维持稳定币的价值支撑。这里超额抵押的目的是为应对链上资产的波动剧烈带来的风险。

其三，算法稳定币通过算法驱动

的供需调节机制来支撑稳定币市值。其核心原理是通过智能合约自动调节稳定币的供应量：当价格高于锚定值时，协议通过增发等方式增加供应量；当价格低于锚定值时，协议则通过回购、发行债券等方式减少供应量，以此引导价格回归。

二是区块链为稳定币运营提供了信任基础设施。区块链是一种分布式记账技术，每个新生成的区块都会通过密码学哈希（一种独特的数字指纹）与前一个区块紧密相连，形成一条环环相扣的数据链，任何对历史数据的微小改动都会导致其后所有区块的“指纹”发生连锁改变，这种篡改行为会被轻易识别并拒绝。同时，通过多个或者全部节点持有同一份账本副本来保障数据的完整性，使参与者可以信任区块链上记录的数据。区块链可以发行其原生币，如以太币就是以太坊区块链的原生币。稳定币通常是基于特定区块链的智能合约来发行和管理，在稳定币参与的交易中常需要原生币来支付区块链上的交易手续费。

共识机制是区块链的核心机制，通过去中心化的共识机制，多个或者全部节点均可以参与到区块链上数据的生成。例如，以太坊采用“权益证明（PoS）”机制，基于节点持有的合规资产规模与信用状况，确定其交易验证权；波场和Solana采用“委托权益证明（DPoS）”机制，通过节点投票选举产生可信验证群体，由其负责交易验证与区块生成。因为区块链上数据的生成过程和结果均透明可查，其过程可总结为“全员参与、过程透明”，因而得到区块链生态参与各方的高度信任。

三是智能合约是稳定币运营的“自动化中枢”。智能合约是部署在区块链上的自动化执行代码，能够根据预设规则完成资产的发行、转移与销毁等操作。稳定币供应商通过智能合约实现了铸币（Mint）和销毁（Burn）功能的自动化，保证了稳定币的供应量与抵押资产的匹配关系。同

时，智能合约还负责管理抵押资产的锁定与清算，当市场出现剧烈波动时，可及时触发清算流程以防范系统风险。不同类型的稳定币在智能合约的应用重点上有所差异：在链下资产抵押型稳定币中，智能合约主要用于链上发行、赎回与审计记录；在链上资产抵押型稳定币中，智能合约承担抵押管理和风险控制的核心职能；在算法稳定币中，智能合约则负责根据市场价格变化自动调节供应量，实现价格锚定。智能合约的透明性与多中心执行不仅增强了用户信任，也降低了人为操作风险，实现了稳定币发行与管理的安全和高效。

稳定币的信任逻辑

稳定币的核心竞争力在于“信任”，即用户相信其能随时按其锚定价格兑换法币。

第一，锚定与储备机制：信任的价值根基。在锚定与储备机制的可靠性方面，三类稳定币呈现出不同特征。链下资产抵押型稳定币依赖储备资产真实性、流动性，及发行机构合规运营与透明审计。以USDC为例，其储备以现金、短期美国国债为主，每月经第三方验证，因而可信度相对较高。验证范围、审计频率、机构独立性及储备中高流动性资产占比等因素，是该类稳定币风险控制的关键。

链上资产抵押型稳定币依托超额抵押与自动化清算的双重防护。DAI等币种设置不低于150%的抵押率，为价格波动预留缓冲空间，而智能合约驱动的清机制确保质押资产价格触底与清算阈值时，自动触发的拍卖流程能快速回笼资金。抵押资产分散度（避免单一资产占比过高）、预言机喂价准确性及治理机制应急响应能力，是该类稳定币风险控制的关键。

算法稳定币的价格稳定机制则存在结构性缺陷。其无实际资产抵押的设计，使其稳定性完全依赖供需调节算法与市场套利行为的有效性。

第二，技术保障的可验证性：信

任的透明支撑。技术并非信任的唯一来源，但为信任提供了“可验证、可追溯”的工具。一方面，区块链的透明性让稳定币“关键数据可查”，无需依赖发行机构“单方面声明”；另一方面，智能合约的开源性让“机制规则可审”，全球开发者可共同审计代码漏洞，发现问题后通过社区治理提出修复方案（如DAI曾通过社区投票优化清算机制），形成“技术共识监督”，减少“暗箱操作”风险。此外，智能合约中可以嵌入合规规则，从合约层面直接对稳定币活动进行及时监管。

第三，监管法规的约束：信任的制度保障。如果说技术与储备是“内在信任”，监管则是“外在信任补充”。稳定币的信任构建离不开清晰、稳健的监管法规约束。通过明确规则减少市场乱象，可以让用户对稳定币的合规性、安全性更有信心。

当前，全球各主要法域正积极探索将稳定币纳入有效监管的轨道，以维护金融稳定、保障用户权益，为市场健康发展提供明确的规范预期。无论是美国的《GENIUS法案》、欧盟的《加密资产市场监管法案》（MICA），还是中国香港于2025年8月1日生效的《稳定币条例》，基本上都从发行人准入许可、储备资产管理、用户权利保障、全面信息披露等方面构建起严密的规则框架，落实“相同活动、相同风险、相同监管”原则。这些监管措施既防范“发行机构违规操作”（如超发、挪用储备），也为用户权益提供“制度兜底”，让稳定币从“缺乏监管的创新尝试”转向“合规化的金融工具”。

挑战与展望

从实践来看，稳定币的发展在监管技术、市值稳定、制度和治理三个方面存在严峻挑战。

一是监管技术的挑战。许多稳定币交易发生在去中心化平台或个人钱包之间，绕过了传统金融行业所需要的KYC（Know Your Customer）等合

规程序。目前仍缺少面向全球范围的稳定币及区块链链上交易的大规模监管基础设施，进入稳定币及区块链生态的资金很难被追踪和处置，这一现状导致稳定币及区块链生态实际上为勒索、洗钱、诈骗等非法活动提供了便利。

二是市值稳定的挑战。对于法币抵押型稳定币而言，其市值支撑高度依赖储备资产的透明度与定期审计，但过往市场中曾多次出现储备信息不透明、稳定币价格脱锚等事件，引发了广泛的市场恐慌情绪。

三是制度和治理的挑战。稳定币的全球化运营特征与各国分而治之的监管现状形成尖锐矛盾，有效的国际监管协调机制仍然缺失，难以应对其带来的跨境挑战。此外，稳定币对国内多数民众来说是个全新的概念，老百姓很容易落入各种骗局，因而亟待加强社会层面的知识普及和风险警示教育。

展望未来，得益于跨境支付场景的拓展，稳定币供应量或将从当前的数千亿美元规模继续大幅攀升至数万亿美元。一是稳定币有望逐步渗透至供应链金融、房地产代币化等领域，推动其从单一支付工具向主流金融基础设施蜕变；二是监管环境日趋成熟，美国、欧盟、中国香港等主要经济体的监管框架将为稳定币发行商提供清晰合规指引，进一步吸引各类机构参与市场布局；三是技术创新加速突破，一些有效提升底层网络的可扩展性与能兼顾监管的隐私保护能力的解决方案有望落地。

为应对稳定币发展过程中的各类挑战，需构建多维度综合应对策略：在监管技术层面，应加大研发投入力度，推动面向全球区块链生态的监管基础设施建设，通过大数据和人工智能技术保障稳定币生态的有序合规创新。推进智能合约标准化开发体系建设，引入人工智能驱动的智能审计工具，实现代码漏洞的自动化检测，同时将监管规则更大程度地融入合约，切实降低系统性风险。在提升锚定机制与储备管理的可靠性方面，通过建立实时储备证明系统、引入独立第三方审计机构等方式，督促发行商主动、透明地披露资产明细与运营数据，进而强化用户对稳定币的信任及市场生态共识。在制度和治理方面，推动国际间协同合作，建立一致性的监管协作流程，减少跨境合规壁垒；与此同时，还应加强国内用户教育，提升公众数字金融素养，增强用户风险防范意识，遏制诈骗等违法违规行为。（作者系复旦大学软件学院副院长）



科技重新定义电影美学

□ 龚波

近期，中国首部高格式拍摄太空电影《窗外是蓝星》的首映引发关注，该片借助先进技术带来的高画质、高沉浸感视听体验，让观众仿佛身临其境感受太空魅力，淋漓尽致地展现出科技赋能电影艺术带来的巨大能量。事实上，电影自诞生之初，便是科技与文化深度交融的结晶。从无声迈向有声、由黑白转为彩色、从依赖胶片过渡到数字时代，再到当下电影高技术格式与直显放映的普及，电影艺术的每一次革新，都深深烙印着技术进步的痕迹。科技发展不仅重塑了电影的表现形式，更持续拓展电影美学的疆界，让电影艺术不断焕发新的生命力。

制作端智能化生产 激发电影美学创意

近年来，随着智能科学技术的突破性发展，电影制作领域正经历着前所未有的智能化变革。人工智能（AI）作为核心技术引擎，已渗透到电影制作的各个环节，不仅提升了电影制作效率，更深刻影响着电影的视觉效果与美学表达。人工智能生成内容（AIGC）工具可生成图像、视频、3D模型等视觉元素以及对白、音效、音乐等声音元素，其效率远超传统创作方式，内容丰富多样且极具创新性，为创作者提供源源不断的创意支持。特别是针对超现实、风格化、微观等传统技术难以实现的效果，AIGC能快速生成并支持调整修改，在拓展影像美学表现维度上展现出独特优势。与此同时，电影制作软件和工具正加速AI升级，不仅为创作者提供画面色彩

搭配、构图比例、光影效果等美学建议，实现画面内容快速修改，还能提升画面分辨率、帧率等技术指标，推动电影美学进入智能化创作的新阶段。

目前，AI减龄、AI配音等技术已在《流浪地球2》《长安三万里》等院线影片中实现成熟应用。电影科研机构、制片机构联合设计研发的电影级图像智能生成、AI升帧、超分和图像智能检测技术，已示范应用于电影制作与票房核验，支持将画面提升至4K/48fps以上高技术格式，使运动场景更加流畅自然。应用AI技术实现静态图像动态化的国内首部AI+院线映前公益图片短片《故乡》，创造出独特的视觉审美。

放映端高品质呈现 强化电影美学质感

高品质电影制作依赖高品质放映技术的完美呈现。目前，电影放映技术正朝着高分辨率、高亮度、高帧率、高动态范围、高均匀度、宽色域和沉浸声的高技术格式方向演进，我国电影放映自主创新成果显著，技术成果不断转化成为优质的声光美学体验。

在视觉体验上，LED放映技术采用自发光LED电影显示屏替代传统投影系统，具有光感均匀、明暗细节丰富、色彩还原度高、纹理表达细腻、动态范围突出等显著优势。我国在LED多个关键制造环节实现自研，拥有LED完整产业链，具备全球产业优势；多个自主研发的LED电影放映系统（透声/非透声）已通过数字电影倡

导组织（DCI）认证并实现规模化商用。为充分发挥LED技术特性，中国电影科研所、中影、华夏等机构已为多部重点影片制作了LED高格式版本，有力推动了国产LED放映新技术的普及应用。

在听觉体验上，基于对象的沉浸式声技术通过为声源对象赋予三维空间坐标，实现了声音在影院空间的精确定位与动态渲染，使电影声音呈现出真实准确的空间关系，不仅具备精准的方位感和距离感，还能展现声音的运动轨迹和层次变化，创造出极具立体感、层次感的沉浸式听觉体验，显著增强了电影的感染力与表现力。目前，符合国际规范的中国自主知识产权沉浸式声技术，已进入产品化和市场推广阶段。

新业态沉浸式体验 拓展电影美学边界

在虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）等沉浸式技术快速发展的推动下，电影产业正经历从被动观看到主动参与的全面革新，重新定义了观影体验的本质特征，为电影美学发展开辟全新路径。

虚拟现实电影是指运用虚拟现实（含增强现实、混合现实）有关技术制作、采用头戴式显示设备等虚拟现实终端观赏、用于电影院等固定放映场所公开放映的新形态电影。借助头戴式显示设备，观众可以自由转动头部，沉浸观看360度全景环绕的电影；也可以起身行走、亲手触摸，自由探索叙事空间。这便将传统的银幕叙事转变为沉浸式的空间互动，将静

态观影升级为动态体验，这是科技发展触发的又一次电影美学革命。今年，全国首家虚拟现实多厅未来影院落户西安，《唐宫夜宴》等虚拟现实电影获得公映许可证。电影行业聚焦VR电影技术研发、技术标准研制等重点工作，协同构建以观众体验为中心的新型电影美学体系，推动电影向沉浸式、交互式的新体验稳步迈进。

未来科技赋能电影 美学创新的挑战与思考

电影正加速向智能化、虚拟化、多元化、沉浸式、交互式方向演进，不断突破摄制放映的品质上限，并催生出全新电影模式，持续拓展美学边界。中国电影科技正处于从跟跑、并跑到领跑的关键转型期，如何用技术赋能电影美学重塑，既充满机遇也面临挑战。

推动前沿科技与电影美学深度融合。电影经历百余年的发展，已形成一套专业且复杂的工业技术体系。当前，前沿科技的涌现正推动制作流程向智能化升级，进而引发电影美学的发展变革。然而，这些科技成果往往难以达到电影的高技术指标要求，在美学呈现的细腻度与感染力方面仍有欠缺，同时需要应对AI版权安全、技术伦理等新兴挑战。行业需立足电影特性，在叙事节奏、镜头语言和美学风格等方面探索技术与美学的最佳契合方式，让科技创新切实推动电影叙事与视音频呈现的突破发展，推动电影艺术迈向新的高度。

构建技术标准体系支撑电影美学创新。我国电影发行放映标准相对完

善，在国际标准化进程中发挥日益重要的引领作用。中国主导的首个电影国际标准ISO 59261：2023《数字影院立体放映技术要求 and 测量方法》已正式发布，中国牵头的ISO/AW 125338《数字电影LED影厅光学技术要求和测量方法》、人工智能电影应用特别项目也已正式立项。与放映领域相比，创作制作领域标准建设滞后，标准体系存在结构性失衡，难以满足新技术、新业态带来的美学创新需求。电影行业需深入调研前沿技术应用现状，科学研判标准化需求，着力构建适应技术迭代、符合市场需求和电影美学特点的标准体系，引领支撑电影产业高质量发展。

加快科技自主创新彰显东方美学风采。目前，我们在核心器件与芯片、基础模型与算法、底层原创技术、后期与特效制作工具等领域仍存在较明显的技术依赖，电影创制仍受西方创作逻辑、审美偏好、美学范式影响。电影行业将集中攻关，突破关键核心技术“卡脖子”难题，实现从内容创作、智能摄制到设备装备的全生态、全周期、全链条、全要素、全方位国产化，为中国电影美学的创新创意、表达呈现，提供坚强的技术和标准支撑。

〔作者系中国电影科学技术研究所（中央宣传部电影技术质量检测所）所长〕

