



虚拟制作，至臻之境：实时特效开创先河

借助数字工具和技术，影视片场已能实现虚拟特效，制作更加灵活多样、经济高效，展现空前创造力。

Chris Arkenberg, Jeff Loucks, Kevin Westcott, Gillian Crossan

虚拟制作工具和技术正在逐步革新影视制作方式。虚拟制作可以将后期制作中的图像及视觉效果通过电脑实时生成，投向实体片场，从而提升制作效率，缩短制作时间。德勤全球预测，到2023年，虚拟制作工具市场将增长至22亿美元，比2022年预估的18亿美元高20%。这一增长由多股力量推动：影视内容高度依赖数字制作，其受众进一步扩大；流媒体视频服务希望通过此类内容增加片量，降低成本；远程办公、异地办公致使数字工具重要性进一步提升；以及部分顶

尖游戏引擎提供商希望进一步扩展电影和视频制作市场服务。

虚拟制作，焕发新境

多年来，电脑三维动画和视觉特效始终是丰富电影叙事的两大工具。2001年，根据J.R.R.托尔金《指环王》拍摄的同名电影便已显露数字工具和技术的不俗实力，开创视觉叙事的全新境界。

然而，在拍摄幕后，现场布景和后期制作尚不能完美结合。演员在绿幕前表演，被要求想象着后期将要添加的场景和特效。导演和摄像师在片场看到的是穿着动作捕捉服的演员，而非经过3D渲染后呈现的荧幕形象。特效场景无法可视化，只有等到后期制作才能见分晓。另外，许多镜头需要在现场完成拍摄，因此制作方必须将专业团队和道具请到现场，克服当地多种突发状况，在投入大量资金和时间的同时面临着高度不确定性。随着越来越多的影视工作室涌入市场，降低制作成本、缩短时间周期的压力与日俱增，影视制作方越发感到疲于应付。

而虚拟制作恰好能带来更大的制作自由度和灵活性。凭借游戏引擎、LED光源和增强现实等技术，虚拟制作可以将电脑实时生成的图像和视觉特效直接加入拍摄，片场所有人都能直接看到画面并与之互动。拍摄场景可以在游戏引擎中搭建，也可以使用摄影测量法进行捕捉，例如，可以通过扫描某个巴黎街区的所有平面，为其创建3D模型，之后这个街区的虚拟场景和视觉特效便可以在LED发光体上以高分辨率渲染呈现。换言之，在拍摄片场的幕墙和天花板安装LED，位于美国加州的影棚便摇身一变，成为巴黎街区的布景。演员身临数字场景，感受着虚拟元素，表演更加自然。借助摄像机的AR技术叠加，掌机和摄影师能够更快追踪动态的数字资源，如动作捕捉演员饰演的虚拟角色。舞台摄像机可以与虚拟摄像机紧密配合，精确追踪物理空间和虚拟空间中的运动。

虚拟制作带来的收益不仅能在拍摄现场体现，对制作人员而言，还是提升电影制作灵活性的法宝。例如，数字场景中的物体可以按需随意排布，真实布景、虚拟布景的灯光也可以轻松配合。不仅缩短制作时间，而且降低成本，消除时间和空间限制，开启创造的新篇章。¹

影视工作室开始支持更多种类的流媒体视频服务，甚至推出自家流媒体服务，在此背景下，许多大型影视制作项目开始采用虚拟制作技术。如工业光魔(ILM)采用虚拟制作技术，将部分室内影棚和室外场地打造为2019年美剧《曼达洛人》中的布景，将一个电影级视效的星际宇宙搬上了流媒体电视。²人们认为，这部剧的成功进一步催化了虚拟制作的推广。³

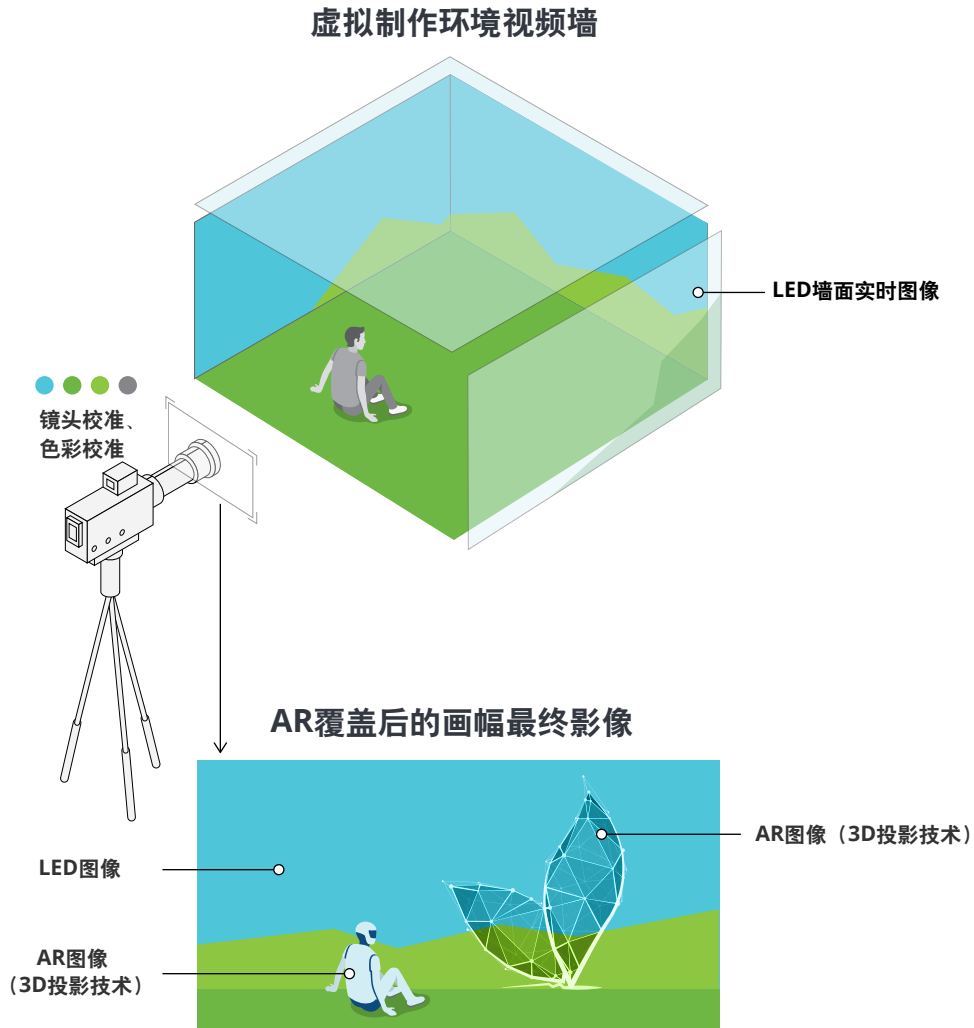
对于蔚为壮观的奇幻世界特效，观众从未厌倦。过去十年中，冒险片和动作片已经成为最成功的电影题材，奇幻片、科幻片紧随其后。这些类型的影片为三维动画和视觉特效提供了完美的展示舞台，但也对虚拟制作能力提出了越来越高的要求——化腐朽为神奇，把演员和观众带入一个天马行空的世界。⁴领先的流媒体视频服务商也借助这类影片填充节目单，虚拟制作技术成为满足观众严苛期望的制胜武器。⁵

新冠疫情进一步突显虚拟制作的价值，促进虚拟制作的普及。⁶在领先媒体和娱乐公司推出流媒体视频服务之际，疫情导致的停业和社交距离的要求使得观众从影院和移动端观影转为居家刷片。

图 1

虚拟制作在真实世界实现数字效果

LED墙面展现虚拟场景和元素，AR（增强现实）技术则为电影制作者创造实时叠加效果，如角色在演员身上的呈现



资料来源：德勤分析。

流媒体平台和影视工作室需要在不牺牲内容数量或质量的情况下充实原创片单，由此带动了虚拟制作和虚拟特效的普及，尤其是更依赖视觉特效的影视内容。新冠疫情之下，惯常同地办公的制作团队

开始采用远程和分布式办公方式。在专业制作人员无法前往拍摄地点或缺席片场的情况下，制作单位的解决方案是通过虚拟制作复刻拍摄要素。

视频游戏高仿真技术的进步，成为虚拟制作发展的关键驱动因素。Epic Games公司的虚幻引擎便是公认的业界先驱，借助高性能计算、3D建模和物理学原理，将费时费力的后期制作升级为真实质感的现场即时渲染，借此实现自身游戏技术实力的进一步提升。⁷其他包括Unity平台在内的游戏引擎领导

者也不断推动3D游戏体验和2D叙事的融合，未来将可能创造全新的IP、观众体验和娱乐形式。在通往元宇宙这块淘金热土的途中，电影和游戏之间的联动结合或可解锁集电影叙事、沉浸式社交游戏和网络直播于一体的全新娱乐形式。

小结

虚拟制作已经在影视制作业内占有一席之地，正积蓄能量由早期使用者阶段步入早期大众阶段。⁸由于大大提高了影视从业者和制作团队的灵活性和自由度，虚拟制作越发风靡。各大流媒体服务商之间的竞争加剧、观众面临经济衰退的风险，在此背景下，内容开发的成本压力有增无减，迫使更多影视工作室借助虚拟制作技术降本增效，加快制作周期。

但虚拟制作面临一个潜在障碍，即所需投资金额不菲。在一切规划得当的情况下，相较传统技术，虽然虚拟制作成本更低，制作速度更快，但其中所涉及的各种工具可能纷繁复杂、有较高的使用门槛，需要大量培训及购买精密昂贵的硬件设备。合格的虚拟制作人才目前仍然稀缺，因此成本较高。此外，相关的定制化服务企业较为分化。⁹大中型工作室和流媒体服务商或已筹备起独立的虚拟制作工具链，正在摸索如何将其完美嵌入制作链条中，小型工作室和流媒体服务商或需联手第三方，才能获得人才、软件和硬件的全套供应。上述各方都可能面临参考标准、安装与后续跟踪服务良莠不齐，以及实景和虚拟场景无缝融合方面的考验。¹⁰

另外，虚拟制作可能影响影视作品的制作周期和融资方式。虚拟制作的出现将不少后期制作工作转移到制作初期，因此制作单位必须做足先期准备工作：搭建数字资产，进行色彩搭配，调试软硬件等。而部分投资人不希望在制作初期就投入资金，因而选择拒绝投资。

未来，随着虚拟制作市场进一步扩张，虚拟制作的成本压力、专业门槛和筹资难度也将逐步下降。同时，随着行业发展成熟，最佳实践不断积累，虚拟制作将越来越便捷实用。随着布景、角色和画面等数字资源在不同媒介之间快速流动，游戏和影视制作的相互融合可能形成一个内容开发闭环。越来越多的制作单位开始热捧各种游戏和影视中的大IP宇宙，越来越多的观众也开始向往丰富多元、奇思妙想、栩栩如生的虚拟世界。娱乐越发社交化、交互性强，虚拟制作技术很可能成为元宇宙的基本构成模块和技术驱动要素。

尾注

1. Allan V. Cook, "The future of content creation: virtual production," Deloitte, 2020.
2. Jay Holben, "The Mandalorian: This is the way," American Cinematographer, February 6, 2020.
3. 同上。
4. Robert Demeter, "Which movie genres earned the most at the box office between 1980 and 2020?," Cutting Room Music, 2020.
5. Holben, "The Mandalorian."
6. Beth Merchant, "The evolution of ICFX: ILM stagecraft and dimension," Randi Altman's Post Perspective, July 20, 2020.
7. Randi Altman, "Virtual production roundtable," Randi Altman's Post Perspective, July 19, 2020.
8. Ibid.
9. Marcus Lim, "Virtual production here to stay, despite high costs and Asia's shortage of skills," Variety, December 1, 2021.
10. Lane Brown, "TVs are too good now: Why does *Home Alone* look better than the latest Marvel fare on the most advanced displays?," Vulture, July 20, 2022.

关于作者

Chris Arkenberg | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. His research focuses on the coevolution of media, technology, and human behavior.

Jeff Loucks | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks is the executive director of Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He conducts research and writes on topics that help companies capitalize on technological change.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

Gillian Crossan | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector. She has been with Deloitte US for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

致谢

The authors would like to thank **Duncan Stewart** and **Ankit Dhameja** for their help in supporting this research.