

数字文旅专业系列教材 · 教学课件

VR/AR 沉浸式文旅场景设计

第 7 章 沉浸叙事设计： I.M.M.E.R.S.E. 框架展开

授课对象：安顺学院旅游管理学院 · 旅游管理专业本科生

主讲：祝刚

本章导览

- 7.1 沉浸叙事的理论谱系
- 7.2 故事世界构建方法
- 7.3 非线性叙事结构与分支设计
- 7.4 情感驱动的叙事引擎
- 7.5 情境叙事与空间叙事策略
- 7.6 案例分析
- 7.7 国际比较与经验借鉴
- 7.8 实践案例深度分析
- 7.9 理论深化与前沿探讨
- 7.10 叙事设计方法论
- 7.11 叙事技术与工具
- 7.12 文化叙事中的多视角设计
- 7.13 叙事设计中的文化翻译
- 7.14 叙事设计中的用户共创

- 掌握开篇的核心概念与方法
- 掌握 7.1 沉浸叙事的理论谱系的核心概念与方法
- 掌握 7.2 故事世界构建方法的核心概念与方法
- 掌握 7.3 非线性叙事结构与分支设计的核心概念与方法
- 能够结合文旅实际案例分析本章知识的应用场景

01

开篇

- 1. 识记：掌握沉浸叙事的理论谱系和故事世界构建方法。
- 2. 理解：理解非线性叙事结构在沉浸式文旅中的设计逻辑。
- 3. 应用：能够运用情境叙事和空间叙事策略设计文化遗产体验。
- 4. 分析：分析情感驱动叙事引擎的工作机制及其对体验深度的影响。
- 5. 评价：评估不同叙事结构对文化传递效果的影响。
- 6. 创造：为一个文化遗产项目设计完整的沉浸叙事方案。
- 导入案例：敦煌文化故事 VR 叙事设计
- 敦煌莫高窟的 VR 体验项目不仅是对壁画的三维重建，更是一个复杂的文化叙事工程。

- 设计者需要将佛教故事、历史背景、艺术技法等多维信息编织成一个连贯的叙事结构，让游客在虚拟环境中 " 走进 " 壁画的故事世界。
- 这一案例揭示了沉浸叙事的核心挑战：如何在保持文化真实性的前提下，构建引人入胜的故事世界？如何设计非线性但连贯的叙事结构，适应游客的自由探索？

02

7.1 沉浸叙事的理论谱系

7.1.1 从线性叙事到沉浸叙事

- 传统叙事遵循 "起 - 承 - 转 - 合" 的线性结构，作者控制叙事节奏和信息释放顺序。沉浸叙事打破了这一范式——读者 / 游客不再是被动的信息接收者，而是叙事的共同创造者。
- Marasco 在研究电影式 VR 的历史体验时指出 [1]，沉浸叙事不是讲述故事，而是让游客 "生活" 在故事中。

7.1.2 跨媒介叙事理论

- Henry Jenkins 的跨媒介叙事（Transmedia Storytelling）理论为沉浸式文旅叙事提供了理论框架。
- 跨媒介叙事指故事世界跨越多种媒介平台展开，每种媒介贡献故事的不同侧面。在沉浸式文旅中，VR、AR、实体展览、移动 APP 等可以共同构建一个跨媒介的文化叙事生态。

7.1.3 数字叙事学

- Kasemsarn 和 Nickpour 在数字叙事挑战的研究中 [3]，将数字叙事定义为利用数字技术的交互性、多媒体性和网络性来创造和传递故事的过程。
- 数字叙事学关注叙事结构在数字媒介中的变形和演化，为沉浸叙事设计提供了分析工具。

03

7.2 故事世界构建方法

7.2.1 故事世界的概念

- 故事世界（ Story World ）是叙事发生的空间和时间框架，包含人物、事件、规则和历史。
- 在沉浸式文旅中，故事世界通常基于真实的历史文化背景构建——如敦煌的佛教艺术世界、圆明园的皇家园林世界、丝路的商贸文化交流世界。

7.2.2 故事世界的构建步骤

- 故事世界的构建包括以下步骤：世界观设定（确定故事世界的时间、空间、文化背景）、角色设计（创造或选取故事中的角色）、事件编排（设计故事中发生的事件序列）、规则定义（确立故事世界的运行规则，如物理法则、社会规范、文化禁忌）、叙事线索设计（设计可被游客发现和跟随的叙事线索）。
- 魏昀赟等学者在圆明园沉浸式体验研究中 [9]，基于内容故事性、情境通感性、受众主体性及技术匹配性四个维度，构建了 "坐石临流" 景区的沉浸式体验场景，展示了故事世界构建在文化遗产场景中的实践。

04

7.3 非线性叙事结构与分支设计

7.3.1 非线性叙事的设计原则

- 非线性叙事允许游客以任意顺序发现故事内容，叙事体验由游客的探索路径决定。Mercimek 和 Bulbul 在 AMUX-VR 框架中 [4]，将非线性叙事作为 VR 文化遗产体验的核心设计原则之一。

7.3.2 分支叙事结构

- 分支叙事结构为游客提供选择点，不同选择导向不同的叙事分支。在文旅场景中，分支设计需要平衡叙事自由度与内容制作成本——完全自由的分支结构会导致内容爆炸，而过于线性的结构则削弱了沉浸感。

7.3.3 涌现叙事

- 涌现叙事（Emergent Narrative）不预设故事情节，而是通过模拟角色行为和环境规则，让故事自然涌现。
- 这一方法在文旅中的应用包括：基于 AI 的虚拟角色互动（游客与虚拟历史人物对话）、基于物理模拟的场景事件（如虚拟城墙的坍塌过程）。

05

7.4 情感驱动的叙事引擎

7.4.1 情感叙事理论

- Kidd 在 " 沉浸式遗产遭遇 " 的研究中 [6] ，从现象学视角分析了情感在沉浸式遗产体验中的核心作用。
- 情感驱动的叙事不是简单地在叙事中插入感人的情节，而是设计情感弧线（ Emotional Arc ），让游客在体验过程中经历情感的变化和转化。

7.4.2 情感计算与自适应叙事

- 情感计算技术使系统能够识别用户的情感状态（通过面部表情、语音语调、生理信号等），并据此调整叙事内容。在沉浸式文旅中，自适应叙事系统可以根据游客的情感反应动态调整叙事节奏、内容深度和互动方式。

06

7.5 情境叙事与空间叙事策略

7.5.1 情境叙事策略

- 刘月林和宋立巍在非物质文化遗产交互展陈研究中 [7]，提出了基于情境叙事的设计策略，构建了 " 三层四级 " 的体验框架。
- 情境叙事强调叙事内容与物理 / 虚拟空间的深度融合——故事不是被 " 讲述 " 的，而是被 " 发现 " 的。

7.5.2 空间叙事策略

- 空间叙事策略通过空间布局、路径设计和场景转换来传递叙事信息。Doğan 等学者在构建沉浸式遗产体验的概念框架时 [10]，将空间叙事作为核心维度，强调物理空间、虚拟空间和叙事空间的三层叠加。

7.5.3 文化叙事的真实性保障

- 在叙事设计中，文化真实性是底线原则。Dima 等学者在混合现实遗产表演的研究中 [6]，强调了在叙事创新与文化尊重之间取得平衡的重要性。

07

7.6 案例分析

7.6 案例分析

- 案例一：敦煌文化故事 VR 叙事
 - 敦煌 VR 体验通过丰富场景内容设计、优化人机交互体验、提升视觉呈现效果、融合前沿技术应用等策略，在场景内容设计方面深度挖掘敦煌文化故事，并将其融入多元化体验活动，营造沉浸式氛围。
- 案例二：圆明园 " 坐石临流 " 沉浸式体验
 - 魏昀赟等学者以圆明园四十景之一的 " 坐石临流 " 为研究对象 [9]，基于内容故事性、情境通感性、受众主体性及技术匹配性等维度，尝试呈现该景区的沉浸式体验场景。
- 案例三：AMUX-VR 框架
 - Mercimek 和 Bulbul 提出的 AMUX-VR 框架 [4] 系统化了 VR 文化遗产体验的设计方法，为沉浸叙事设计提供了结构化的指导。
 - 国际比较与经验借鉴
 - 叙事设计的文化差异

7.6 案例分析

- 不同文化背景下的叙事传统差异显著。西方叙事强调线性结构和因果逻辑，东方叙事更注重意境营造和情感共鸣。
- 在沉浸式文旅叙事设计中，应当尊重目标受众的叙事偏好，同时引导其理解和欣赏不同文化的叙事传统。
- 理论深化与前沿探讨
- AI 驱动的叙事生成
- 大语言模型（LLM）的进步使得实时叙事生成成为可能。AI 可以根据游客的行为和偏好，动态生成个性化的叙事内容，实现真正的 "一人一故事" 体验。

08

7.7 国际比较与经验借鉴

7.7.1 叙事设计的文化差异

- 不同文化背景下的叙事传统差异显著。西方叙事强调线性结构和因果逻辑——故事有明确的起承转合，事件之间有清晰的因果关系。
- 东方叙事更注重意境营造和情感共鸣——故事可能没有明确的高潮和结局，而是通过氛围的渲染和情感的积累来传达意义。
- 在沉浸式文旅叙事设计中，应当尊重目标受众的叙事偏好，同时引导其理解和欣赏不同文化的叙事传统。
- 例如，面向西方受众的中国文化遗产 VR 体验，可以在保持东方叙事意境的同时，适当增加线性结构和因果关系，降低文化理解门槛。面向东方受众的西方文化遗产 VR 体验，则可以更强调情感共鸣和氛围营造。

7.7.2 跨媒介叙事的国际实践

- Henry Jenkins 的跨媒介叙事理论在西方文化产品（如漫威宇宙、星球大战）中得到了充分实践。在沉浸式文旅领域，跨媒介叙事的实践还处于早期阶段。
- 欧洲的一些文化遗产项目尝试了跨媒介叙事——如将实体展览、VR 体验、移动 APP 和社交媒体内容整合为统一的文化叙事生态。这些实践为中国沉浸式文旅的跨媒介叙事设计提供了参考。

7.7.3 数字叙事工具的国际比较

- 国际上已有多种数字叙事工具可供使用。Twine 是开源的交互式叙事工具，适合分支叙事的原型设计。ArcGIS StoryMaps 将地图与叙事结合，适合空间叙事的创作。
- Unity 和 Unreal Engine 的叙事系统（如 Timeline 和 Sequencer）支持复杂的游戏引擎内叙事编排。中国的叙事工具生态仍在发展中，缺乏针对文化遗产叙事的专用工具。

09

7.8 实践案例深度分析

7.8 实践案例深度分析

- 案例一：敦煌文化故事 VR 叙事设计详解
 - 敦煌 VR 体验项目的叙事设计面临独特挑战：莫高窟壁画内容涉及复杂的佛教经变画、本生故事和因缘故事，这些故事有其自身的叙事逻辑和宗教含义，不能简单地 " 游戏化 " 或 " 娱乐化 " 。
 - 项目的叙事设计策略包括：主题选择——从数百个洞窟故事中选择既有文化代表性又有叙事吸引力的主题；叙事重构——将壁画中的静态场景重新组织为动态叙事序列，同时保持佛教故事的原意；
 - 交互设计——让游客通过 " 探索 - 发现 - 理解 " 的路径体验故事，而非被动观看；情感设计——在叙事中设置情感高潮点，如飞天仙女的飞舞场景、佛教故事的感人情节。
- 案例二：圆明园 " 坐石临流 " 沉浸式叙事分析
 - 魏昀赟等学者的圆明园研究 [9] 在叙事设计上的创新在于 " 四维建构 " 方法：内容故事性维度——挖掘 " 坐石临流 " 景区的历史故事和文化内涵；
 - 情境通感性维度——通过多感官设计让游客 " 感受 " 而非 " 知道 " 文化内容；受众主体性维度——将游客从被动接收者转变为主动探索者；技术匹配性维度——选择最适合叙事目标的技术方案。
- 案例三：AMUX-VR 框架的叙事设计指导

7.8 实践案例深度分析

- Mercimek 和 Bulbul 提出的 AMUX-VR 框架 [4] 为 VR 文化遗产体验的叙事设计提供了系统化指导。
- 该框架将叙事设计分为世界观建立、角色设计、事件编排和交互设计四个阶段，每个阶段都有具体的方法和工具推荐。

10

7.9 理论深化与前沿探讨

7.9.1 AI 驱动的叙事生成

- 大语言模型（LLM）的进步使得实时叙事生成成为可能。AI 可以根据游客的行为和偏好，动态生成个性化的叙事内容，实现真正的 "一人一故事" 体验。
- 然而，AI 生成叙事在文化遗产场景中面临特殊的挑战：如何确保 AI 生成内容的文化准确性？如何避免 AI "幻觉" 导致的历史歪曲？如何在个性化和文化共性之间取得平衡？

7.9.2 情感计算与自适应叙事

- 情感计算技术使系统能够识别用户的情感状态，并据此调整叙事内容。在沉浸式文旅中，自适应叙事系统可以根据游客的情感反应动态调整叙事节奏、内容深度和互动方式。
- 例如，当系统检测到游客对某个文化主题特别感兴趣时（通过注视时长、面部表情等指标），可以自动延伸相关叙事内容。

7.9.3 叙事真实性的多维框架

- 文化遗产叙事的真实性不应仅从历史准确性角度评估，而应当建立多维框架：历史真实性（叙事内容是否有历史依据）、文化真实性（叙事是否忠实于源文化的价值观和世界观）、
- 体验真实性（叙事是否能唤起真实的文化体验感受）和情感真实性（叙事是否传达了真实的情感）。
- 这四个维度可能存在张力——例如，为了增强体验真实性可能需要在历史真实性上做出妥协。设计者需要在这四个维度之间做出透明的权衡。

7.9.4 叙事参与度与文化学习效果

- 叙事参与度与文化学习效果之间的关系是沉浸式文旅研究的重要课题。
- Bec 等学者在管理沉浸式遗产旅游体验的研究中 [12]，提出了体验管理的概念模型，强调叙事参与度是连接技术体验和文化学习的中介变量。高叙事参与度的体验不仅更令人难忘，也更有效地传递文化知识。
- 然而，过度的叙事参与也可能导致 " 叙事沉浸偏差 "—— 游客沉浸在故事情节中，反而忽略了文化知识的吸收。

7.9.5 跨文化叙事的伦理考量

- 当一种文化的叙事被另一种文化的成员重新诠释和呈现时，跨文化叙事的伦理问题就变得突出。谁有权讲述谁的故事？叙事中的文化元素是否得到了源文化社区的授权？叙事呈现是否符合源文化的价值观？
- 这些问题在 VR/AR 文旅中尤为重要，因为沉浸式技术的 " 真实感 " 可能使文化歪曲更加隐蔽和有害。
- Dima 等学者在混合现实遗产表演的研究中 [6]，将 MR 视为遗产叙事 " 去殖民化 " 的工具，强调技术应当赋权于源文化社区。

11

7.10 叙事设计方法论

7.10.1 叙事设计 workflow

- 沉浸式文旅的叙事设计应当遵循系统化的工作流程：
- 调研阶段：深入研究文化遗产的历史背景、文化内涵和相关学术研究，确定叙事的核心主题和关键信息点。调研应当涉及多学科视角——历史学、人类学、艺术史、民俗学等。
- 构思阶段：基于调研结果，构建故事世界的基本框架——时间设定、空间设定、角色设定和事件设定。构思阶段应当邀请文化顾问参与，确保叙事的文化准确性。
- 结构设计阶段：设计叙事的空间结构和时间结构。空间结构定义叙事内容在物理 / 虚拟空间中的分布；时间结构定义叙事内容的展开顺序和节奏。
- 脚本编写阶段：编写详细的叙事脚本，包括对话文本、旁白内容、交互触发条件和分支逻辑。脚本应当同时考虑叙事连贯性和用户自由度。
- 原型测试阶段：构建叙事原型，进行小规模用户测试，收集反馈并迭代优化。

7.10.2 叙事节奏控制

- 叙事节奏是影响体验质量的关键因素。过快的节奏会导致信息过载和认知疲劳；过慢的节奏则使游客感到无聊和焦躁。
- 叙事节奏控制策略包括：高潮 - 缓解交替（在情感高潮后安排反思和缓解时段）、探索 - 发现循环（设置探索 - 发现 - 奖励的循环维持参与度）、动态节奏调整（根据用户行为和状态实时调整叙事节奏）。

7.10.3 多角色叙事设计

- 在沉浸式文旅中，叙事可以通过多个角色的视角展开——不同角色对同一文化事件可能有不同的理解和叙述。
 - 多角色叙事设计的价值在于：提供多元文化视角、增加叙事的丰富度和深度、支持用户的角色选择和身份代入。
- 然而，多角色叙事也增加了设计复杂度——需要确保不同角色视角之间的逻辑一致性和文化准确性。

7.10.4 叙事的文化敏感性审查

- 叙事设计完成后，应当进行文化敏感性审查——检查叙事内容是否存在文化偏见、刻板印象或不准确的文化表述。审查应当由源文化的代表参与，而非仅由外部设计者判断。
- 审查的维度包括：历史准确性、文化代表性、宗教敏感性、族裔表述和性别表述。

12

7.11 叙事技术与工具

7.11.1 叙事引擎

- 叙事引擎（Narrative Engine）是管理和执行叙事逻辑的软件系统。
- 叙事引擎的核心功能包括：叙事状态管理（追踪当前叙事进展）、分支逻辑执行（根据用户选择激活不同叙事分支）、事件触发管理（在特定条件下触发叙事事件）和角色对话管理（管理虚拟角色的对话内容）。
- Unity3D 的 Dialogue System 和 Ink（inkle 公司的开源叙事脚本语言）是常用的叙事工具。这些工具支持分支对话、条件触发和变量管理，能够实现复杂的非线性叙事逻辑。

7.11.2 AI 辅助叙事生成

- 大语言模型（LLM）可以辅助叙事内容的生成——从历史文献中提取叙事素材、生成虚拟角色的对话文本、根据用户行为动态调整叙事内容。
- 然而，AI 生成内容在文化遗产场景中需要特别谨慎——AI 可能产生 " 幻觉 "（编造不存在的历史事实），AI 的叙事风格可能不符合文化遗产的严肃性要求。
- AI 辅助叙事的安全使用策略包括：AI 生成内容必须经过文化专家审核、AI 的角色限定为辅助而非替代人类创作者、AI 生成内容应当明确标注、建立 AI 内容的错误纠正机制。

7.11.3 叙事分析工具

- 叙事分析工具可以记录和分析用户在叙事体验中的行为数据——选择路径、停留时间、交互频率等。这些数据为叙事优化提供了客观依据。
- 叙事分析常用的分析方法包括：路径分析（用户最常选择的叙事路径）、漏斗分析（用户在哪些叙事节点流失）和 A/B 测试（比较不同叙事版本的效果差异）。

13

7.12 文化叙事中的多视角设计

7.12.1 历史人物视角

- 通过不同历史人物的视角讲述同一文化事件，可以展现文化的多面性。例如，在丝绸之路的 VR 体验中，可以通过商人、僧侣、使者和士兵等不同角色的视角，展现丝路文化的多元面貌。
- 每个视角揭示文化的不同层面——商人视角展现经济交流，僧侣视角展现宗教传播，使者视角展现政治外交。

7.12.2 时空交错叙事

- 时空交错叙事将不同时空的文化内容并置呈现，创造跨越时空的文化对话。例如，在同一 VR 场景中同时展示一座古建筑的唐代原貌、明代改建和当代遗存，让游客通过时空对比理解文化演变。
- 这种叙事方式需要精心设计视觉过渡和交互逻辑，避免时空跳跃造成的认知混乱。

7.12.3 叙事中的用户选择权

- 给予用户叙事选择权是增强沉浸感和参与度的有效策略。
- 用户选择可以是：路径选择（探索哪个区域）、主题选择（深入了解哪个文化主题）、角色选择（以什么身份参与叙事）和道德选择（面对文化伦理困境时的选择）。
- 用户选择应当对后续叙事产生有意义的影响——无后果的选择会削弱用户的参与动机。

14

7.13 叙事设计中的文化翻译

7.13.1 文化概念的翻译策略

- 在面向国际受众的沉浸式文旅叙事中，文化概念的翻译是核心挑战。
- 翻译策略包括：直译 + 注释（保留原文，附加解释性信息）、功能等价（用目标文化中功能相似的概念替代）、
- 隐喻转译（将源文化的隐喻转译为目标文化中的等价隐喻）和沉浸式体验翻译（通过多感官体验而非文字解释传达文化概念）。

7.13.2 不可翻译性的处理

- 某些文化概念具有不可翻译性——它们在源文化中有特定的含义和情感色彩，在目标文化中找不到等价物。
- 对于不可翻译的文化概念，沉浸式文旅可以采用 " 体验式翻译 "——通过 VR/AR 的多感官体验让用户 " 感受 " 而非 " 理解 " 这些概念。
- 例如，中国文化的 " 意境 " 概念难以通过文字翻译传达，但可以通过 VR 的空间氛围营造让外国用户 " 体验 " 意境。

15

7.14 叙事设计中的用户共创

7.14.1 用户生成叙事内容

- 用户共创叙事允许用户在沉浸式文旅体验中贡献自己的叙事内容——如分享自己对文化遗产的理解和感受、添加自己的历史记忆、甚至创作与文化遗产相关的虚构故事。
- 用户生成内容（UGC）可以丰富叙事的多样性和包容性，但也需要内容审核机制确保文化准确性和适当性。

7.14.2 社区参与式设计

- 社区参与式设计（ Participatory Design ）强调让源文化社区的成员参与叙事设计过程。
- 社区成员的参与可以确保叙事的文化真实性、增强社区的文化主体性、并为叙事设计提供 " 内部人 " 视角的洞见。参与式设计的实施需要投入更多时间和资源，但其对叙事质量和社区关系的长期回报是值得的。

7.14.3 叙事作为文化对话

- 沉浸式叙事不应是单向的文化传播，而应成为双向的文化对话——通过叙事设计促进不同文化背景的用户之间的交流和相互理解。
- 对话式叙事的设计策略包括：设置引发讨论的文化议题、提供多文化视角的叙事内容、支持用户之间的互动交流功能。

16

7.15 叙事设计的评估方法

7.15.1 叙事参与度测量

- 叙事参与度的测量维度包括：注意力聚焦（用户对叙事内容的关注程度）、情感投入（用户对叙事角色和事件的情感反应）、
- 叙事理解（用户对叙事内容的理解程度）和叙事记忆（体验后用户对叙事内容的记忆质量）。
- 测量工具包括：参与度量表（如 Narrative Engagement Scale）、情感测量（面部表情分析、生理信号）和记忆测试（体验后的回忆测试）。

7.15.2 叙事效果的文化评估

- 叙事效果的文化评估关注：文化知识传递效果（用户从叙事中获得了多少文化知识）、文化态度改变（叙事是否改变了用户对目标文化的态度）、
- 文化行为意向（叙事是否影响了用户的文化行为意向）和文化情感共鸣（叙事是否唤起了用户的文化情感）。

7.15.3 A/B 测试在叙事优化中的应用

- A/B 测试可以用于叙事优化——同时部署两个版本的叙事方案（如线性 vs 非线性、快节奏 vs 慢节奏），比较用户在参与度、理解度和满意度方面的差异。
- A/B 测试的优势在于能够在真实用户中验证设计假设，但需要足够的样本量才能获得统计显著的结论。

17

7.16 叙事设计的技术实现架构

7.16.1 叙事状态机

- 非线性叙事的技术实现通常采用状态机模式——定义叙事的状态空间和状态转换规则。每个叙事状态对应一个场景配置（虚拟环境设置、角色行为、可用交互），用户的行为触发状态转换。
- 叙事状态机的设计需要平衡叙事连贯性和用户自由度——状态空间过大可能导致叙事碎片化，过小则限制用户选择。

7.16.2 叙事内容管理

- 大型沉浸式文旅叙事项目可能包含数百个叙事片段、对话选项和交互触发器。
- 叙事内容管理系统应当支持：内容的模块化管理（每个叙事片段独立存储和编辑）、版本控制（追踪叙事内容的修改历史）、条件管理（定义叙事片段的触发条件）和本地化（多语言版本的同步管理）。

7.16.3 叙事与交互的协调

- 叙事内容与交互行为的协调是设计的关键——交互行为应当推进叙事，而非打断叙事。
- 协调策略包括：叙事驱动的交互（在叙事需要提供恰当的交互机会）、交互驱动的叙事（根据用户的交互行为动态调整叙事内容）和无声叙事（通过环境设计和氛围营造传递叙事信息，无需显式的对话或旁白）。

18

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- 叙事节奏的技术实现涉及多个系统：叙事状态机控制故事进展速度、动画系统控制角色表演节奏、音频系统控制音乐和声效的情感色调、光照系统配合场景氛围变化。
- 这些系统需要通过统一的 " 叙事时钟 " （ Narrative Clock ） 协调——叙事时钟定义当前叙事的时间节点，各系统根据叙事时钟的状态同步调整各自的表现。
- 叙事时钟可以由预设脚本驱动（线性叙事），也可以由用户行为触发（非线性叙事），或由 AI 动态调整（自适应叙事）。
- 渲染质量与性能的工程化平衡
- 自适应渲染管线设计
- 在 VR/AR 文旅场景中，渲染管线的自适应调节是平衡视觉质量与实时性能的关键工程实践。
- 注视点渲染（ Foveated Rendering ） 技术通过眼动追踪数据动态分配渲染资源——中心视野区域以全分辨率渲染，
- 周边视野区域以降采样分辨率渲染——在不降低感知画质的前提下可将 GPU 负载降低 40%-60%[43]。

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- 在文化遗产数字化场景中，这一技术尤其适用于高精度文物模型的实时展示，如敦煌壁画的亿级像素纹理在注视点渲染策略下实现了 90 fps 的稳定帧率 [44]。
- 可变刷新率渲染（Variable Rate Shading, VRS）是另一种自适应渲染策略。VRS 允许开发者在屏幕不同区域设定不同的着色率，在保持视觉一致性的同时优化性能。
- 在文旅 VR 场景中，VRS 的典型应用模式包括：交互热点区域采用 1×1 全着色率、背景环境采用 2×2 降采样着色率、天空盒和远景采用 4×4 最低着色率 [45]。
- 这种分层着色策略在 UE5 引擎中已通过 Nanite 虚拟几何体系统实现自动化管理。
- 纹理流式加载与内存管理
- 大规模文旅场景的纹理数据通常达到数十 GB 级别，远超 VR 设备的显存容量。
- 纹理流式加载（Texture Streaming）技术通过预测性预加载和动态卸载机制，确保游客视野内的纹理资源始终以最高可用分辨率呈现。
- 基于游客移动轨迹的预测模型可以提前 1-2 秒预加载前方场景的纹理资源，将纹理弹出（Texture Pop-in）现象减少 85%[46]。

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- 在内存管理层面，VR/AR 文旅应用需要同时管理几何数据、纹理数据、动画数据和音频数据。
- 优先级队列内存管理策略根据资源与游客视点的距离、视线方向和交互可能性进行动态优先级排序，确保关键资源始终驻留在显存中 [47]。
- 这一策略在西湖 VR 游览项目中成功将内存峰值使用量从 12.8 GB 降至 7.2 GB，同时保持了视觉质量的稳定。
- 光照模型与全局光照技术
- 文旅 VR/AR 场景的视觉真实感在很大程度上取决于光照模拟的质量。
- 传统实时渲染采用光栅化（Rasterization）管线，通过局部光照模型（如 Phong 模型、Blinn-Phong 模型）近似计算光照效果，
- 计算效率高但缺乏全局光照（Global Illumination, GI）效果——如间接光照、颜色溢出和柔和阴影 [48]。
- 在文化遗产场景中，间接光照对视觉真实感至关重要——石窟壁面的漫反射光、木质建筑的环境光遮蔽、以及玻璃展柜的镜面反射都需要全局光照才能准确呈现。

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- 实时光线追踪（Real-Time Ray Tracing, RTRT）技术的成熟为 VR/AR 文旅场景的全局光照提供了可行方案。
- 基于 NVIDIA RTX 系列 GPU 的 RT Core 硬件加速，实时光线追踪可在保持 60 fps 帧率的同时渲染反射、折射和柔和阴影等 GI 效果 [49]。
- 在敦煌莫高窟 VR 项目中，研究团队比较了光栅化渲染和光线追踪渲染的视觉效果差异——在洞窟内壁画的间接光照模拟上，光线追踪渲染的 SSIM（结构相似性）指标比光栅化渲染高出 18.3%，
- 更接近真实洞窟的光照效果 [50]。
- 然而，实时光线追踪在 VR 场景中面临更高的性能挑战——VR 的立体渲染需要同时生成左右眼两幅画面，且刷新率要求达到 90 Hz 以上以避免晕动症。
- 自适应采样策略通过在画面中分配不等数量的光线来优化性能——在镜面反射区域和柔和阴影边缘分配更多采样光线，在漫反射表面和远处背景分配较少采样光线 [51]。
- 这种策略在保持视觉质量的同时将渲染负载降低约 35%，使 VR 实时光线追踪在当前硬件条件下成为可能。
- 色彩管理与文化准确性

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- 色彩管理在文旅 VR/AR 渲染中具有超出技术范畴的文化意义。不同历史时期的建筑色彩、壁画颜料和织物颜色都有其特定的色彩特征，VR/AR 渲染必须准确再现这些色彩以保持文化表达的准确性 [52]。
- ICC 色彩配置文件（ICC Profile）在 VR/AR 渲染管线中的应用确保了从数字采集到终端显示的全链路色彩一致性——文物三维扫描的色彩数据经过 ICC 配置文件校准后，
- 在不同 VR 头显上呈现的色彩偏差控制在 $\Delta E < 3$ 的可接受范围内 [53]。
- 在敦煌壁画 VR 复原项目中，研究团队基于矿物颜料的光谱反射率数据建立了专用色彩配置文件，准确再现了壁画在不同光源条件下的色彩表现 [54]。
- 这一色彩管理方案不仅提升了 VR 体验的视觉质量，更具有重要的学术价值——它为壁画色彩的历史演变研究和虚拟复原提供了可量化的色彩基准。
- 参考文献
- [1] Marasco A. Beyond virtual cultural tourism: history-living experiences with cinematic virtual reality[J]. Tourism Heritage Journal, 2020, 2(1): 1-15.

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- [2] Kasemsarn K, Harrison D, Nickpour F. Applying inclusive design and digital storytelling to facilitate cultural tourism: a review and initial framework[J]. Heritage, 2023, 6(2): 77.
- [3] Kasemsarn K, Nickpour F. The challenge of digital storytelling for cultural tourism[C]. International Conference on Inclusive Design, 2015: 1-10.
- [4] Mercimek N, Bulbul A. Virtual reality for cultural heritage: a systematic review and the proposal of the AMUX-VR framework[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2025, 41(8): 1-28.
- [5] Kidd J. 'Immersive' heritage encounters[J]. Journal of Heritage Tourism, 2018, 13(2): 1-15.

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- [6] Dima M, Daylamani-Zad D, Lypouridis V. Mixed reality heritage performance as a decolonising tool for heritage sites[J]. arXiv preprint, 2024, arXiv:2404.07348.
- [7] Liu Y, Song L. 基于情境叙事的非物质文化遗产交互展陈体验设计 [J]. 包装工程 , 2018, 39(6): 112-117.
- [8] Zhao Y, Li Y, Dai T, et al. Virtual reality in heritage education for enhanced learning experience: a mini-review and design considerations[J]. Frontiers in Virtual Reality, 2025, 6: 1560594.
- [9] 魏昀赞 , 高云鹏 , 王晨阳 . 圆明园文化遗产的沉浸式体验建构研究——以坐石临流景区为例 [J]. 文化遗产 , 2021(3): 88-96.
- [10] Marzouk A, Maher A, Mahrous T. The influence of augmented reality and virtual reality comb

7.18 本章补充：叙事设计中的节奏控制技术

- inations on tourist experience[C]. International Conference on Virtual and Augmented Reality, 2019: 1-8.
- [11] Doğan E, Kan M, Gülsün-Süleyman S. Bringing heritage sites to life for visitors: towards a conceptual framework for immersive experience[J]. Journal of Heritage Tourism, 2020, 15(3): 1-18.
- [12] Bec A, Moyle B, Timms K, et al. Management of immersive heritage tourism experiences: a conceptual model[J]. Tourism Management, 2019, 75: 201-211.

- 本章系统展开了 I.M.M.E.R.S.E. 框架中的 " 沉浸叙事 "（I）维度，从叙事理论谱系到故事世界构建，从非线性叙事结构到情感驱动叙事引擎，
- 从情境空间叙事到用户共创和跨文化翻译。
- 沉浸叙事是沉浸式文旅的 " 灵魂 "—— 技术构建了感官体验的基础设施，叙事赋予了体验以文化意义和情感深度。
- 叙事设计的核心挑战是平衡 " 文化深度 " 与 " 体验趣味 "—— 过于严肃的叙事可能缺乏吸引力，过于娱乐化的叙事可能损害文化严肃性。
- I.M.M.E.R.S.E. 框架将 " 沉浸叙事 "（I）和 " 意义遗产 "（M）并列设置，正是为了在叙事创新和文化真实性之间建立制衡机制。

- 1. 简述开篇的核心内容。
- 2. 结合贵州 / 安顺文旅实际，举例说明本章知识的应用。
- 3. 小组讨论：本章内容对旅游管理专业学习的启示。

谢谢聆听 · 下章再见

安顺学院旅游管理学院 · 数字文旅专业系列教材