

数字文旅专业系列教材 · 教学课件

文化遗产保护概论——非遗数字化与文物数字典藏

第 12 章 中国文化遗产数字化保护实践与未来展望

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

- 12.1 中国文化遗产数字化保护战略
- 12.2 标志性实践案例
- 12.3 贵州文化遗产数字化实践
- 12.4 G.U.A.R.D. 框架的中国实践验证
- 12.5 未来展望
- 知识卡片
- 12.6 G.U.A.R.D. 框架的深度验证
- 12.7 未来技术趋势与文化遗产保护
- 12.8
- 12.9 贵州文化遗产数字化的深度分析
- 12.10 文化遗产数字孪生的技术架构
- 12.11 结语
- 12.12 中国文化遗产数字化的经验总结
- 12.6 中国文化遗产数字化保护的区域比较分析

- 1. 识记：中国国家文化数字化战略的核心内容与标志性实践案例
- 2. 理解：G.U.A.R.D. 框架在中国文化遗产数字化实践中的验证逻辑
- 3. 应用：运用 G.U.A.R.D. 框架分析一个中国文化遗产数字化项目的五维度表现
- 4. 分析：分析贵州文化遗产数字化的特色与挑战
- 5. 评价：评估中国文化遗产数字化保护的战略成效与薄弱环节
- 6. 创造：基于 G.U.A.R.D. 框架设计一个文化遗产数字孪生系统方案

- 2025 年，三星堆文化数字化展示项目以科技艺术为跨学科融合路径，重点分析了三星堆案例的地域文化性、信息叙事性、空间艺术性及情感共鸣性。
- 该项目展示了数字化展示设计如何成为文化遗产活化与传播的重要手段，也为构建中国特色的文化遗产数字化体系提供了典型案例和实践平台。
- 三星堆的数字化实践表明，中国正在从文化遗产数字化的 " 跟跑者 " 向 " 并跑者 " 乃至 " 领跑者 " 转变。

01

12.1 中国文化遗产数字化保护战略

12.1.1 国家文化数字化战略

- 2022 年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》，提出建设国家文化大数据体系、发展数字化文化消费新场景、提升公共文化服务数字化水平等重点任务。
- 这一战略为中国文化遗产数字化保护提供了顶层设计和政策保障。

12.1.2 文化遗产数字化保护工程

- 中国实施了一系列文化遗产数字化保护重大工程，包括 " 数字敦煌 " " 数字故宫 " " 国家文物数字化保护工程 " 等。
- 彦风在分析中国文化遗产数字化应用时指出，中国的文化遗产数字化实践已有许多成熟案例，
- 谷歌 " 艺术计划 " 和北京故宫博物院 " 数字故宫 " 两个案例的对比分析可以揭示中国文化遗产数字化应用的成功经验和现实困境。

12.1.3 "十四五" 规划与文化遗产数字化

- "十四五" 规划明确提出 "推进文化遗产数字化保护"，将文化遗产数字化纳入国家发展规划。各省市也相继出台了文化遗产数字化保护实施方案。

02

12.2 标志性实践案例

12.2.1 数字敦煌——壁画数字化保护典范

- 敦煌莫高窟的数字化保护是中国文化遗产数字化的标志性项目。杜若飞指出，数字敦煌项目实现了壁画类珍贵文化遗产的虚拟修复，满足了文化艺术多元化创造的需求。
- 陈振旺和樊锦诗从文化科技融合的视角分析了敦煌数字化的实践路径，指出文化科技融合在遗产保护中具有重要价值。
- 数字敦煌的技术路线包括：高分辨率数字摄影 ($\geq 300\text{dpi}$)、色彩管理系统 ($\Delta E \leq 3$)、数字拼接技术、VR 虚拟漫游和 WebGL 在线展示。
- 截至 2024 年，已完成 290 个洞窟的数字化采集，建立了全球最大的石窟壁画数字资源库。

12.2.2 数字故宫——古建筑与藏品数字化

- 故宫博物院的数字化实践涵盖古建筑和藏品两大领域。欧阳宏指出，故宫使用三维数字技术采集了大量古建筑和藏品文物的高精度三维数据，利用数字呈现技术立体再现文化遗产原貌。
- 故宫推出了 " 数字文物库 " " 数字多宝阁 " " 全景故宫 " 等数字化产品，形成了从典藏到展示到传播的完整链条。

12.2.3 非遗数字化保护案例集锦

- 中国非遗数字化保护已形成多层次实践体系。杨薇以智化寺京音乐为例，展示了通过数字化录制、自媒体宣传、互动触摸屏开发、手机直播等数字技术手段对非遗进行保护与传承的成果。
- Liu 等人以 "毛猴" 手工艺为例，探索了数字制作技术在非遗传承与活化中的应用。Shi 和 Li 系统研究了非遗数字化保护与传承的路径。

03

12.3 贵州文化遗产数字化实践

12.3.1 贵州非遗数字化保护

- 贵州是中国非遗资源大省，拥有苗族银饰锻造技艺、侗族大歌、蜡染技艺等众多国家级非遗项目。贵州非遗数字化保护的特色在于将民族文化与数字技术深度融合，建立了贵州民族文化数字资源库。

12.3.2 屯堡文化数字化

- 屯堡文化是贵州独特的文化遗产类型。屯堡文化的数字化实践包括古建筑三维扫描、屯堡地戏数字化记录和屯堡文化数字博物馆建设，体现了 G.U.A.R.D. 框架的全生命周期保护理念。

12.3.3 民族文化数字资源库建设

- 贵州民族文化数字资源库建设是省级文化遗产数字化工程的典型代表，整合了苗族、侗族、布依族等多个民族的文化遗产数字资源，支持跨民族、跨地区的比较研究。

04

12.4 G.U.A.R.D. 框架的中国实践验证

12.4.1 G 维度：采集技术创新

- 中国在文化遗产数字化采集方面取得了显著创新。数字敦煌的高分辨率摄影技术、故宫的三维扫描技术、各非遗机构的动作捕捉技术，体现了 G 维度 (数字化生成与采集) 的中国实践。

12.4.2 A 维度：典藏平台建设

- 中国已建立了多个文化遗产数字典藏平台，包括数字敦煌资源库、故宫数字文物库、中国非遗数字博物馆等。
- 洪闯和李中明基于可拓云模型评估了文化遗产数字化平台的信息服务质量，以 " 云游敦煌 " 和 " 数字故宫 " 为实证案例。

12.4.3 R 维度：传播模式创新

- 中国文化遗产数字化传播模式不断创新。"云游敦煌"小程序、故宫文创数字营销、非遗短视频传播等实践，体现了 R 维度 (数字化呈现与传播) 的活力。

12.4.4 U 维度：活化利用路径

- 文化遗产的活化利用在中国呈现出多元化趋势。VR 体验、AR 导览、文创产品数字化、文化遗产数字旅游等实践，展示了 U 维度 (利用与活化) 的丰富路径。

12.4.5 D 维度：治理体系完善

- 中国文化遗产数字化治理体系不断完善。《文物保护法》《非物质文化遗产法》《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》等法律法规和政策文件，构成了 D 维度 (数字治理) 的制度框架。

05

12.5 未来展望

12.5.1 技术融合趋势 (AI+VR+ 区块链)

- 未来文化遗产数字化保护将呈现技术深度融合趋势。Münster 等人指出，AI 将成为数字遗产创新的下一个驱动力。
- VR/AR 技术将实现更自然的沉浸式体验，区块链技术将为文化遗产数字资产确权提供新方案。2025 年的研究进一步指出，脑机接口、量子计算等前沿技术可能为文化遗产保护开辟全新路径。

12.5.2 文化遗产数字孪生

- 数字孪生 (Digital Twin) 技术将为文化遗产保护带来范式变革。通过对文化遗产实体建立高精度数字镜像，实现实时监测、预测性保护和虚拟实验。
- Telek 等人提出的 3D 数字重建存档的协作方法为文化遗产数字孪生提供了技术参考。

12.5.3 全球协作与文明互鉴

- 文化遗产数字化保护需要全球协作。中国已参与 " 文明伙伴计划：中希数字遗产 " 等国际合作项目。G.U.A.R.D. 框架的 D 维度 (数字治理) 为全球协作提供了制度框架。
- 未来，基于开放标准、互操作性和公平获取的全球文化遗产数字平台将成为文明互鉴的重要基础设施。

06

知识卡片

- 知识卡片 12-1： G.U.A.R.D. 框架中国实践验证矩阵 | 维度 | 中国实践 | 代表项目 | 成熟度 |
|-----|-----|-----|-----|
- | G | 采集技术创新 | 数字敦煌高分辨率摄影 | 高 || A | 典藏平台建设 | 故宫数字文物库 | 中高 || R | 传播模式创新 | 云游敦煌小程序 | 高 || U
- | 活化利用路径 | 圆明园沉浸交互秀 | 中 || D | 治理体系完善 | 国家文化数字化战略 | 中 | 知识卡片 12-2：
文化遗产数字孪生五层架构 1. 物理层：文化遗产实体 2.
- 采集层：传感器与数字化设备 3. 数据层：三维模型 + 环境数据 + 历史数据 4. 模型层：数字孪生模型 5. 应用层：监测、预测、展示、决策

07

12.6 G.U.A.R.D. 框架的深度验证

12.6.1 G 维度验证：数字化采集的创新能力

- 中国在文化遗产数字化采集方面展现出强大的创新能力。数字敦煌项目研发的 " 壁画数字化作业规范 " 已成为行业标杆，其高分辨率数字摄影 ($\geq 300\text{dpi}$) 和色彩管理系统 ($\Delta E \leq 3$) 达到了国际领先水平。
- 故宫博物院在古建筑三维扫描方面积累了丰富经验，形成了覆盖 " 规划—采集—处理—入库—应用 " 全流程的标准化工作体系。
- 然而，G 维度的短板也很明显：高端三维扫描设备仍依赖进口，国产设备在精度和稳定性方面仍有差距；数字化标准体系尚不完善，各机构采用的技术标准不统一；
- 数字化人才短缺，特别是既懂技术又懂文化的复合型人才严重不足。

12.6.2 A 维度验证：典藏平台的建设成效

- 中国已建立了多个文化遗产数字典藏平台，包括数字敦煌资源库 (290 个洞窟)、故宫数字文物库 (78 万件)、中国非遗数字博物馆 (1500+ 项目) 等。
- 洪闯和李中明基于可拓云模型评估了文化遗产数字化平台的信息服务质量，以 " 云游敦煌 " 和 " 数字故宫 " 为实证案例，提出了提升平台服务质量的策略建议。
- A 维度面临的主要挑战是 " 数据孤岛 " 问题——各平台之间缺乏互操作性，数据共享困难。此外，长期保存策略尚不完善，数字资产的格式迁移和数据迁移缺乏系统规划。

12.6.3 R 维度验证：传播模式的创新活力

- 中国在文化遗产数字化传播方面展现出强大的创新活力。"云游敦煌"小程序将敦煌文化融入微信社交生态，实现了病毒式传播。
- 故宫文创的数字营销将传统文化与现代设计结合，创造了"故宫口红""故宫日历"等现象级文创产品。非遗短视频在抖音等平台上的传播使传统技艺以年轻化方式触达 Z 世代。
- R 维度的创新活力得益于中国庞大的互联网用户基数和成熟的社交媒体生态。然而，传播内容的学术深度有待提升，"娱乐化"倾向可能导致文化内涵的浅表化。

12.6.4 U 维度验证：活化利用的多元路径

- 中国文化遗产的活化利用呈现出多元化趋势。VR 体验项目 (如敦煌 VR 古籍寻游记、故宫 VR 倦勤斋) 提供了沉浸式文化体验。AR 导览应用在博物馆和文化遗产地广泛部署。
- 文化创意产业将文化遗产元素融入产品设计、影视制作和游戏开发。文化遗产数字旅游成为文旅融合的新业态。
- U 维度的发展空间在于：活化利用的学术深度需要加强——不能仅停留在 " 看起来好看 " 的视觉层面，而应深入挖掘文化遗产的精神内涵和当代价值。

12.6.5 D 维度验证：治理体系的完善方向

- 中国文化遗产数字化治理体系不断完善。《文物保护法》《非物质文化遗产法》《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》等法律法规和政策文件构成了制度框架。
- 然而，D 维度仍是中国实践中的相对薄弱环节：版权保护的法律框架尚不完善，特别是文物数字化成果的版权归属缺乏明确法律界定；伦理治理机制尚未建立，社区知情同意和利益分享原则在实践中的落实不足；
- 可持续发展的商业模式仍在探索中。

08

12.7 未来技术趋势与文化遗产保护

12.7.1 数字孪生与文化遗产

- 数字孪生 (Digital Twin) 技术为文化遗产保护带来了范式变革。通过对文化遗产实体建立高精度数字镜像，实现实时监测、预测性保护和虚拟实验。
- Telek 等人提出的 3D 数字重建存档的协作方法为文化遗产数字孪生提供了技术参考。
- 文化遗产数字孪生的五层架构包括：物理层 (文化遗产实体)、采集层 (传感器与数字化设备)、数据层 (三维模型 + 环境数据 + 历史数据)、模型层 (数字孪生模型) 和应用层 (监测、预测、展示、决策)。

12.7.2 AI+VR+ 区块链的技术融合

- 未来文化遗产数字化保护将呈现技术深度融合趋势。Münster 等人指出，AI 将成为数字遗产创新的下一个驱动力。AI 负责智能分析和内容生成，VR 负责沉浸式体验，区块链负责确权和溯源。
- 三者的融合将创造全新的文化遗产保护与传播模式。2025 年的研究进一步指出，脑机接口、量子计算等前沿技术可能为文化遗产保护开辟全新路径。

12.7.3 全球协作与文明互鉴

- 文化遗产数字化保护需要全球协作。中国已参与 " 文明伙伴计划：中希数字遗产 " 等国际合作项目。G.U.A.R.D. 框架的 D 维度 (数字治理) 为全球协作提供了制度框架。
- 未来，基于开放标准、互操作性和公平获取的全球文化遗产数字平台将成为文明互鉴的重要基础设施。Prasad 等人指出，文化遗产保护与可持续发展目标紧密相连，数字化保护为全球协作提供了技术路径。

09

12.8

- 结语：守护文明，面向未来 文化遗产是人类文明的结晶，是连接过去与未来的桥梁。
- 在数字化时代， G.U.A.R.D. 框架为我们提供了一套系统化的文化遗产数字化保护方法论——从数字化采集 (G) 到数字典藏 (A) ，从数字化呈现 (R) 到利用活化 (U) ，再到数字治理 (D) ，
- 五个维度构成 " 守护 " 文化遗产的完整闭环。
- 中国文化遗产数字化保护已取得了举世瞩目的成就——数字敦煌、数字故宫等标杆项目展示了中国智慧和中国特色。
- 然而，我们也必须清醒地认识到，在标准化建设、伦理治理、可持续发展和国际合作等方面仍有提升空间。
- 面向未来，技术融合 (AI+VR+ 区块链) 、数字孪生和全球协作将为文化遗产保护开辟新视野，而 G.U.A.R.D. 框架将在更多实践中不断完善和验证。
- 守护文明，不仅是对过去的尊重，更是对未来的承诺。让数字技术成为文化遗产保护的忠实守护者，让文化遗产在数字时代焕发新的生机与活力——这正是本专著的初心和愿景。

10

12.9 贵州文化遗产数字化的深度分析

12.9.1 贵州非遗数字化的特色与挑战

- 贵州是中国非遗资源大省，拥有苗族银饰锻造技艺、侗族大歌、蜡染技艺、苗族古歌、布依族八音坐唱等众多国家级非遗项目。
- 贵州非遗数字化的特色在于民族文化与数字技术的深度融合，通过数字化手段记录、保存和传播各民族独特的文化传统。贵州非遗数字化面临的主要挑战包括：资金不足——经济欠发达地区数字化投入有限；
- 人才短缺——缺乏既懂技术又懂民族文化的复合型人才；语言障碍——许多非遗项目使用少数民族语言，增加了数字化采集和翻译的难度；
- 社区参与不足——非遗数字化以政府机构主导为主，传承人和社区的参与程度有待提升。

12.9.2 屯堡文化数字化的实践

- 屯堡文化是贵州安顺地区独特的文化遗产类型，包括屯堡建筑、屯堡地戏、屯堡服饰和屯堡民俗等。
- 屯堡文化的数字化实践包括：古建筑三维扫描（对天龙屯堡、云山屯等典型屯堡村落进行数字化记录）、屯堡地戏数字化记录（对面具、服饰、表演动作进行多维度数字化采集）和屯堡文化数字博物馆建设（构建线上展示平台）。
- 这些实践体现了 G.U.A.R.D. 框架的全生命周期保护理念——从采集到典藏到展示到利用到治理。

12.9.3 民族文化数字资源库建设

- 贵州民族文化数字资源库建设是省级文化遗产数字化工程的典型代表。该资源库整合了苗族、侗族、布依族、彝族、土家族等多个民族的文化遗产数字资源，支持跨民族、跨地区的比较研究。
- 资源库的建设遵循 CIDOC CRM 概念模型，采用多语言元数据描述，支持中文、英文和少数民族语言检索。

11

12.10 文化遗产数字孪生的技术架构

12.10.1 数字孪生的概念与价值

- 数字孪生 (Digital Twin) 是指物理实体的数字镜像，能够实时反映物理实体的状态变化。将数字孪生技术应用于文化遗产保护，可以实现对文化遗产的实时监测、预测性保护和虚拟实验。
- 例如，通过在古建筑上安装传感器，实时采集结构变形、温湿度、风化程度等数据，与三维数字模型关联，形成古建筑的数字孪生体，可以预测结构风险并指导维护决策。

12.10.2 技术架构五层模型

- 文化遗产数字孪生的五层技术架构包括：物理层 (文化遗产实体及其环境)、采集层 (传感器网络、三维扫描设备、环境监测设备)、数据层 (三维模型、时序数据、历史档案、专家知识)、模型层 (数字孪生模型，
包括几何模型、物理模型、行为模型和规则模型)、应用层 (实时监测、预测预警、虚拟实验、决策支持)。
- Telek 等人提出的 3D 数字重建存档的协作方法为文化遗产数字孪生提供了技术参考。

12.10.3 应用前景

- 文化遗产数字孪生的应用前景包括：古建筑健康监测——实时监测古建筑的结构健康状态，预测风险并指导维护；壁画病害预测——基于环境数据和壁画状态数据预测病害发展趋势，实现预防性保护；
- 虚拟修复实验——在数字孪生体上进行修复方案模拟，评估不同方案的效果后再实施于实体；游客承载力管理——通过数字孪生体模拟不同游客量对文化遗产的影响，制定科学的游客管理策略。

12

12.11 结语

12.11 结语

- 文化遗产是人类文明的记忆与见证，数字化技术为文化遗产保护提供了前所未有的工具和手段。
- 从 G(数字化采集) 到 A(数字典藏)，从 R(数字化呈现) 到 U(利用活化)，再到 D(数字治理)，G.U.A.R.D. 框架以 " 守护 " 为名，构建了文化遗产数字化保护的全生命周期方法论体系。
- 中国文化遗产数字化保护已取得了举世瞩目的成就——数字敦煌的壁画数字化、数字故宫的古建筑数字化、三星堆的考古现场数字化等标杆项目展示了中国智慧和中国特色。
- 然而，在标准化建设、伦理治理、版权保护和可持续发展等方面，中国仍需要向国际先进经验学习并不断完善。
- 面向未来，AI+VR+ 区块链的技术融合、文化遗产数字孪生的实践应用、以及全球数字遗产协作平台的构建，将为文化遗产保护开辟新的视野和路径。
- 让数字技术成为文化遗产的忠实守护者，让文化遗产在数字时代焕发新的生机与活力——这是本专著的初心，也是每一个文化遗产保护工作者的使命。

13

12.12 中国文化遗产数字化的经验总结

12.12.1 成功经验

- 中国文化遗产数字化的成功经验可以总结为四点：政府主导与多方参与结合——政府在政策制定和资金投入方面发挥主导作用，同时鼓励科研机构、企业和社区多方参与；
- 技术创新与文化理解融合——数字敦煌等项目的成功在于将技术创新与文化理解深度融合，技术团队不仅掌握数字化技术，还深入理解文化遗产的学术价值；
- 保护与利用平衡——在 " 保护为主、抢救第一、合理利用、传承发展 " 方针指导下，兼顾保护与利用的双重目标；循序渐进与重点突破——以敦煌、故宫等重点机构为突破口，逐步向全国推广。

12.12.2 教训与反思

- 中国文化遗产数字化也有值得反思的教训：重复建设——不同机构各自建设数字平台，功能重叠、资源浪费；标准不统一——缺乏全国统一的技术标准和元数据标准，导致数据互操作性差；
- 重建设轻维护——许多数字化项目完成后缺乏持续的维护和更新投入；社区参与不足——数字化以机构主导为主，来源社区和传承人的参与程度有待提升。
- 杜若飞在分析敦煌数字化实践时指出，数字技术与文化遗产融合发展需要长期的投入和系统的规划。

12.12.3 未来发展建议

- 基于 G.U.A.R.D. 框架的分析，中国文化遗产数字化保护的未来发展建议包括： G 维度——加强自主研发，突破高端扫描设备国产化瓶颈；
- A 维度——建立全国统一的文化遗产数字资源平台，解决 " 数据孤岛 " 问题； R 维度——在扩大传播范围的同时提升传播深度，避免文化理解的浅表化； U 维度——探索文化遗产活化利用的新业态和新模式；
- D 维度——完善法律法规体系，建立伦理审查制度，探索可持续发展商业模式。

14

12.6 中国文化遗产数字化保护的区域比较分析

12.6.1 东中西部数字化发展差异

- 中国文化遗产数字化保护存在显著的区域不平衡。
- 根据 2024 年国家文物局的统计数据和学术调研，东部地区在数字化基础设施、项目投入和技术应用方面明显领先于中西部地区：东部地区（北京、上海、江苏、浙江、广东等）：依托经济优势和科技资源，
 - 文化遗产数字化已进入 " 智能化 " 阶段。
 - 典型特征包括：(1) 建设了一批标杆性数字平台，如故宫 " 数字文物库 " 收录 10 万件文物高清图像，敦煌 " 数字藏经洞 " 实现 AI 驱动的沉浸式体验；
 - (2) 产学研协同紧密，清华大学、浙江大学等高校与博物馆建立了长期合作关系；(3) 社会资本参与度高，腾讯、百度、字节跳动等科技企业积极投入文化遗产数字化。
- 中部地区（河南、湖北、湖南、安徽等）：文化遗产资源丰富但数字化投入相对不足。
 - 河南省作为文物大省，拥有全国重点文物保护单位 420 处（居全国第二），但数字化覆盖率仅约 35%，低于东部地区的 60% 以上。
 - 中部地区的数字化实践以政府主导的大型项目为主，如河南博物院的 " 云上展厅 " 和湖北省博物馆的 " 曾侯乙编钟 " 数字化项目。

12.6.1 东中西部数字化发展差异

- 西部地区 (甘肃、新疆、西藏、云南、贵州等)：文化遗产类型独特 (民族非遗丰富、石窟寺分布密集)，但数字化面临基础设施薄弱、专业人才匮乏、资金投入不足三重困境。
- 敦煌研究院作为西部地区的例外，凭借 " 数字敦煌 " 项目成为全国石窟寺数字化的标杆，但其他西部文博机构的数字化水平总体偏低。

12.6.2 贵州文化遗产数字化的深度分析

- 贵州作为中国多民族文化荟萃之地，拥有丰富的非物质文化遗产和独特的文化遗产资源。
- 截至 2024 年，贵州省列入联合国教科文组织非遗名录的项目有 1 项（侗族大歌），国家级非遗项目 159 项，省级非遗项目 922 项。
- 贵州非遗数字化的典型实践：(1) 侗族大歌数字化保护工程：采用高保真录音、3D 空间音频和多机位视频记录，建立了包含 500 余首侗族大歌的数字档案库。
- 该项目还利用 AI 技术对歌谣旋律进行模式分析，发现了不同侗寨之间的音乐传播路径；
- (2) 苗族银饰锻造技艺数字化：通过 3D 扫描记录 300 余件苗族银饰，利用动作捕捉技术记录传承人的锻造工艺过程，建立了工艺数据库和虚拟教学系统；
- (3) 屯堡文化数字化：对安顺地区屯堡建筑群进行无人机摄影测量和三维重建，记录地戏表演的完整流程，建立屯堡文化数字博物馆。
- 贵州数字化实践的挑战与策略：(1) 多语言多文字的数字化挑战——贵州少数民族有苗文、侗文、彝文等多种文字，OCR 和 NLP 技术对这些低资源语言的支持不足，需要开发专门的识别和处理模型；
- (2) 社区参与不足——当前数字化项目主要由政府和学术机构主导，源社区的参与程度较低，需要建立社区赋权的数字化模式；

12.6.2 贵州文化遗产数字化的深度分析

- (3) 跨区域协作——贵州与云南、广西等周边省份在民族文化上存在交叉，需要建立跨区域的数字化协作机制。

15

12.7 G.U.A.R.D. 框架的中国实践验证与理论反思

12.7.1 五维度实践验证

- 基于对中国文化遗产数字化保护实践的系统性调研，
- G.U.A.R.D. 框架五个维度在中国语境下的实践表现如下：
 - G(Generation) 维度：中国在文化遗产数字化采集方面已形成较为完整的技术体系。
 - 3D 扫描方面，敦煌研究院开发的 " 壁画高分辨率数字采集系统 " 已实现每平方米壁画的采集精度达到 300 DPI，色彩还原度 $\Delta E < 3$ 。
 - 摄影测量方面，故宫古建筑的无人机倾斜摄影测量已实现厘米级精度的三维建模。但在多光谱成像、高光谱成像等高级采集技术方面，中国与国际先进水平仍有差距。
- U(Utilization) 维度：中国在文化遗产活化利用方面创新活跃。" 国潮 " 文化与文化遗产数字化的结合产生了 " 故宫文创 " " 敦煌丝巾 " 等成功案例。
- VR/AR 应用方面，" 数字圆明园 " " 数字兵马俑 " 等项目已达到国际先进水平。但利用的可持续性和深度仍有不足——许多项目呈 " 展览型 " 而非 " 持续运营型 "。
- A(Archiving) 维度：中国在数字典藏平台建设方面投入巨大，但标准化程度不足。各文博机构的数字典藏系统多为独立建设，数据格式和元数据标准不统一，跨机构检索和数据交换困难。
- 国家级的统一数据交换平台尚未建成。R(Representation) 维度：中国数字博物馆和在线展览发展迅速，但在国际传播方面存在短板。中文数字内容丰富但多语言版本不足，国际用户访问受限。

12.7.1 五维度实践验证

- 同时，中国数字博物馆的用户体验设计与国际顶尖水平（如谷歌艺术与文化计划）相比仍有提升空间。

D(Digital Governance) 维度：中国在文化遗产数字化治理方面取得了积极进展。

- "国家文化数字化战略" 为数字化保护提供了顶层设计，各地也出台了配套政策。但在数据治理、伦理规范、社区权利保护等方面，制度框架仍需完善。

12.7.2 理论反思与框架优化

- 基于中国实践验证，G.U.A.R.D. 框架可进行以下优化：增加 " 协同 " 维度：中国实践表明，跨部门、跨机构、跨区域的协同是数字化保护成功的关键。
- 建议在框架中增加 "C"(Collaboration/ 协同) 维度，形成 G.U.A.R.D.C. 六维框架。强化 " 社区 " 要素：非遗保护中社区的主体地位需要在框架中得到更充分的体现。
- 建议在 U 维度中强化社区参与和社区赋权的内容。
- 融入 " 韧性 " 概念：数字文化遗产面临技术过时、数据丢失、网络攻击等风险，需要在 A 维度中融入 " 数字韧性 "(Digital Resilience) 概念，强调数字遗产的长期可持续性。

16

12.8 未来展望：技术融合与文明互鉴

12.8.1 技术融合趋势的深度研判

- 未来 5-10 年，文化遗产数字化保护将受到以下技术融合趋势的深刻影响： AI+3D+ 物联网的三体融合： AI 提供智能分析和决策能力， 3D 技术提供高保真数字孪生体，物联网提供实时感知和监测能力。
- 三者融合将实现文化遗产的 " 智能孪生 "—— 不仅能精确复制文化遗产的物理形态，还能实时监测其状态变化、预测保护需求、自动生成修复方案。
- 区块链 + 文化遗产的信任基础设施：区块链技术可为文化遗产数字化提供可信的数据溯源、权属确认和交易记录。
- 特别是在跨境文化遗产合作中，区块链可建立多方信任机制，确保数字文化遗产的来源可追溯、使用可授权、收益可分配。
- 量子计算与文化遗产：虽然量子计算尚处于早期阶段，但其在大规模数据搜索、复杂优化问题方面的潜力可能为文化遗产研究带来突破。
- 如利用量子计算加速文物材料老化的分子模拟，或优化大规模数字文化遗产的检索算法。

12.8.2 全球协作与文明互鉴的数字路径

- 文化遗产数字化为全球文明互鉴提供了新的技术路径：数字丝绸之路文化遗产走廊：通过数字化技术将丝绸之路沿线文化遗产连接为数字走廊，实现跨国的虚拟展览、联合研究和文化教育。
- 如 " 数字敦煌 " 已与吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦等中亚国家的文化遗产机构建立合作关系。全球文化遗产数字联盟：建立基于开放标准的全球文化遗产数字联盟，实现各国数字文化遗产的互联互通。
- 这需要解决数据标准互操作、多语言支持、知识产权协调、伦理规范统一等复杂问题。文明比较的数字方法论：利用数字人文方法对世界各文明的遗产进行量化比较分析，揭示人类文明的共性和差异。
- 如通过社会网络分析比较不同文明的遗产传播网络结构，或通过主题建模比较不同文化语境中遗产价值的表述差异。

17

12.9 中国文化遗产数字化的未来路径

12.9.1 " 国家文化数字化战略 " 的深度解读

- 2022 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》是中国文化遗产数字化最重要的顶层设计文件。
- 该文件提出了八项重点任务，其中与文化遗产直接相关的包括：中华文化数据库建设：统筹建设汇聚全国文化数据资源的文化数据库，实现文化数据的统一存储、管理和共享。
- 这一数据库将是全球规模最大的文化遗产数字资源库，预计收录超过 1 亿件文化数据资源。文化数字化网络基础设施：依托现有有线电视网络设施和广电 5G 网络，形成国家文化专网。
- 文化专网解决了文化遗产数字资源传输的带宽和安全问题，为高清图像、3D 模型、VR 内容等大容量数字资源的传输提供了基础设施保障。
- 文化数字化标准体系建设：编制文化数字化标准体系框架，加快制定数据采集、加工、传输、存储、利用等各环节标准。标准体系建设是实现数据互操作和共享利用的前提。
- 文化数字化成果转化：发展数字化文化消费新场景，鼓励各种机构和个人依托文化数据资源进行二次开发。这一任务旨在打通从 " 数字化保护 " 到 " 数字化利用 " 的价值链，使文化遗产数字资源产生社会和经济效益。

12.9.2 技术驱动的未来创新方向

- 数字孪生遗产地：通过对文化遗产地进行全要素数字化——包括几何形态、材质属性、环境参数、结构状态等——构建精确的数字孪生体。数字孪生体可用于实时监测遗产状态、模拟灾害影响、优化保护方案。
- 如长城数字孪生项目已建立了喜峰口段长城的毫米级精度数字孪生体，通过传感器网络实时监测结构变形和环境参数。
- AI 辅助的遗产保护决策：利用深度学习分析多源监测数据（结构变形、环境变化、游客流量等），预测遗产劣化趋势并提供保护建议。
- 如敦煌研究院开发的“壁画病害 AI 诊断系统”能自动识别 11 类壁画病害，诊断准确率达到 85% 以上，大幅提升了病害评估效率。
- 区块链赋能的遗产数据治理：利用区块链技术建立文化遗产数字资源的权属登记、使用授权和收益分配机制。
- 如“文物数字身份证”系统为每件文物的数字资源赋予唯一标识和权属信息，所有使用记录上链存证，确保权属可追溯、使用可监控、收益可分配。
- 元宇宙中的文化遗产新形态：元宇宙技术为文化遗产的保护、传播和利用提供了全新空间。
- 未来可能出现“虚拟遗产地”——完全在元宇宙中构建的、没有物理对应物的数字文化遗产空间，如将已消失的圆明园、阿房宫等在元宇宙中完整重建，形成超越时空限制的数字文化体验空间。

18

12.10 标志性实践案例的深度分析

12.10.1 数字故宫的体系建设

- 故宫博物院的数字化建设历经二十余年，形成了覆盖 " 保护 - 管理 - 展示 - 传播 " 全链条的数字体系：数字采集体系：故宫已完成约 9 万件文物的二维数字化采集（高清图像），
- 约 1.5 万件文物的三维数字化采集，以及古建筑群的全面数字化测绘。
- 古建筑数字化采用无人机倾斜摄影测量 + 地面激光扫描的融合方案，实现了紫禁城全部 1200 栋建筑的厘米级精度三维建模。
- 数字管理平台：故宫开发了 " 数字故宫 " 综合管理平台，集成了藏品管理系统、古建监测系统、观众服务系统和安防系统。平台基于微服务架构，支持各子系统的数据互通和联动。
- 如当古建监测系统发现某建筑结构异常时，可自动通知安防系统加强巡查，并向观众服务系统推送区域关闭通知。
- 数字展示体系：故宫构建了多层次的数字展示体系：(1)" 数字文物库 "—— 在线发布超过 10 万件文物高清图像，支持多维检索和高清缩放；(2)" 全景故宫 "—— 紫禁城全景漫游，支持 VR 设备浏览；
- (3)" 故宫名画记 "—— 超高清名画展示，精度达到每平方厘米 1200 像素；(4)" 数字多宝阁 "—— 精选文物的 3D 交互展示，支持 720 度旋转和细节放大。
- 数字传播矩阵：故宫构建了覆盖社交媒体（微博、微信公众号）、短视频平台（抖音、快手）、直播平台和独立 APP 的数字传播矩阵。

12.10.1 数字故宫的体系建设

- 故宫文创抖音账号拥有超过 500 万粉丝，是文博领域最具影响力的短视频账号之一。

12.10.2 三星堆遗址的科技考古与数字化展示

- 三星堆遗址的考古发掘和展示代表了科技考古与数字化的深度融合：考古方舱数字化：三星堆发掘现场建设了恒温恒湿的考古方舱，方舱内安装了多台高清摄像机和 3D 扫描仪，实时记录发掘全过程。
- 发掘人员穿着带有定位标签的防护服，系统可追踪每位发掘人员的活动轨迹和操作时间。
- 实验室考古数字化：出土文物在田野考古结束后进入实验室考古阶段，实验室配备了微 CT、电子显微镜、X 射线荧光光谱仪等设备，对文物进行无损检测和分析。
- 所有检测数据与文物的 3D 模型关联存储，形成 " 几何 + 材质 + 结构 " 的多维数字档案。
- 数字化展示创新：三星堆博物馆新馆利用数字化技术打造了多个沉浸式展览场景：(1)" 青铜大立人 "AR 体验——观众通过 AR 设备观看青铜大立人像，AI 自动叠加铸造工艺、纹饰含义和历史背景的数字信息；
- (2)" 祭祀坑 "VR 复原——通过 VR 技术复原祭祀坑的原始状态，让观众 " 亲眼 " 见证文物埋藏的壮观场面；
- (3)" 数字三星堆 " 元宇宙——在百度希壤元宇宙平台构建的三星堆虚拟博物馆，用户以虚拟形象漫游其中，参与考古挖掘互动体验。

19

12.11 贵州文化遗产数字化的深化路径

12.11.1 民族文化数字资源库的体系化建设

- 贵州拥有苗、布依、侗、土家、彝、仡佬、水、回、白等世居少数民族，民族文化资源极为丰富。
- 民族文化数字资源库的体系化建设需要解决以下关键问题： 多语言多文字处理：贵州少数民族使用多种语言和文字（苗文、侗文、彝文、水书等），
- 这些低资源语言在数字化中面临特殊挑战： (1)OCR 技术支持不足——主流 OCR 引擎对这些文字的识别准确率极低，需要开发专门的识别模型；
- (2) 字体支持不完善——部分少数民族文字缺乏标准数字化字体，需要字体设计和开发； (3) 多语言元数据管理——同一件非遗项目可能有多种语言的名称和描述，需要多语言元数据管理机制。
- 口传传统的数字化：贵州许多少数民族文化以口传传统为主，缺乏文字记录。
- 口传传统的数字化不能简单等同于录音录像，而需要： (1) 语境记录——不仅记录口述内容本身，还要记录口述的语境（场合、参与者、目的、氛围等）；
- (2) 多版本记录——同一故事或歌谣在不同村寨、不同传承人之间可能存在差异版本，这些差异本身就是文化信息，应全部记录；
- (3) 翻译与注释——口传内容通常使用方言或古语，需要翻译为现代汉语并加注文化背景说明。

12.11.1 民族文化数字资源库的体系化建设

- 文化生态整体保护：贵州民族文化与自然环境、建筑空间、社区生活紧密关联，数字化保护应采取整体性策略：
 - (1) 虚拟文化生态保护区——利用 VR 技术重建民族文化空间的完整生态，包括建筑、服饰、饮食、仪式、音乐、舞蹈等多元文化要素；
 - (2) 数字文化地图——将民族文化资源的地理位置信息数字化，构建可视化的民族文化空间分布图谱；
 - (3) 传承人数字档案——为每位国家级和省级非遗传承人建立包括技艺视频、口述史、传承谱系、代表作品等在内的综合数字档案。

12.11.2 屯堡文化数字化的实践创新

- 安顺屯堡文化是明代军屯制度的活态遗存，具有独特的历史文化价值。
- 屯堡文化的数字化实践包括：
屯堡建筑三维数字化：对天龙屯堡、云山屯、本寨等典型屯堡村落进行无人机倾斜摄影测量和地面激光扫描，建立村落的毫米级精度三维模型。
模型不仅记录建筑外观，还通过室内扫描记录建筑内部结构、装饰细节和生活器物，形成完整的 " 数字屯堡 "。
地戏数字化记录：地戏 (俗称 " 跳神 ") 是屯堡文化最具特色的非遗项目。
数字化记录采用多机位 4K 视频 + 动作捕捉 + 面部表情捕捉的融合方案，完整记录地戏表演的全过程。同时，对地戏面具进行 3D 扫描，建立面具数字博物馆，每副面具关联其角色信息、制作工艺和表演剧目。
- 屯堡文化数字博物馆：建设线上屯堡文化数字博物馆，整合屯堡建筑三维模型、地戏表演数字化记录、屯堡服饰和器物 3D 扫描、口述史视频等多媒体资源，提供虚拟漫游、
知识图谱检索和沉浸式体验等多种访问方式。
- 数字博物馆同时服务于学术研究、教育教学和文旅推广。

20

12.12 G.U.A.R.D. 框架的全球适应性评估

12.12.1 跨文化适用性分析

- G.U.A.R.D. 框架在中国文化遗产数字化实践中得到了验证，其跨文化适用性如何？
- 基于国际比较分析： G 维度 (采集) 的普适性：数字化采集技术具有高度的文化中性—— 3D 扫描、摄影测量、音视频记录等技术适用于任何文化背景的文化遗产。
- 不同文化语境下的差异主要在于采集优先级的选择——某些文化可能优先采集口传传统，另一些可能优先采集建筑遗产。 U 维度 (活化) 的文化差异：文化遗产的活化利用方式深受文化价值观影响。
- 在个人主义文化中， " 活化 " 可能强调个人创造性和商业化利用；在集体主义文化中， " 活化 " 可能更强调社区传承和文化延续。框架在跨文化应用时需要调整活化策略以适应不同文化的价值观。
- A 维度 (典藏) 的标准化趋势：数字典藏的标准化是国际趋势， CIDOC CRM 等国际标准具有跨文化适用性。
- 但标准的应用需要考虑不同文化的分类逻辑和组织方式——西方的分类体系可能不适合非西方文化遗产的著录。 R 维度 (呈现) 的叙事差异：文化遗产的呈现方式深受文化叙事传统影响。
- 西方叙事强调线性逻辑和因果关系，东方叙事可能更注重意境和氛围。框架在呈现维度需要支持多元叙事方式。 D 维度 (治理) 的制度差异：文化遗产治理的制度框架因国家政治体制和法律传统而异。
- 框架在治理维度需要适应不同国家的制度环境，不能假设统一的治理模式。

12.12.2 框架的持续优化方向

- 基于实践验证和理论反思，G.U.A.R.D. 框架的持续优化方向包括：增加动态性：当前框架的五个维度呈现静态关系，实际实践中各维度之间是动态交互的。
- 未来可引入系统动力学模型，描述各维度之间的反馈循环和动态演化。
- 强化社区维度：框架应更明确地将 " 社区 " 作为一个跨维度要素——社区的参与贯穿采集、活化、典藏、呈现和治理的全过程，而非仅作为某个维度的附属。
- 纳入技术伦理：随着 AI 等新技术的深入应用，框架应在 D 维度中强化技术伦理的内容，包括 AI 原真性、算法公平、数据主权等议题。

21

12.13 全书总结与未来研究议程

12.13.1 全书核心观点回顾

- 本书以 G.U.A.R.D. 框架为理论主线，系统论述了文化遗产数字化保护的全生命周期——从数字化采集 (G) 到数字典藏 (A)、数字呈现 (R)、活化利用 (U) 和数字治理 (D) ，
- 形成了一个完整的理论体系和实践指南。
- 核心观点包括：(1) 文化遗产数字化保护不仅是技术问题，更是文化、社会、法律和伦理的综合治理问题；(2) G.U.A.R.D. 框架的五维闭环为文化遗产数字化保护提供了系统性的方法论指导；
- (3) 数字化保护应坚持 " 保护优先、利用为重、社区为本、伦理为先 " 的基本原则；(4) 中国文化遗产数字化保护在规模和速度上取得了显著成就，但在标准化、开放性和社区参与方面仍需深化。

12.13.2 未来研究议程

- 基于本书的研究，提出以下未来研究方向：理论深化：(1)G.U.A.R.D. 框架的实证验证和优化——需要在更多类型的文化遗产和更多地区的实践中检验框架的适用性，并根据反馈持续优化；
- (2) 数字文化遗产的本体论研究——深入探讨数字文化遗产的存在论地位、价值论基础和认识论方法。
- 技术创新：(1)AI+3D+IoT 融合的智能孪生遗产地研究——探索多技术融合在遗产地保护监测中的应用；
- (2) 文化遗产知识图谱的大规模构建与推理——研究如何将分散的遗产知识关联为统一知识网络并支持智能推理。
- 社会影响：(1) 数字化对文化遗产传承的长期影响研究——通过纵向研究追踪数字化对非遗传承的长期效应；
- (2) 数字鸿沟对文化遗产可及性的影响研究——量化分析数字鸿沟对文化遗产公共获取的影响并提出缓解策略。全球治理：(1) 数字文化遗产的国际法律框架研究——探索建立跨境数字文化遗产的法律保护机制；
- (2) 全球文化遗产数字联盟的治理模式研究——研究如何构建基于开放标准和多方参与的全球文化遗产数字治理体系。文化遗产数字化保护是一个不断演进的领域，新的技术、新的挑战 and 新的机遇将持续出现。
- 本书所提出的 G.U.A.R.D. 框架和各项分析旨在为这一领域的理论研究者 and 实践工作者提供系统性的参考框架，期待在未来实践中不断完善和发展。

22

12.14 延伸阅读与课程总结

12.14 延伸阅读与课程总结

- 延伸阅读：建议阅读《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》及相关解读材料，深入理解中国文化遗产数字化的顶层设计。
- 同时推荐阅读敦煌研究院、故宫博物院等机构发布的数字化建设报告，了解中国文化遗产数字化实践的最新进展。
- 对于国际比较，推荐阅读 Europeana 年度报告和 Google Arts & Culture 影响力报告。
- 课程总结：本书以 G.U.A.R.D. 框架为理论主线，构建了文化遗产数字化保护的完整知识体系。
- 从概念演进 (第 1-3 章) 到核心技术 (第 4-6 章) ，从传播活化 (第 7-9 章) 到治理展望 (第 10-12 章) ，形成了一个从理论到实践、从技术到治理、从国内到国际的系统性框架。
- G.U.A.R.D. 框架的学术贡献：本书提出的 G.U.A.R.D. 框架是对文化遗产数字化保护理论的重要贡献。
- 与既有框架相比，G.U.A.R.D. 框架的创新性体现在：(1) 全生命周期视角——将数字化保护视为从采集到治理的完整闭环，而非孤立的技术环节；
- (2) 多维度整合——将技术、管理、法律、伦理等维度整合在统一框架中；(3) 中国语境适应——框架在中国文化遗产保护实践中得到验证和优化，具有发展中国家视角的独特性。

12.14 延伸阅读与课程总结

- 学习成果评估：学生在完成本书学习后应能够：(1) 理解文化遗产数字化保护的基本概念、理论框架和发展趋势；(2) 掌握 G.U.A.R.D. 框架的分析方法和应用技能；
- (3) 了解文化遗产数字化的主要技术手段及其适用场景；(4) 具备分析和评估文化遗产数字化项目的能力；(5) 理解文化遗产数字化面临的法律、伦理和社会挑战，并能提出应对策略。
- 致谢：本书的编写得益于众多学者、实践者和社区成员的智慧贡献。
- 特别感谢文化遗产数字化领域的前辈研究者奠定的学术基础，感谢文博机构一线工作者分享的实践经验，感谢源社区和传承人对数字化保护的理解和支持。
- 文化遗产数字化保护是一个需要持续探索和共同努力的领域，期待本书能为这一领域的教学、研究和实践提供有益参考。

23

12.15 结语：以数字技术守护文明之光

12.15 结语：以数字技术守护文明之光

- 文化遗产是人类文明的结晶，是连接过去、现在与未来的精神纽带。在数字化时代，以数字技术守护文化遗产，不仅是对过去的致敬，更是对未来的承诺。
- 本书提出的 G.U.A.R.D. 框架——从数字化生成 (G) 到利用活化 (U)、从数字典藏 (A) 到数字呈现 (R)、以数字治理 (D) 为保障——试图为文化遗产数字化保护提供一个系统性的理论与实践框架。
- 这一框架的核心理念是：数字化保护不是简单的技术操作，而是涵盖技术、管理、法律、伦理和社会的综合治理工程。中国的文化遗产数字化实践正在从 " 跟跑 " 走向 " 并跑 "，在部分领域已实现 " 领跑 "。
- " 数字敦煌 " 向世界展示了石窟寺数字化的中国方案，" 数字故宫 " 展现了古建筑与藏品数字化的中国速度，" 国家文化数字化战略 " 体现了文化遗产数字化的中国决心。
- 面向未来，文化遗产数字化保护需要在以下几个方向持续努力：技术创新与人文关怀的平衡、开放共享与权利保护的协调、全球协作与文化主权的兼顾、技术进步与伦理底线的坚守。
- 让我们以数字技术为工具，以文化传承为使命，以文明互鉴为目标，共同守护人类文明之光，让文化遗产在数字时代焕发新的生机与活力。

- 本章作为全书的收束之章，将 G.U.A.R.D. 框架应用于中国文化遗产数字化保护的实践验证。首先介绍了中国国家文化数字化战略和重大工程；
- 然后通过数字敦煌、数字故宫和非遗案例集锦分析了标志性实践；接着探讨了贵州文化遗产数字化的特色实践；
- 之后从 G、A、R、U、D 五个维度系统验证了 G.U.A.R.D. 框架在中国实践中的适用性；最后展望了技术融合、数字孪生和全球协作三大未来趋势。
- 全书以 G.U.A.R.D. 框架始，以框架验证终，形成了 " 理论建构—技术分析—实践验证—未来展望 " 的完整逻辑闭环。

- 中国国家文化数字化战略的核心内容有哪些？ 2. (理解) 分析 G.U.A.R.D. 框架五个维度在中国实践中的表现差异及其原因。
- 3. (应用) 运用 G.U.A.R.D. 框架分析 "云游敦煌" 小程序的五维度表现。 4. (分析) 比较数字敦煌和数字故宫在技术路线和服务模式上的差异。
- 5. (评价) 评估中国文化遗产数字化保护在全球格局中的地位与差距。 6. (创造) 基于 G.U.A.R.D. 框架设计一个文化遗产数字孪生系统方案。

- 1. 彦风. 文化遗产的数字化应用. 万方数据.
- 2. Zhou M, Geng G, Wu Z. Digitization of Cultural Heritage. Springer, 2012. DOI:
- 3. 洪闯, 李风雪. 基于 Kano 模型的文化遗产数字化服务平台功能需求与服务优化研究. 维普网.
- 4. 杜若飞. 基于数字技术的中国文化遗产保护与传播——以敦煌莫高窟为例. 万方数据.
- 5. 陈振旺, 樊锦诗. 文化科技融合在文化遗产保护中的运用——以敦煌莫高窟数字化为例. 万方数据.
- 6. 洪闯, 李中明. 基于可拓云模型的文化遗产数字化平台信息服务质量评价研究. 维普网.

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