



5G

一种提升古建筑保护数字化能级的智能化服务平台

张琪, 华静, 蔡敏

(中国电信股份有限公司上海分公司, 上海 200120)

摘要: 探讨了利用数字化平台和AI保护古建筑的方案, 提出了保护古建筑的智能化服务平台。不仅可以用于保护古建筑, 还可以结合文旅、会展和酒店等行业进行推广, 从而促进城市文化和旅游融合发展。

关键词: 数字化平台; 大数据治理; 5G; AI

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2025069

0 引言

随着数字化技术的迅猛发展, 各个领域面临新的机遇和挑战。古建筑保护领域也亟待通过数字化力量, 实现数字化转型能级的提升, 打造智能化服务平台成为当前古建筑保护的关键举措。

1 关键技术分析

为了更好地提升古建筑保护的数字化转型能级, 依托5G、AI、XR等先进技术打造一个智能化服务平台, 以科技赋能古建筑保护, 推动文化遗产的数字化传承与创新。

1.1 采集端利用5G技术实现高速数据传输

5G技术具有高速率、低时延等特点, 可以为保护古建筑提供强大的数据传输支持。通过5G网络, 可以实时传输古建筑的高清图像、视频和三维模型数据, 让用户获得更加流畅及逼真的体验。同时, 5G技术还可以支持大规模的用户同时在线, 为文旅和会展等活动提供更好的服务。

还可以利用5G技术搭建远程监测并结合物

联网、大数据等技术, 对古建筑进行实时监测与预警。通过安装在古建筑上的传感器等设备, 将古建筑的温度、湿度、位移和结构安全等关键数据传输到云端。一旦发现异常情况立即触发预警机制, 为古建筑的安全提供有力保障。

1.2 平台端借助AI技术实现智能化保护

AI技术可以为保护古建筑提供智能化的解决方案。例如, 利用AI图像识别技术, 对古建筑的病害进行自动检测和识别。通过对古建筑图像的分析, 识别裂缝、腐蚀和破损等病害, 并给出相应的修复建议。

此外, AI技术还可以用于古建筑的数字化修复及数字孪生建模。通过对古建筑的三维模型进行高精度扫描分析, 对古建筑进行全方位的数据采集, 构建古建筑的数字孪生模型。利用AI算法自动生成修复方案, 并进行虚拟修复。在实际修复过程中, 可以参考虚拟修复的结果, 提高修复的准确性和效率。该模型将真实还原古建筑的空间结构和纹理细节等特征, 为后续的虚拟展示和智能监测等提供基础数据支持。



1.3 展现端运用XR技术打造沉浸式体验

XR技术包括虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）等，可以为用户带来沉浸式体验。在古建筑保护方面，可以利用XR技术让用户在虚拟世界中亲身体验古建筑的魅力。例如，通过VR技术，用户可以身临其境地参观古建筑，同时对古建筑历史和文化背景的深入讲解，相互交织成一场视觉和听觉的盛宴。利用AR技术，可以在现实场景中叠加古建筑的虚拟信息，为游客提供更加丰富的导览服务。而MR技术可以将虚拟古建筑与现实场景进行融合，创造更加奇幻的体验。

1.4 存储端依托区块链技术夯实信息存证与保护

利用区块链技术的几乎不可篡改性及可追溯性特点，对古建筑的相关信息信息进行存证与保护。通过区块链技术记录古建筑的历史沿革、修复记录等关键信息，确保信息的真实性与完整性，为古建筑的保护与传承提供可靠依据。

2 平台整体架构设计

通过数字智能化技术为古建筑保护提供全方位、数字化的解决方案。平台将集数字孪生、虚拟现实和区块链等前沿技术于一体，实现古建筑

信息的精准采集、三维建模、虚拟展示、智能监测与保护等功能，为古建筑的保护、修复、研究与传播提供强有力的技术支持。平台整体架构如图1所示。

古建筑智能服务平台以全时空城市数字孪生为核心纽带，集成全时空大数据，打造覆盖从时空大数据融合管理到数据可视化，从异构服务管理到服务共享发布，从洞察分析到辅助决策，对时空大数据可视化、分析和挖掘，把隐藏在古建筑采集点海量数据中的信息提取出来，进行共享发布，促进古建筑时空数据的互联、互通和互享。古建筑智能服务平台旨在建成面向古建筑的统一时空框架的时空数智服务，汇集相关时空大数据，通过多源异构无序数据治理和分析挖掘，使时空大数据按照统一的数字底板进行管理、查看和分析，实现全市数据时空动态资产精细化管理和智能化分析。

2.1 古建筑时空数链全流程逻辑

以古建筑全量化时空数链“汇、治、算、用、管”的技术思路，结合时空大数据、知识图谱和时空AI等技术，汇聚空间地理数据和公共专题数据等多源异构数据，通过统一空间治理和标签计算，建立时空为索引的数据资产体系。使数据具备融合的时空特征，如时间特征、空间特



图1 平台整体架构

征、属性特征、关联特征、人物特征、经济特征、社会特征、治理特征和资源特征等，并通过时空数据分析挖掘，使关联的数据特征形成新型图谱数据资产。同时通过构建元数据管理、质量管理和资产管理的时空数据资产管理体系，保障古建筑时空大数据可持续运营和更新等工作，为未来数据要素流通奠定数字基础^[3]。

时空数据资产建设路径为多源数据汇聚、时空化治理、标签化计算和时空智能应用。全量化时空数链“汇治算用管”全流程逻辑如图2所示。

2.2 古建筑时空数链治理过程逻辑

古建筑时空大数据治理系统对多源数据进行合并与完善，提供可视化任务配置和丰富的监控管理功能，支持数据集成运营，保障数据的可用性，用户可简便、可扩展地访问异构数据，可用性和易用性高。将多源、无序、异构的数据资源，通过时空大数据治理子系统，发现错误、重复、杂质等问题数据，完成纠错去粗去重，实现古建筑数据资源统一格式、一致性，业务数据时空化、标签化，进而实现多源数据融合，输出对

应结构化时空数据资产，也为进一步进行更深层次的数据挖掘提供输入。

时空大数据治理系统包括时空数据采集子系统、数据时空化子系统和数据治理子系统，将时空源数据和时空化治理数据成果统一汇聚到古建筑智能服务平台，提高古建筑管理精细化和决策的科学性。时空大数据治理系统逻辑如图3所示。

3 平台业务流程部署实现

3.1 古建筑空间实体扩展模型流程

古建筑地理实体扩展模型的核心目的是提高地理信息的精度和准确性。通过对古建筑实体进行精细化建模，可以精确描述古建筑的位置、形状、大小等空间属性，以及与其他地理实体的空间关系。这有助于消除传统地理信息数据中的模糊性和不确定性，提高地理信息数据的可靠性和实用性。空间实体扩展模型流程如图4所示。

- 古建筑扩展实体模型是由地理数据库、古建筑库、业务库、专题库等基础库经过信息抽取、数据治理、数据融合等流程形成的统一数据模型，古建筑扩展模

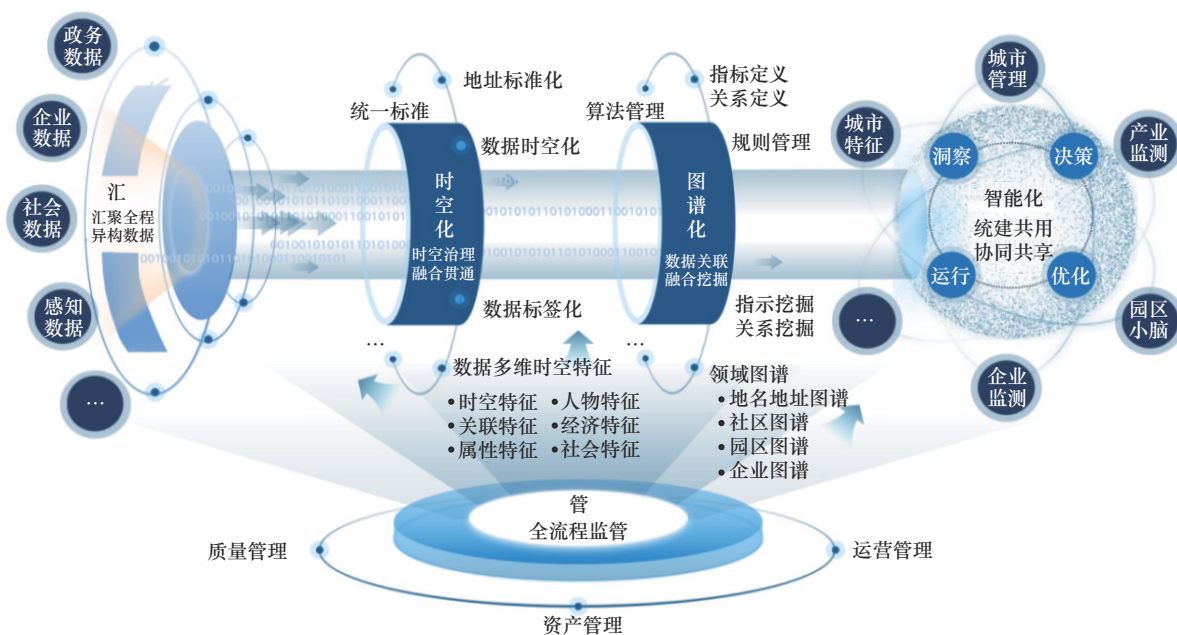


图2 全量化时空数链“汇治算用管”全流程逻辑

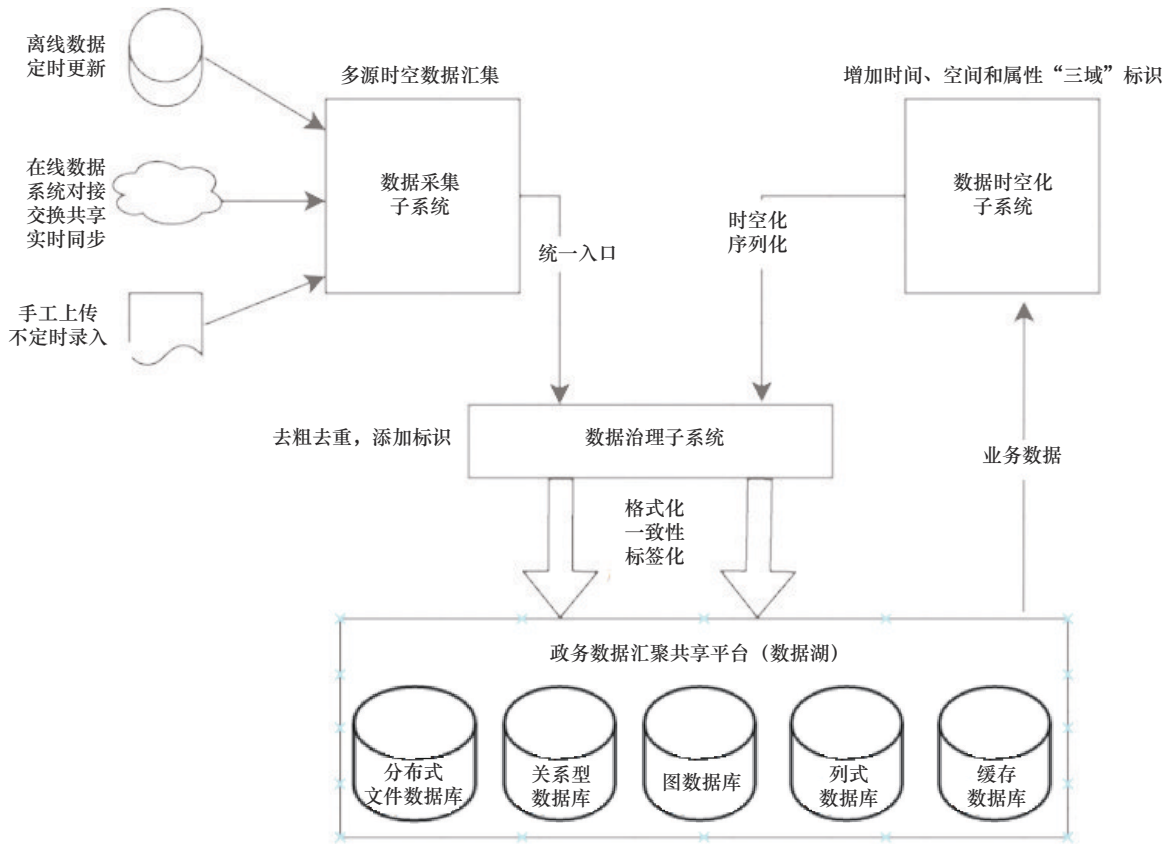


图3 时空大数据治理系统逻辑

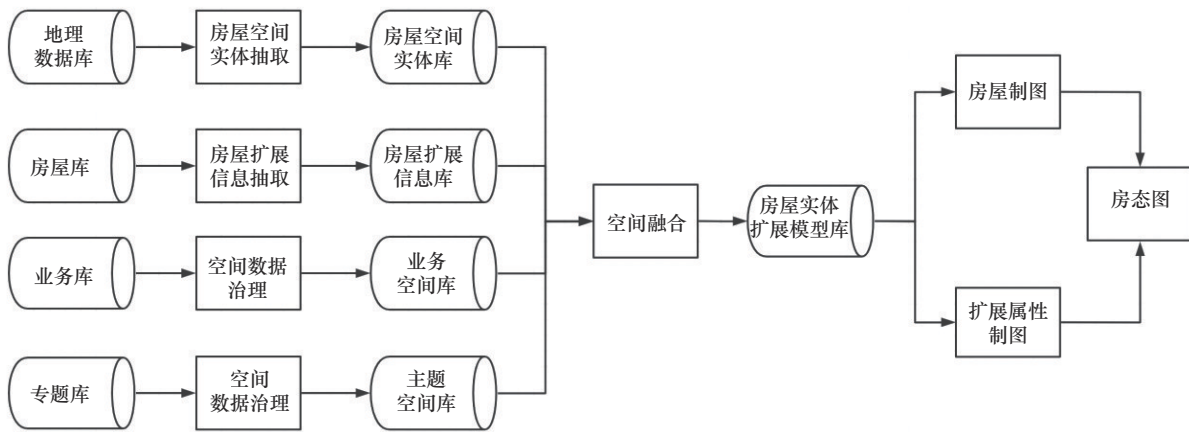


图4 空间实体扩展模型流程

- 型通过古建筑制图及古建筑的扩展属性制图后形成可视化的房态图。
- 古建筑信息提取过程是将地理数据库中跟古建筑相关的地址信息、空间位置信息以及几何形状信息等提取到古建筑实体库中。
 - 古建筑扩展信息抽取过程是将古建筑库中跟古建筑紧密的相关信息抽取出来，扩展信息主要包括房型、古建筑朝向、建筑面积和层高等信息。
 - 为了补充古建筑空间实体的扩展属性，需要补充跟古建筑相关的业务扩展数据

和专题数据。为了满足业务数据库和专题数据库与古建筑空间实体融合匹配的需求，需要对业务数据库和专题数据库进行空间化治理。空间数据治理的主要手段包括地址标准化，地址解析，坐标转换等流程。

- 经过空间数据治理流程后，业务数据和专题数据具有了空间信息，从而可以与古建筑信息进行空间匹配融合。在进行空间匹配融合时，首先通过网格、行政区划、名称的词向量召回等方式，将数据集划分为若干组。对每组的空间实体分别进行地名、地址、地理三部分的匹配计算。地名通过基于交互的深度匹配模型 ESIM 计算其相似度，地址通过解析和标准化进行补充、纠错和去冲突，再进入匹配决策树输出匹配层级。地理信息通过计算点和点、点和面的距离和面和面的重叠面积计算其相似性。将每组的匹配结果按照空间相邻的方式进行合并、去重，得到最终的匹配结果，选择哪些数据需要进行融合。融合时根据数据来源、字段详细程度等信息，判断应该保留的数据。最终得到融合后的空间数据集。
- 通过数据融合匹配流程后，形成了统一的古建筑实体扩展模型，通过古建筑制图和扩展属性制图后形成房态图。

3.2 古建筑时空信息交叉匹配流程

地址和地名的交叉匹配，有助于精确识别和定位特定的地理位置，提高空间定位的精度。

地名和地址的表达往往存在多样性和不规范性，交叉匹配可以帮助将这些不同的表达方式统一到标准的地理坐标系统中，从而规范数据的表达和使用。通过地址和地名的交叉匹配，可以将不同来源、不同格式、不同表达方式的地理数据

关联起来，形成一个完整的地理信息数据网络。在地址和地名交叉匹配的基础上，可以促进不同部门、不同领域之间的数据共享与整合，打破数据孤岛，提高数据的利用价值。时空信息交叉匹配如图 5 所示。

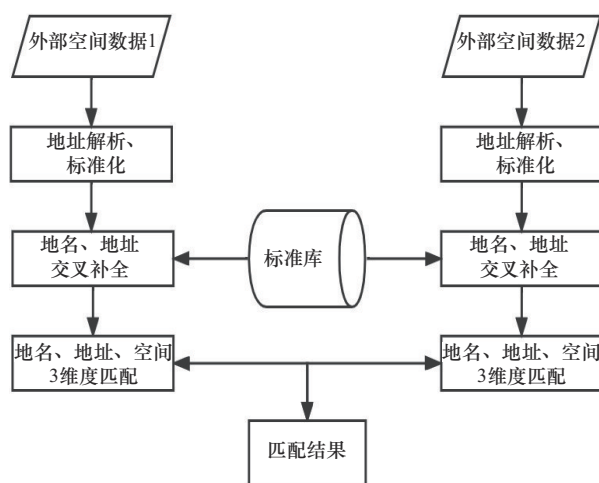


图5 时空信息交叉匹配

用户输入的空间实体可能是多个维度的，包括地名、地址、地理空间。有时，对于用户主动输入的两个空间实体，可能存在维度交叉的情况。例如，一边有地名，一边有地址，无法直接在同一维度进行匹配计算。维度交叉的空间实体无法直接进行相似度计算，需要依赖标准空间实体库。每个实体和空间实体库进行匹配，分别得到各自最接近的标准空间实体及其相似度，再计算两个标准空间实体的相似度。最终的相似度是这 3 个相似度的连乘。

3 结束语

古建筑保护智能化服务平台不仅可以用于古建筑保护，还可以结合文旅、会展和酒店等行业进行推广，促进城市文化和旅游融合发展。

- 虚拟旅游线路。结合智能化平台的虚拟现实技术，设计并推出多条古建筑虚拟旅游线路，让游客在智能化平台中就能体验不同地域、不同风格的古建筑之



- 美，促进文化旅游的融合发展。
- 文创产品开发。基于古建筑元素，开发一系列具有文化内涵和创意的文创产品，如数字艺术品、纪念品等，通过智能化平台进行销售和推广，拓宽文化旅游产业链。
 - 跨界合作与营销。积极寻求与旅游、文化、艺术等领域的跨界合作机会，共同策划和推广古建筑保护相关的活动、展览和赛事等，提升古建筑保护的社会影响力和知名度。
 - 在酒店中为用户提供云旅游体验，游客可以通过手机或VR设备，利用虚拟现实技术可以自由穿梭于古建筑之间，近距离观察建筑细节，感受古建筑的魅力与韵味，同时还能体验虚拟古建的奇妙。
 - 在会展方面。可以打造虚拟展馆，展示

古建的历史、文化和保护成果。通过线上线下相结合的方式，吸引更多的观众参与，提高古建的知名度和影响力。

参考文献：

- [1] 杜庆波, 曾波涛, 陈雪娇, 等. 5G无线网络规划与优化[M]. 北京: 电子工业出版社, 2021.
- [2] 周晓鹏. 元宇宙与数字世界的未来: 想象、演进与可能性[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2023.
- [3] 中国(上海)数字城市研究院. 城市数字孪生导论[M]. 上海: 同济大学出版社, 2023.

[作者简介]

张琪 (1988-), 男, 中国电信股份有限公司上海分公司工程师, 主要研究方向为信息安全、终端运营。

华静 (1978-), 男, 中国电信股份有限公司上海分公司正高级工程师, 主要研究方向为网络安全、IP网络设计、云计算、数据中心。

蔡敏 (1978-), 女, 中国电信股份有限公司上海分公司高级工程师, 主要研究方向为IP网络设计、数据治理、5G移动通信相关技术。