引文格式：彭静,陆生强,陈小聪,等. 基于城建档案的空间决策分析总体设计与应用[J]. 地理空间信息, 2023, 21(9): 48-51. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.09.012

基于城建档案的空间决策分析总体设计与应用

彭　静[1]，陆生强[1]，陈小聪[1]，陈　婷[1]
（1. 广州城市信息研究所有限公司，广东 广州 510665）

摘　要：城建档案是城市建设、管理的重要基础资料。随着信息技术的迭代更新，档案工作的环境、对象、内容发生了巨大变化，迫切要求从管理思想、方式和手段上进行变革，全面加快数字转型和智能升级。以提升城建档案利用为目标，设计了城建档案数据库框架，构建了多级编码体系的城建档案关联融合数据模型，实现了城建档案“收、管、用”全周期业务闭环，推进了城建档案“图档”一体的可视化空间决策分析，提升了政府科学决策水平，在城市规划、灾害防治、环境保护等领域取得了较好的应用效果。

关键词：城建档案；GIS；决策分析
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）09-0048-04

Overall Design and Application of Spatial Decision Analysis Based on Urban Construction Archives

PENG Jing[1], LU Shengqiang[1], CHEN Xiaocong[1], CHEN Ting[1]
(1. Guangzhou Digital Cities Institute Co., Ltd., Guangzhou 510665, China)

Abstract: Urban construction archives are important basic information for urban construction and management. With the update of information technology, the environment, objects and contents of archival work have changed tremendously, which calls for a change in management ideas, management methods and management means as well as comprehensive digital transformation and intelligent upgrading. In this paper, we designed a database framework for urban construction archives with the goal of improving the utilization of urban construction archives, built a multi-level coding system of urban construction archives, realized the closed loop of whole cycle of “collection, management and use” of urban construction archives, and promoted the “map and archive” visualization and decision analysis of urban construction archives. It has achieved a good application effect in urban planning, disaster prevention and control, environmental protection and other fields.

Key words: urban construction archive, GIS, decision analysis

城建档案记录与见证了城市的各项规划与建设工作，也为其制定决策提供了重要的参考依据。随着社会信息化和计算机软件应用的发展普及，城建档案的管理模式已逐步由纯人工管理过渡至计算机条目式管理，并向基于城建档案大数据的电子化数据化管理发展[1]。城建档案包括大量时空特征和属性信息[2]，地上/地下城市建（构）筑物的档案资料都必须先记录其空间位置和年代信息，再录入其他档案信息[3]。将GIS技术引入城建档案管理是城建档案信息化的必经之路[4]。

1　城建档案信息化现状

2004年《全国城建档案信息化建设规划与实施纲要》把城建档案信息化建设纳入全国建设事业信息化建设的总框架中，要求全国各地的城建档案馆以数字化城建档案馆建设为方向。为落实该项工作要求，各地陆续开展基于GIS技术的城建档案信息化工程实践[5]。青岛市构建了基于GIS的城建档案管理系统，实现了城建档案图文双向可视化的管理模式[6]。佳木斯市构建了基于天地图的城建档案管理信息系统，可在天地图平台上以专题图的形式展示和查询城建档案数据[7]。南宁市基于GIS和BIM技术搭建了城建档案大数据平台，实现了城建档案多维度查询、联合接收[8]。成都市基于GIS技术建立了数字城建档案统一管理系统，实现了档案审查、著录、检查、入库、管理、查询利用的一体化管理[9]。广州市开发了基于移动GIS技术的城建档案应用，可在移动终端上检索、分析各类城建档案数据[10]。总体来看，全国分

收稿日期：2023-04-23；修回日期：2023-06-02。
第一作者简介：彭静（1985—），硕士，工程师，主要从事测绘地理信息技术与应用研究，E-mail：jingp@chinadci.com。

别基于局域网、政务网、因特网平台，建成了集档案目录中心、基础数据库、档案利用平台、档案网站信息发布为一体的档案信息化体系。绝大多数城建档案馆通过自主开发或引进建立了各类城建档案信息管理系统。虽然城建档案信息化工作有了一定成绩，但对于多年累积的庞大繁杂的数据，仅停留在收集、存储和简单查询利用上，缺少有效手段和方法对数据进行综合分析和交叉整理，对数据的有效利用与开发走入了“瓶颈期”。因此，如何充分利用和构建已有各类信息数据，有效集成已有信息系统，从管理思想、方式和手段上进行变革，使城建档案信息化管理水平与服务能力获得一个“质”的飞跃，是目前亟待解决的课题。本文通过研究基于城建档案的空间决策分析的关键技术，利用网络分析、聚类分析等空间分析方法，探索“图档一体”的空间决策分析应用实践，挖掘城建档案蕴含的时空关系和规律，为城建档案利用提供一种新思路，为城市决策提供技术支撑。

2　总体设计

2.1　城建档案数据库框架设计

城建档案中蕴含着丰富的信息资源，建立各类信息数据库，是发挥城建档案作用的基础。目前各地建设管理部门都在开发建设系统、行政审批和技术共享的数据库，数据内容的关联较少；但建设中各行业的交叉很多，如企业信用、专业人员资质等内容重合。因此，本文在该类基础数据之上建立多元数据库，供各类数据集成与开发，是城建档案数据库框架的主要内容。首先对电子档案数据进行解析转换，形成结构化的档案基础数据，以数据包的方式进行组织，构建档案基础数据库，同一工程项目的档案属性材料打包到一个数据包；然后在档案基础数据的基础上，提取、关联整合重要的、关键的、具有应用价值的数据，构建综合数据库，并提取其中涉及的空间数据，将档案数据落到地图上，构建空间数据库；最后基于统一的编码体系，建立空间数据与综合数据、基础数据的关联关系，为后续城建档案基于空间的决策分析应用打下良好的数据基础。城建档案的数据框架见图1。

统一的编码体系是指城建档案空间实体与城建档案数据包的编码是统一且唯一的，城建档案空间实体通过统一编码可关联对应城建档案数据包主表。城建档案数据包主表记录了城建档案数据包内各种属性表

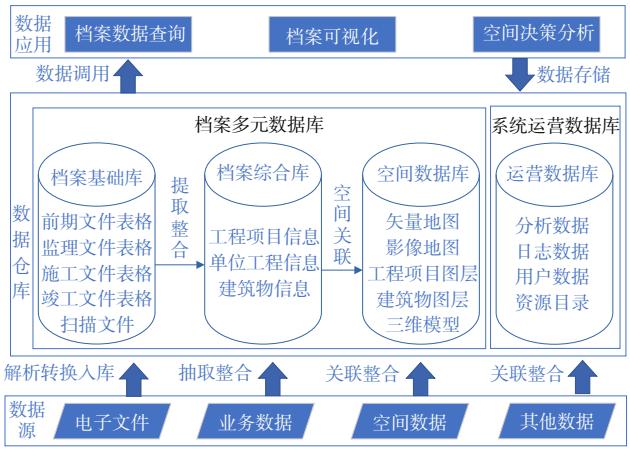


图1　城建档案的数据框架

的对应关系，因此城建档案空间业务实体通过统一编码，可关联城建档案数据包的各种属性表，从而实现空间数据与属性数据的关联整合。

2.2　多级编码体系的城建档案关联融合数据模型

城建档案只有建立数据间的有效关联，才能满足数据分析和利用的要求[11]。本文按照工程项目、单位工程、建筑物3个层级制定编码体系来关联工程档案数据、业务档案数据和空间数据。纵向上，一个项目包含一个或多个单位工程，二者通过工程项目编码关联；一个单位工程包含一个或多个建筑物单体，二者通过单位工程编码关联。横向上，通过项目编码来关联项目用地红线空间数据、项目级业务档案和工程档案数据；通过单位工程编码来关联工程级业务档案数据和工程档案数据；通过建筑物编码来关联建筑物基底面、三维模型和BIM模型等空间数据，从而实现城建档案空间数据、业务数据和电子档案数据的关联融合，构建多级编码体系（图2）的城建档案关联融合数据模型。

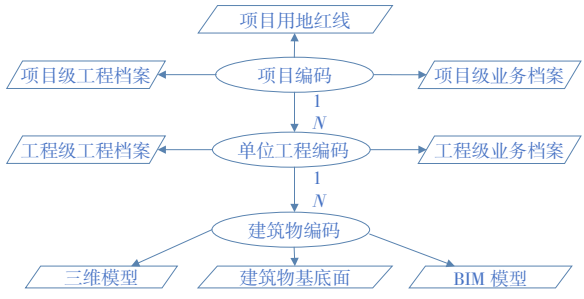


图2　城建档案多级编码体系

工程项目空间实体对应的是用地红线数据，1个工程项目空间实体对应1个用地红线数据；工程项目城建档案对应的是工程档案和业务档案，1个工程项目城建档案对应1套工程项目的工程档案和1套业务档案；工程项目空间实体与城建档案是1∶1的关系，

即1个工程项目空间实体对应1套城建档案数据，工程项目空间实体与城建档案通过统一的工程项目编码，实现工程项目空间与属性的关联。单位工程空间实体对应的是建筑物数据，二者是1∶ N 的关系，即1个单位工程空间实体对应 N 个建筑物数据；单位工程城建档案对应的是工程档案和业务档案，1个单位工程城建档案对应1套单位工程的工程档案和1套业务档案；单位工程空间实体与城建档案是1∶1的关系，即1个单位工程空间实体对应1套城建档案数据，单位工程空间实体与城建档案通过统一的单位工程编码，实现单位工程空间与属性的关联。工程项目与单位工程是1∶ N 的关系，即1个工程项目包含 N 个单位工程。单位工程编码是在工程项目编码的基础上加3位单位工程顺序码，通过统一的编码体系实现工程项目与单位工程的关联。

2.3 城建档案“收、管、用”全周期业务闭环

城建档案贯穿建设项目从选址到竣工验收的全过程（图3），涉及的专业部门多、时间跨度长。本文围绕城建档案收集、管理和应用业务流程，实现了集档案进馆登记、关联融合管理、综合分析应用于一体的城建档案全周期业务应用。档案收集环节业务人员通过抽取—转换—加载（ETL）技术集成整合电子文件数据、数据库数据；档案管理环节业务人员结合GIS和多源数据关联整合技术，通过建筑编码体系实现档案的空间化、规范化、关联化管理；档案应用环节通过数据分析挖掘和可视化技术，为档案使用人员提供基于城建档案的综合查询分析，并在档案应用过程中，建立问题反馈机制，促使档案使用人员将档案数据存在的规范性、完整性问题反馈给档案收集的业务人员，从而推进业务人员在档案收集过程中对源头数据收集和提取过程进行优化改进，形成“以用促建、以建促用”的良性发展模式。

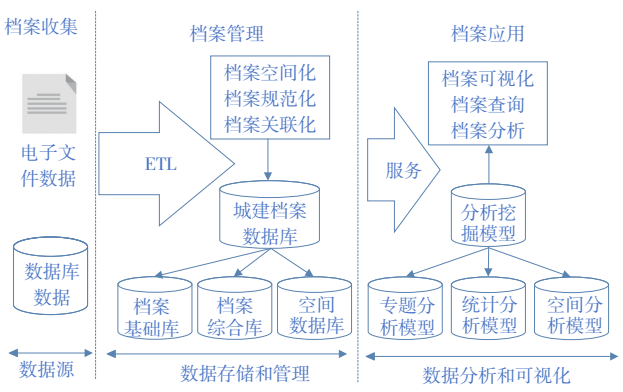


图3 城建档案“收、管、用”全周期业务流程

统一建筑编码管理系统和电子档案入库系统是数据关联融合的技术支撑。统一建筑物编码管理系统实现对空间实体的统一赋码，在同步档案登记数据后，提供用户导入工程图纸（工程规划许可证或详规图）进行地理配准，勾绘项目红线与建筑物基底图斑；图斑绘制完成后系统基于空间范围的包含关系自动生成编码。电子档案入库工具实现电子档案数据包的结构化入库存储，并挂接到空间实体，生成与空间实体对应的编码，从而实现空间实体与城建档案数据包的关联，支撑建筑物查询定位、电子档案调阅等。

2.4 “图档”一体可视化空间决策分析

国内已实现的基于GIS技术的城建档案系统，大多仅实现了城建档案的查询、管理功能，对档案内容的分析较少，档案资源开发利用有待提高[12]。本文利用时空数据挖掘方法和手段，建立分类、聚合、回归、预测、关联等数据挖掘模型，以分析城建档案数据中蕴含的时空模式、特征和规律；采用多视图整合的方式，直观表现抽象关系和规律，支撑海量城建档案数据分专题、多维度、图属联动的空间决策分析应用，以提升城建档案数据利用的深度与广度。

空间决策分析模型总体上分为统计分析模型和空间分析模型，前者可按指定分类字段和统计字段对城建档案内容进行统计分析；后者可对城建档案的空间数据进行聚合分析、聚类分析、网络分析、格网分析、空间密度分析等空间分析。核密度分析模型和交通空间可达性分析模型是城建档案空间决策分析中应用较广泛的空间分析模型。

1）核密度分析模型。该模型的算法原理是根据输入的点要素计算整个区域的数据聚集状况，从而产生一个联系的密度表面。理论上，每个点上方均覆盖着一个平滑曲面，点所在位置处表面值最高，随着与点距离的增大表面值逐渐减小，当距离等于搜索半径时表面值为零，曲面与下方平面围成的空间的体积等于该点的属性字段值。每个输出栅格像元的密度均为叠加在栅格像元中心的所有核表面的值之和[13]，形成的核密度分析结果可为城市规划、项目选址等方面提供决策参考。

2）交通空间可达性分析模型。该模型的原理是采用服务区网络分析法，计算以道路网络为基础的建筑物在某个抗阻属性下的覆盖范围。一个基本的网络主要包括中心、连接、节点和阻力，本文以建筑物点要素为中心，以道路网络为连接，以道路交点为节点，以道路移动所需时间为阻力，首先将路网数据经

过道路中心线合并、创建要素数据集、计算道路通行时间等处理，构建交通网络数据集；然后对交通网络数据集创建服务区，加载建筑物数据，设置抗阻属性（距离或时间），进行服务区网络分析，连接具有相同中断值的多个建筑物的面，形成交通空间可达性分析结果，可为交通规划、交通资源分配等方面提供决策参考。

3　应用实践

3.1　城市功能分区分析

城市功能分区将使用功能不同的城市用地合理地组织到一起，为城市生产、生活创造良好条件，是城市规划过程中一项复杂的综合性工作。城市功能分区结构研究可检验城市用地功能是否合理，从而辅助优化城市空间结构[14]，对城市空间规划具有重要作用。本文基于大连城建档案中的功能用地数据、建筑用途数据，构建绿地与广场功能用地、居住功能用地、商业服务设施功能用地、公共管理与设施用地等专题图层，建立专题图层数据之间的对应关系；采用核密度分析模型，输入大连建筑物数据对各类专题图层进行计算，将搜索半径设置为200 m，得到居住用地、商服用地、公服用地等功能分区的建筑物聚集密度，以分析城市居住中心、商业中心的空间位置，有助于城市管理者总体把握城市功能用地的整体结构和趋势，更好地制定城市空间规划决策。

3.2　城市公共服务设施（交通）可达性评价与规划

推进城市公共服务均等化，构建优质均衡的公共服务体系，是落实以人民为中心的发展思想、推动共同富裕的重要举措。如何科学、有效、均等地对城市公共服务设施进行规划设计，如何满足群众多元化和个性化的公共服务需求，如何优化城市公共服务空间配置，是城市公共服务评价和规划的重点和难点。交通是一个重要的、关系国计民生的核心基础设施，交通可达性是评价区域交通服务的重要维度。因此，本文基于大连城建档案的建筑物数据、交通路网数据，采用交通空间可达性分析模型，将抗阻距离设置为1 000 m、1 500 m、2 000 m，抗阻时间设置为5 min、10 min、20 min，生成大连交通空间可达性分析结果，以辅助评估大连公共交通服务能力与实际需求能力的差别，为大连城市规划合理性提供空间决策支持。

4　结　语

本文立足于城建档案信息化现状，研究了基于城建档案的空间决策分析总体设计，探索了“图档”一体的空间决策分析应用实践，挖掘了城建档案中蕴含的时空关系和规律，为城市决策提供了技术支撑。今后还需进一步结合知识图谱、深度学习等人工智能技术，提升城建档案管理工作的“知识化”和“智能化”。

参考文献

[1]　陶盛，俞永祥. 基于地理实体的城建档案管理模式探究[J]. 城建档案，2019(10):46-49

[2]　宋莎. 基于GIS的城建档案空间数据库建库模式研究[J]. 城建档案，2020(7):13-15

[3]　石若明. 基于GIS的城建档案管理信息系统集成研究[D]. 北京:中国地质大学(北京)，2006

[4]　武磊. 基于GIS技术的城建档案管理新方法[J]. 城建档案，2011(12):39-40

[5]　李欣，周长江，张现军. 基于GIS的城建档案管理关键技术研究[J]. 测绘与空间地理信息，2022，45(9):19-21

[6]　刘慧，法奕. 基于GIS的城建档案图文双向可视化管理模式[J]. 城市建设理论研究(电子版)，2017(1):37-38

[7]　张学之，张禹，李帅. 基于天地图的佳木斯城建档案管理信息系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息，2016，39(7):85-86

[8]　施基炳，廖骅，罗绍辉. 基于GIS和BIM技术的城建档案大数据平台设计与实现[J]. 城市勘测，2021(4):23-27

[9]　黄成忠. 数字城建档案统一管理系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学，2016

[10]　杨梅，杨卫军，郭亮，等. 基于HTML5和LBS的城建档案移动应用[J]. 地理空间信息，2013，11(4):76-78

[11]　黄平友，罗绍辉，施基炳. 基于时空信息的城建档案大数据平台实践[J]. 未来城市设计与运营，2022(1):42-44

[12]　王文江. 数据挖掘技术在城建档案信息管理中的作用[J]. 城建档案，2019(3):13-14

[13]　曲畅，任玉环，刘亚岚，等. POI辅助下的高分辨率遥感影像城市建筑物功能分类研究[J]. 地球信息科学学报，2017，19(6):831-837

[14]　樊文平，谢君，王鸿康，等. 基于大数据的济南城市功能分区结构研究[J]. 山东建筑大学学报，2019，34(5):36-43