

古代城市结构复原的 GIS 分析与应用

——以北宋东京城为例

王一帆^{1,2}, 孔云峰^{1,3}, 马海涛³

(1 中澳地理信息分析与应用研究中心, 开封 4750041; 2 复旦大学历史地理研究中心, 上海 200433;

3 河南大学环境规划学院, 开封, 475004)

摘要: 空间综合研究方法在社会科学研究中越来越受到重视, GIS正成为一种新的历史学研究工具。本文以北宋东京为例, 讨论了运用 GIS进行古代城市结构复原可行性。基于开封市考古发现和历史文献研究成果, 运用地图学方法、GPS、GIS技术, 探讨了古代城市空间结构复原的基本思路、方法和操作步骤。东京城 GIS的初步实现表明: 以现有考古发现和文献研究资料为基础, 在 GIS环境中重现古代城市空间, 可以整合历史学研究成果, 不仅实现历史研究成果的共享, 而且为历史学研究提供一个新方法。

关键词: GIS; 东京城; 城市空间结构

1 引言

古代城市在发展与演变过程中, 留下了丰富的物质财富和精神财富^[1], 是人类文明的主要载体之一。历史研究中, 不少学者利用史料和考古发现, 以文字和地图等方式描述历史城市场景, 分析历史问题。古城复原需要使用大量证据材料, 在图纸上反复地进行定位、测量与空间推理。受传统地图工艺的限制, 相关成果的进一步讨论和应用具有很大局限性, 制约着相关研究的进展。

将 GIS应用到古代城市复原中具有许多独特优势: (1) 能够方便地在进行距离的精确测量; (2) 允许随时添加新的证据, 动态更新数据库, 自动完成地图的重绘; (3) 采用分层的方式管理空间数据, 灵活地解决了复原中多种学说的管理和表达问题; (4) 以位置为联系, GIS实现了复原城市结构与相关研究材料的统一管理; (5) GIS能基于属性数据, 方便地制作专题图, 为历史学家研究城市结构演变规律、保护古城遗迹、合理规划古城建设提供了新的手段; (6) 扩展了 3D 显示、漫游和历史演变过程的模拟。总之, 在 GIS环境中进行古城复原更为简便高效。

基于开封市考古发现和历史文献研究成果, 运用 GIS和 GPS技术, 探讨了古代城市空间结构复原的基本思路、具体方法和操作步骤。

2 古城结构复原的因果分析

古代城市结构包括城市规模形态、街道布局、职能组织的配置关系存在着地域差异, 反映当时社会制度、经济文化需求, 由自然环境和人文环境共同塑造形成^[1]。现代城市面貌形成是一个逐渐的过程, 复原各个时期城市结构有助于城市起源、职能、形态的理解。有关当时城市空间结构的记录, 多分散在古籍、古代地图和考古发现中, 只有具备一定知识背景的专家学者通过文献梳理, 才能还原出当时的城市历史原貌。以往, 已有不少学者将这种还原的结果使用地图和文字的方式予以表达, 如刘敦远的春秋齐国故城复原、侯仁之主编的北京历史地图集^[3]、曲英杰的先秦都城复原研究^[4,5]、《中国国家历史地图集》城市图集^[6]等。GIS、遥感、GPS和网络技术的深入应用, 使得古代城市复原已不再是难事, 著名的有伦敦城 GIS, 纽约城“数字地图”^[7], 洛杉矶和城市历史知识问题网站^[8], 日本东京 GIS^[9],

收稿日期: 2006- 05- 15; 修回日期: 2006- 12- 03.

资助项目: 河南省高等学校创新人才培养工程基金 (2004~2009 年度)、国家科技部中国地球系统科学数据共享工程项目 (2004DKA20180- 02- 08)资助。

作者简介: 王一帆(1981-), 男, 河南新蔡人, 在读硕士研究生, 研究方向为历史 GIS。E- mail: wyfky@yahoo.com.cn

虚拟上海等。近十几年来,国内不少学者设想并尝试将3S和网络技术应用到历史城市研究中,其中李晓聪探讨了在古城研究中引入遥感技术,王均、陈刚分别论证了历史城市研究中运用GIS技术的可行性,并对其效果做出设想^[10,11]。故此,虽然有学者认为GIS在历史城市研究中存在不足^[12,13],但历史城市是真实存在过的空间实体,能够通过考古发现确定其遗址位置,准确地恢复历史城市的空间结构,再现历史城市的地理环境。

3 基于GIS的东京城空间结构分析

3.1 宋代东京城特点

宋代是我国封建社会内部一个巨大变革时期,具有深厚丰富的文化内涵,都城东京是变革过程的一个舞台中心^[15]。其城市设计与布局在中国古代城市发展史上有举足轻重的地位,至今仍影响着开封城市结构。但历史上黄河屡次泛滥将东京城深埋于现在开封城的脚下。随着科技的发展,越来越多的北宋东京城文物遗址会被考古发掘。另外,许多文学作品、戏曲、史料文献都与北宋东京城相关^[16]。

虽然历史年代久远,开封至今仍保存有明清的城墙、宋代的铁塔繁塔;经考古发现,不仅古今道路间存在重叠关系,整个古今城市之间也形成了“城摞城”的现象。许多现在的景点如龙亭、相国寺等大致都是位于在北宋东京城古代地物位置上。开封古今地名之间存在继承关系,如御街、曹门等;不少地名本身可以表达出当时的空间关系,如胭脂河街因经过此地的北宋汴河颜色呈胭脂色而得名沿用至今,土城、土街名称都是东京外城废弃后形成的。这些特点都利于城市结构的复原研究。

3.2 东京城市空间结构GIS分析

根据东京城的特点,作者制定了“先点后线,先准确后推测,先已知后未知”的总体复原策略,即先恢复点位置,由多点的位置确定线的位置;先恢复能够根据考古和文献研究准确定位的地物,根据文

献和已准确定位的地物来推测其他地物位置;先恢复遗存下来能够直接确定位置的地物,根据这些地物去推测未知地物的位置。这些原则的应用能够最大程度地保证复原地物位置的准确。复原的具体步骤:(1)整理现有北宋东京城相关历史文献与考古资料:如刘春迎的《北宋东京城》、周宝珠的《宋代东京研究》等,它们都是研究北宋东京城复原的主要资料之一。(2)制作开封城市现状电子地图。利用ArcView GIS软件整理开封市城区大比例尺地图数据,作为工作底图并提供坐标参照。首先,对于复原中需要参考定位但底图中没有的现状地物,使用GPS实地测量其准确位置,然后将有关地物添加到地图中。(3)利用现存的历史遗迹确定城市框架(城墙、主干道路、主要建筑)。开封城市的城址和中轴线从宋代到现今一直都保持不变^[19],现存城墙、龙亭公园等遗迹都是在北宋时期地物基础上修缮建立,一些地方的名称也是由北宋时期沿用至今。因此我们参照现存的这些历史遗迹,结合文献资料,确定了城墙、主干道路和主要建筑。如以明清城墙、龙亭公园为基础复原北宋东京的内城和皇城;依据城市中轴线御街至中山路复原了北宋的御街;分别以现今朱雀苑、金明池遗址公园和相国寺的位置复原了内城朱雀门、金明池、相国寺桥,等等。(4)利用历史文献与考古发现进行复原。经过黄河的多次淹没,北宋东京城已被淹没在地下数米深处,大部分地物的复原还要依靠历史文献与考古发现。通过近些年的考古发现成果,我们可以准确复原外城墙、三重城垣的部分城门、部分水门、汴河、蔡河的大部分、部分桥梁。为了保证古城形状和位置复原的准确性,采用前述“先点后线”的原则。即根据东京城考古发现、文献研究中,尽可能多的先绘出已精确定位的点,然后参考文献中描述的形状,将这些点连接成线构成地物。如城墙、河流、街道等的复原。

也有不少地物不能直接从文献中获得其准确位置,需要进行合理的位置推测。可以把北宋东京城视为一个有机的整体,城门和道路,桥梁、水门和水系之间存在着相互对应与联系,比如城门一定在

转引自复旦大学禹贡网站《历史地理》总目录, <http://yugong.fudan.edu.cn>

参见大英历史地理信息系统网站, <http://www.port.ac.uk/research/gbhgis/>

参考 <http://cwis.usc.edu/dept/LAS/history/historylab/LAPUHK/Text/Essay.htm>

参考 <http://ieas.berkeley.edu/events/2006.02.28.html>

转引自北大古代史研究中心 <http://www.pku.edu.cn/academic/zggs/002/002.htm>

道路之上,桥梁一定在水系上,道路和水系将城门、水门、桥梁串联起来。我们可利用以上准确复原的地物与那些未知地物的相对位置关系,进行合理的推测。复原其余的城门、水门、道路、桥梁。

经过对于文献的梳理和问题的分析,在实际利用文献进行复原过程中,将东京城古代地物分 3 种情况来处理: 对考古和文献中确定位置的地物,辅以 ArcView 中测距工具,精确绘出并添加属性信息。对存在争议的古地物,采用以单独图层将其分别绘出。系统将几种主流的说法,用不同图层分别绘出进行分析。其好处在于,使用者通过系统能够明晰当前争论的焦点,便于产生自己的观点和看法。对于考古发现还没有涉及到的古代地物,为了展现完整的北宋东京城,也尽量根据历史文献记载和已确定古代地物,大致推测其位置所在。例如,金水河是根据已经知道的五王宫桥、白虎桥位置,结合《宋代东京研究》一书中插图绘出。河上的横桥,根据《东京梦华录》,判断其位于在白虎、五王宫二桥中间,而研究文献表明,戴楼门、太师府桥之间应有一道路。河与路的交点为桥,因而判定出横桥的位置。卫州门是东京外城北墙最西边的一座城

门,被深埋于地下十几米,地下水位很高,至今不能被考古部门证实准确位置。本文判断戴楼门与卫州门之间应有一条主要道路,戴楼门与太师府桥之间的道路与北墙的交点便被定为卫州门的位置,其他地物画法类似。系统在每个图层的属性字段中都添加了表示推测根据的字段,让使用者了解整个推理的过程及依据资料,以更好的运用本系统进行东京城的相关研究。

3.3 东京城复原 GIS 空间数据管理

本系统使用桌面 GIS 软件 ArcView 9.0, 采用 Access 的 Geodatabase 数据库系统管理空间数据、文字属性数据和多媒体数据。对于北宋东京城市空间结构,主要是从考古发现、历史文献研究成果中选取能够展示城市轮廓的部分地物进行恢复,包括北宋时期的城墙、城门、水门、河流、主要道路、桥梁、塔、寺等。每种地物都单独作为一个图层处理,所有这些图层叠加后能够达到大致勾画北宋东京城面貌的目的,不但增加了系统灵活性和可扩展性,而且为相关研究资料的整合、分析提供了一个空间框架(图 1)。

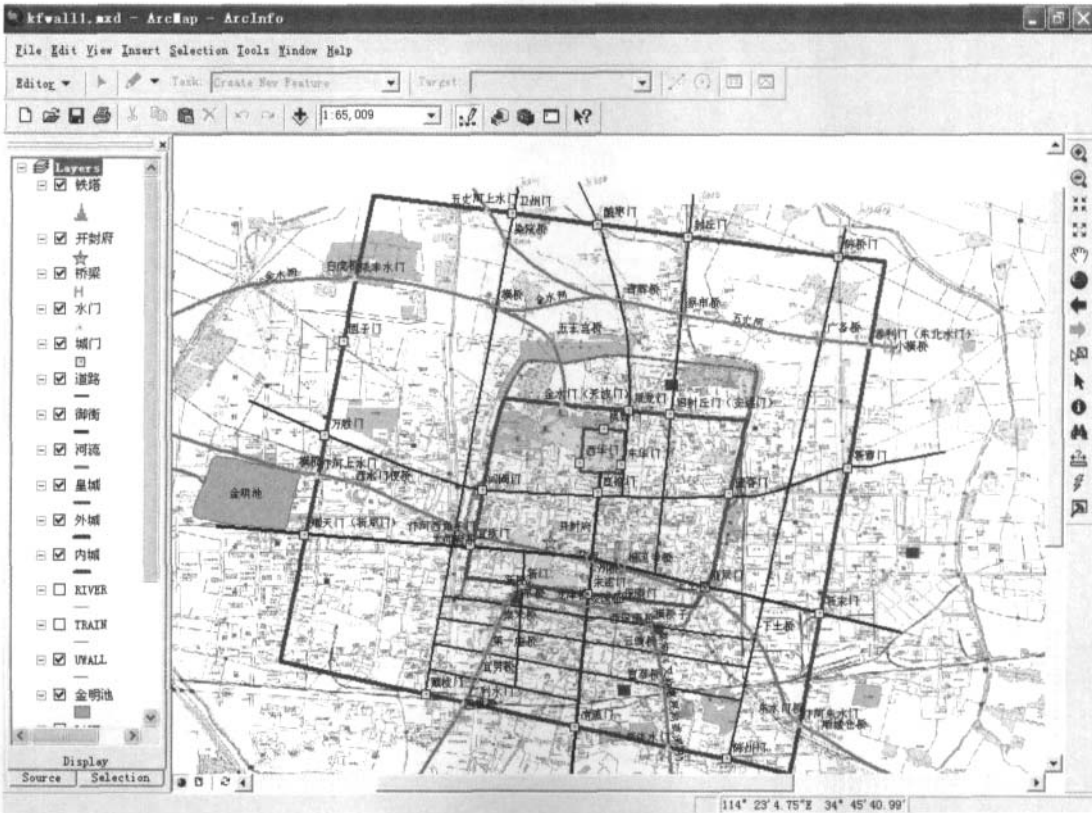


图 1 北宋东京城空间结构图

Fig.1 The spatial structure of Dongjing city in Northern Song Dynasty

数据库设计中,每个图层的属性字段中都添加了表示推测根据的字段(如表 1),让使用者了解整个推理的过程及依据资料,以更好地运用本系统进

行东京城的相关研究。这也是使用 GIS 复原古代城市独特优点之一。

有关北宋东京的历史文献资料、考古发现、研

表 1 城门图层部分属性表
Tab.1 Part of the attribute table of the city gate layer

| FID | shape | Name | type | Source |
|-----|-------|------|------|---------------------------------|
| 0 | Point | 戴楼门 | 外城门 | 刘春迎.北宋东京城研究 |
| 3 | Point | 陈州门 | 外城门 | 根据周宝珠在宋代东京研究一书中插图和图中已经绘出的地物估计画出 |
| 13 | Point | 丽景门 | 内城门 | 刘春迎.北宋东京城研究. 按现有明清城墙宋门位置标出 |

究文献、小说、戏剧比较多,传统的以语义关键字为线索进行的组织,缺乏对于不同种类资料进行时空整合以及整合后进行表达分析的能力。如果能够空间位置线索, 将于东京城有关的众多考古发现、史料、研究文献以文字记录、照片、多媒体资料的形式进行整合,将会提供一种从空间角度、以城市为尺度进行分析比较的方法和框架。电子地图中还可以存储图片、视频、声音、网页等多媒体信息。例如,在 ArcView 9.0 以上版本 Geodatabase 中,可以在要素类 (Feature class) 中加入图片 (raster) 字段,将于东京城地物有关的照片关联到空间地物,使用 Ar-

cView 中 Identify 工具进行显示^[23]。这其中图片字段有两种方式管理图片,一种是将图片存储在数据库表格中,作为地理实体的属性字段(图 2);另一种是将图片转为 img 格式存放到专门的数据目录中,数据表中只记录图片的路径信息。考虑到数据的一致性和可维护性,本系统采取前一种方式存储多媒体数据。其他多媒体信息,可以采用类似的思路进行管理和播放。

3.4 东京城复原 GIS 网络发布

ArcIMS是集创建及维护地理数据 Web 站点于

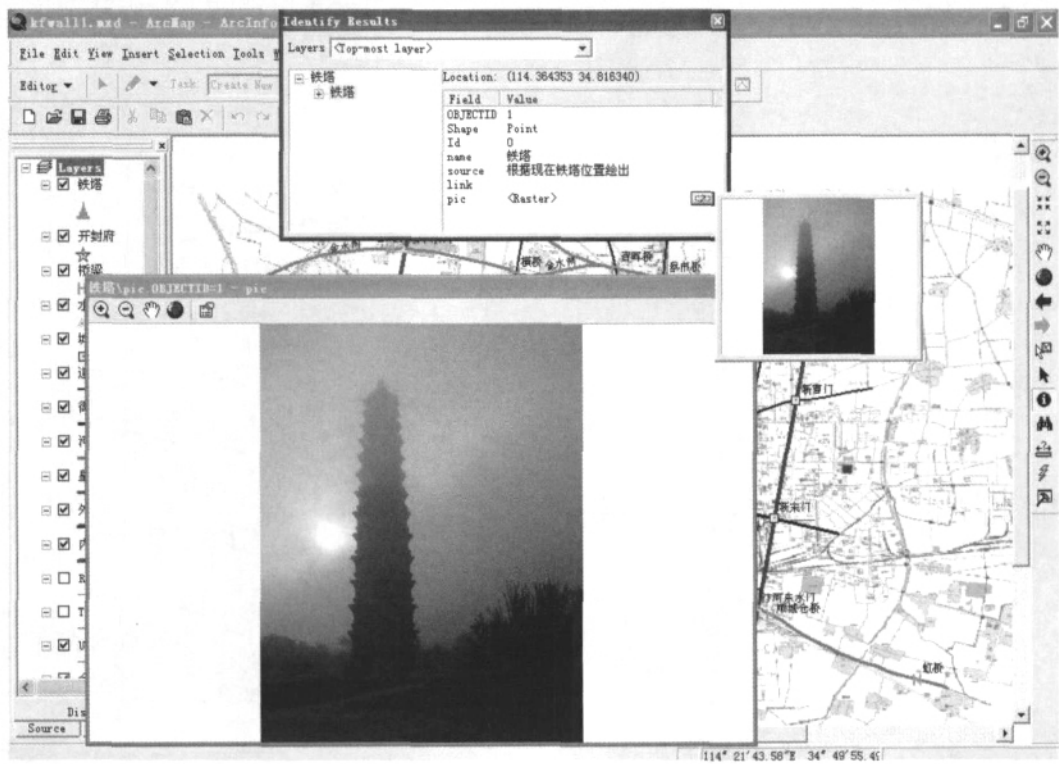


图 2 在 GIS 中展示历史遗迹图片

Fig.2 Displaying history-related images in GIS

一身的软件,它通过一个简单易用的框架,为用户提供了强大的地图数据发布、修订和浏览功能。系统开发过程如下:(1)使用ArcIMS Author 工具添加制作好的 Shape 格式数据,完成地图配置,包括颜色、符号。(2)使用 ArcIMS Administrator 工具创建地图服务。(3)使用 ArcIMS Designer 创建 ArcIMS 站点(见图 2)。

对于东京城研究资料的整合主要是通过超链接的方式。由于 ArcIMS 中 HTML 模板生成的默认站点不具备超链接功能,需要对其功能和界面进行进一步的定制。因此,站点定制过程分两步:第一,进行数据准备,建立地理实体与资料文件的对照关系,即在 ArcMap 中查看各个图层中的名称字段,将需要发布的资料文件对应命名,放入 HTML 站点目录下。第二,通过修改 ArcIMSParam.js 文件,实现在 ArcIMS HTML Viewer 中通过位置链接相关研究资料的功能。下文列出了在城门图层中建立空间地物与东京城研究资料之间关联的程序代码,其他请参看 ArcGIS World 网站相关资料^[24]:

```
var hyperLinkLayers = new Array (); // layers to have hyperlink  
var hyperLinkFields = new Array(); // field in
```

```
those layers to be used for hyperlink  
var hyperLinkPrefix = new Array(); // prefix (if any)  
to place before field value to make hyperlink url  
var hyperLinkSuffix = new Array(); // suffix (if any)  
to place after field value to make hyperlink url  
hyperLinkLayers[0] = "城门"; // 将城门图层设置为包含超链接  
hyperLinkFields [0] = "Name"; // 图层中 Name 属性  
作为关键字联系空间信息与研究资料  
hyperLinkPrefix[0] = "http://218.196.194.43/Website/state/  
images/flag/"; // 形成超链接地址 Name 属性值需添加的前缀  
hyperLinkSuffix [0] = ".jpg"; // 形成超链接地址  
Name 属性须添加的后缀
```

3.5 复原结果分析

复原后的城市结构如图 3 所示,通过比对历史文献中有关记录,发现本城市结构复原成果较为准确可靠。以城墙为例,由文献知其在四个方向均为直线^[20-22],整体为长方形,通过尽可能多的确定其上的考古发现的点,然后用直线联结复原地物,发现每面城墙所有的点都大致均匀的分布在一条直线

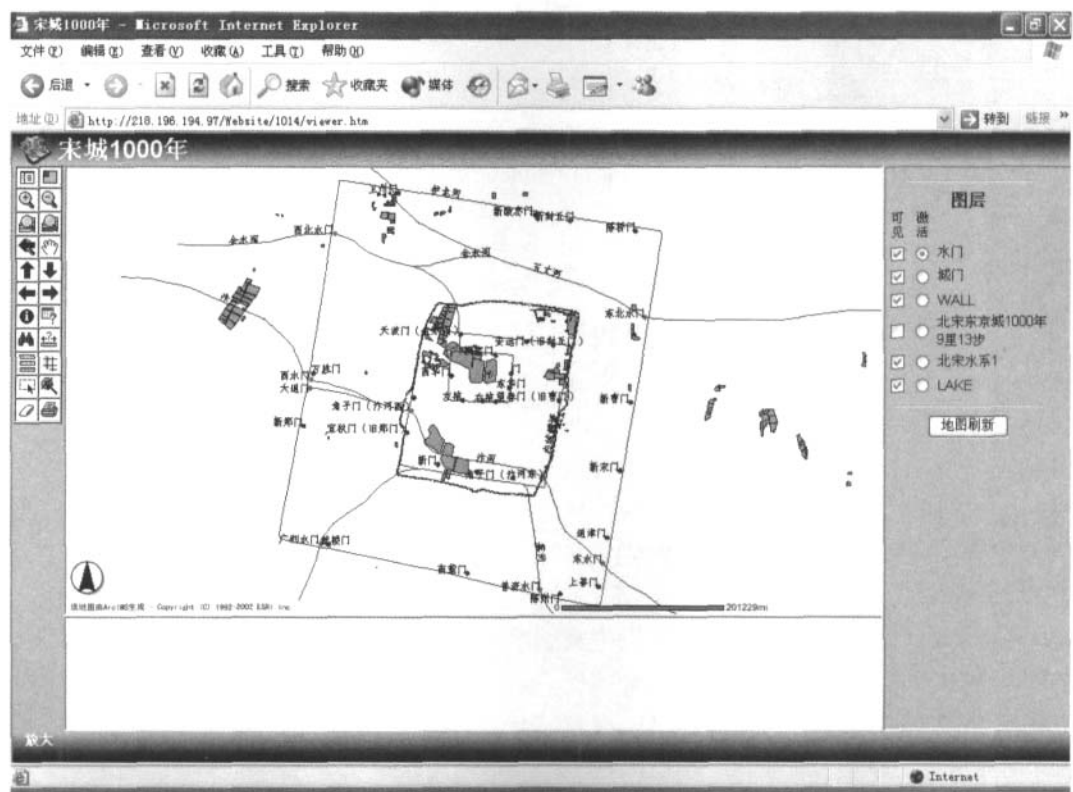


图 3 东京城 GIS 站点
Fig.3 The GIS website of Dongjing city in Northern Song Dynasty

的两侧,这说明我们的复原工作是比较准确的。又如从整体上看,城市主要街道呈“丁”字,皇城位于交叉点的上部,这符合唐宋城市规划布局的一般规律^[1],四条主要河流从城内流过,也符合史书有关记载;另外,笔直的御街一路上能够与通过考古发现复原的州桥、龙津桥、宣德门、朱雀门、南薰门很好的相交;城市中轴线御街两侧河道穿流,桥梁街道

密布,与史料记载相符,也说明本城市结构复原较为准确。

针对东京城大部分地物深埋于地下,现代的城市规划和建设容易出现影响、破坏古城遗迹的情况,将复原结果与开封市现状地图进行叠加,对古城遗迹周围做出 50m 缓冲区(图 4),以明显方式标出不易进行建设的区域,供大众和相关部门参考。

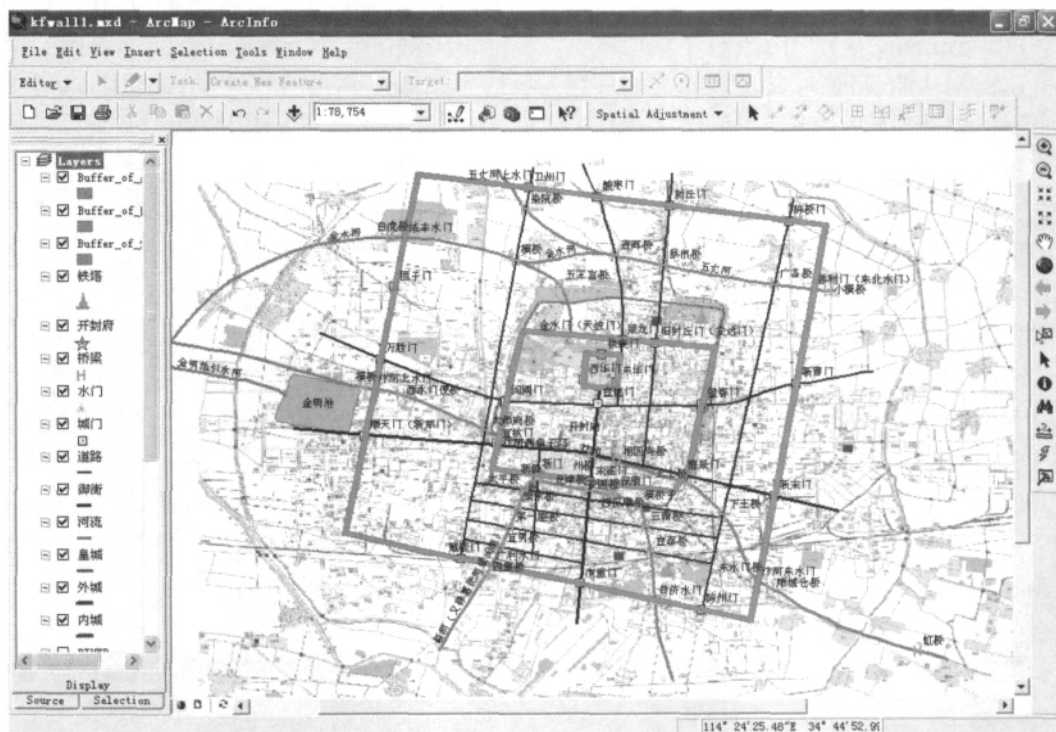


图 4 东京城城墙 50 米缓冲区

Fig.4 The 50m buffers of the walls of Dongjing city

4 结论

本文尝试将 GIS 应用于历史城市研究,并以北宋东京为例讨论了运用 GIS 进行古代城市结构复原可行性。基于开封市考古发现和历史文献研究成果,运用地图分析方法、GPS、GIS 技术,探讨了古代城市空间结构复原的基本思路、具体方法和操作步骤。东京城 GIS 的系统设计和初步实现表明:将 GIS 应用于历史城市研究的思路是可行的;以现有考古发现和文献研究资料为基础,能够在 GIS 环境中重现古代城市空间;在网络 GIS 环境中,可以整合历史学研究成果,不仅实现历史研究成果的共享,而且为历史学研究提供一个新方法。诚然,本研究还只是一个尝试,收集的地图资料和文献尚少,所展现

的古城还只是一个框架,需要进一步细化;所开发的系统在功能上也有待进一步完善,以真正满足公众和决策部门的实际需要。

参考文献

- [1] 李孝聪. 比较城市史: 地图、城市形态与文化, <http://www.hist.pku.edu.cn>.
- [2] Zeiler M. Modeling Our World. Redland: ESRI Press, 1999, 24.
- [3] 韩光辉, 尹均科, 余美尔. 《北京历史地图集》编制理论实践和社会评价. 中国历史地理论丛, 1993, (3): 227~250.
- [4] 曲英杰. 齐都临淄城复原研究. 中国历史地理论丛, 1991, (1): 83~105.
- [5] 杨一凡. 古城复原研究的一部力作. 学习与探讨, 1993, (3): 143~144.
- [6] 李晓聪. 数字化时代如何推进古都古城的研究. 三门峡

职业技术学院学报, 2006, (1): 24.

[7] Beveridge A, Lacevic A, Weber S, et al. Social Explore. <http://histmap.research.cuny.edu/pub/home/home.aspx>.

[8] Philip J Ethington. Los Angeles and the problem of urban historical knowledge. *American Historical Review*, 2000, 105(5): 1667.

[9] Loren Seibert. GIS-based visualization of Tokyo's urban history. *Social Science History*, 2000, 24(3): 538-574.

[10] 王 均. 陕西省资源环境本底数据库建设与 GIS 在历史地理研究中的应用设想. *中国历史地理论丛*, 2002, (3): 133-137.

[11] 陈 刚. 超媒体地理信息技术在六朝健康历史地理研究中的应用刍议. *南京晓庄学院学报*, 2004, (3): 41-45.

[12] 王 均. 历史地理信息化若干问题的讨论. *地理科学进展*, 2001, (6): 131-135.

[13] 王 均. 两汉时期人口数据库建设与 GIS 应用探索. *测绘科学*, 2001, (3): 44-45.

[14] Berman M L. Measuring space and fuzzy boundaries in Chinese history. <http://www.fas.harvard.edu/~chgjs/>.

[15] 周宝珠. 宋代东京研究. 开封: 河南大学出版社, 1992.

[16] 毛小雨. 三位大都作家的开封情结. *戏曲艺术*, 2002, (2): 27-32.

[17] 台湾中央研究院. 中华历史地理资讯系统的建立与应用. <http://ccts.sinica.edu.tw>.

[18] 王曾瑜. 一部研究北宋开封的力作. *中国史研究动态*, 1991, 26-27.

[19] 刘春迎. 开封中轴线考 北宋东京城. 科学出版社, 2004, 395-364.

[20] 李长傅. 开封历史地理. 北京: 商务印书馆, 1958, 15-28.

[21] 丘岗等. 开封考古发现与研究. 郑州: 中州古籍出版社, 1998, 150

[22] 刘春迎. 北宋东京城研究. 北京: 科学出版社, 2004, 102, 105.

[23] ESRI. How to display an image using the identify tool, <http://support.esri.com/index.cfm?fa=knowledgebase.techarticles.articleShow&d=30796>

[24] ESRI. 在 HTML 浏览器中实现超链接. *ArcGIS World*, 2003 年 4 月第二期, <http://www.arcgisworld.com>

An Attempt to Represent the Spatial Structure of Historical City with GIS: A Case of Dongjing, the Capital of the Northern Song Dynasty

WANG Yifan^{1,2}, KONG Yunfeng^{1,3}, MA Haitao³

(1 China-Australia Cooperative Research Center for Geography Information Analysis and Applications, Kaifeng 475004, China;

2 Center for Historical Geography, Fudan University, Shanghai 200433, China;

3 College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: Spatially integrated research methodology has attracted more and more researchers in social sciences, and geographic information systems (GIS) are increasingly becoming a new tool for historical research. This paper attempts to introduce GIS to the research of historical city. Based on the archaeological discoveries, historical literatures and research records of Kaifeng, a GIS for historical Dongjing city, the capital of the Northern Song Dynasty, aiming to represent the urban spatial structure, is discussed. Mapping and GIS issues in system design, data collection and processing are explored. The preliminary implementation of Dongjing GIS shows that it is feasible to represent the urban space of ancient cities in GIS using existing archaeological discoveries, historical literatures and research records, and it is practical to organize most of the historical data spatially in WebGIS for sharing. The authors also expect to develop a new spatially integrated methodology for historical research.

Key words: GIS, Dongjing city; urban spatial structure