

田野考古平剖面数据整合

杨林¹, 盛业华¹, 裴安平²

(1. 南京师范大学 虚拟地理环境教育部重点实验室, 南京 210046; 2. 南京师范大学 文物与博物馆系, 南京 210097)

摘要: 基于田野考古的原始平剖面数据, 面向田野考古快速制图与场景三维重建, 以田野考古发掘中的空间平剖面图为研究对象, 从分析田野考古现有数据记录方式的特点入手, 总结其平剖面数据整合的需求。在对田野考古数据成果的分析和表达的基础上, 基于面向对象的思想, 确定田野考古平剖面数据整合的规则, 并基于 GIS 技术, 设计与实现原始田野考古平剖面数据的基准统一、地层剖面图的拼接与整合。提出数据整合的方法, 并结合田野考古数据源类型, 阐述了具体的平剖面整合过程。利用真实的田野考古发掘资料, 验证了本文提出的平剖面二维数据整合方法, 为田野考古快速制图和报告整理提供方法, 为实现田野考古遗址三维场景虚拟再现和复原提供数据基础, 为解析堆积与遗迹的时空关系提供辅助决策工具和研究支持。

关键词: 田野考古; 数据整合; GIS; 面向对象; 平剖面

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00081

1 引言

田野考古作为考古学的基础和获取考古资料、数据的重要手段, 目前, 主要是以手工量测, 二维成果展示, 导致数据零散、数据精度、绘图质量因人而异, 无法对整个发掘区所有资料进行系统性整合; 传统的绘图方法难免重复劳动, 效率低且导致精度的二次降低; 图形的表达仍然是二维纸质图, 很难实现考古对象直观有效的表达^[1]。基于此, 本文结合南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室研发的田野考古 GIS, 从考古发掘的实际应用出发, 面向田野考古快速制图和场景三维复原, 基于 GIS 技术探讨田野考古二维空间数据整合的规则、方法和实现的流程, 并结合具体的实例进行说明。

田野考古发掘中数据记录的对象主要包括地层、遗迹和遗物 3 大类, 记录的形式包括图形、图像、视频和音频等。其中图形是对考古发掘对象空间信息的记录, 包括遗址图、探方图、发掘区图和遗迹图等, 具体形式是在局部平面坐标系下, 在米格纸上按比例绘制的各类平面图和剖面图^[1-2]。本文重点讨论与场景三维重建密切相关的探方分布平面图、四壁剖面图等。

传统的田野考古发掘制图, 是在局部平面坐标系下完成, 要实现整个遗址场景的复原, 首先要解决基准的统一, 将所有的二维数据转化为同一坐标系下的三维坐标; 其次, 在绘制探方内总平面图时是基于分层平面图进行叠加重绘, 这种重复劳动不仅费时费力, 而且二次制图难免导致精度的再次降低; 同时, 分散绘制的探方图难免将同一个发掘对象隔离在不同的图形, 导致空间信息的离散和不完整。因此, 要总结当前田野考古绘图的规则, 并将其映射到 GIS 具体的技术方法, 实现考古制图规则能满足平面和剖面上数据统一、对同一对象的无缝拼接、对分层图形的自动叠加成图的数据整合。

本文设计了如图 1 所示的田野考古平剖面数据整合流程^[3-7]。

2 田野考古二维数据整合预处理

传统的田野考古发掘制图, 是在局部平面坐标系下完成, 要实现整个遗址场景的复原, 首先要解决基准的统一, 将所有的二维数据转化为同一坐标系下的三维坐标。本文将不同来源, 不同格式的空间平面数据, 通过空间坐标转换, 坐标系转化, 转换

收稿日期: 2011-05-29; **修回日期:** 2011-12-22.

基金项目: 江苏省高校自然科学基金项目(09KJB420002); 江苏省测绘科研项目(JSCHKY201111); 江苏高校优势学科建设工程资助项目。

作者简介: 杨林(1976-), 女, 理学博士, 副教授, 从事数字摄影测量和 GIS 方面的研究。E-mail: yangcius@126.com

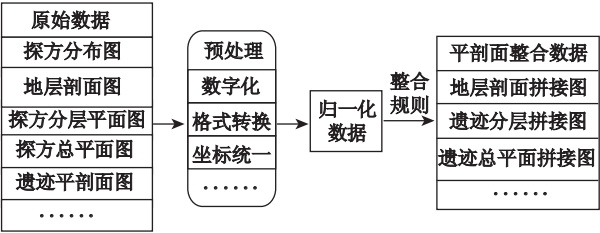


图 1 田野考古剖面数据整合流程

Fig. 1 Integration flow of ichnography and profile in field archaeology

成同一 GIS 软件格式下、分层存储的空间数据。将地层信息遗迹信息整合到一个图层中以便进行各种空间分析和三维重建等操作。

2.1 遗址空间基准的统一

探方挖掘过程中采用的是局部坐标系，整个遗址以某一个原点为基点，每个分遗址区域都有一个分坐标基点，绘制每个探方的平剖面图时都是采用的局部坐标系。虽然是局部坐标系但也有其地理坐标，三维转换中田野考古使用的坐标系有北京 54 坐标系，西安 80 坐标系和 WGS—84 坐标系。这 3 个坐标系的图形进行叠加分析时，同一种类别的图形会存在差异。因此，为了消除差异同时便于其他部门使用数据，将数据整合到一起，将不同的坐标系通过坐标系转换模型转换到同一椭球基准、同一投影方式和分带方式的坐标系中。

2.2 遗址空间数据坐标统一

为实现常规局部平面坐标系下探方图二维数据到整个遗址空间直角坐标系的统一，需要进行一系列的坐标转换。以地层剖面为例，具体步骤如下：

- ① 假定各原始剖面基准点为左上角点，坐标记为 $O(0,0,0)$ ，量测剖面上其他点相对于这个基准点的 X 、 Y 、 Z （水平、纵深、垂直）方向的差值，记为 $P(X,Y,Z)$ ；
- ② 以探方内地表西南角的基准点为原点 O' （坐标为 $(0,0,0)$ ），建立一个以东方向为 X 轴正方向、北方向为 Y 轴正方向的探方局部右手直角坐标系（参见图 2）；
- ③ 将剖面局部直角坐标系下的坐标纳入到探方局部右手直角坐标系下，即进行 O 到 O' 的坐标平移；
- ④ 以遗址发掘前确定的基准点为原点 O'' （坐

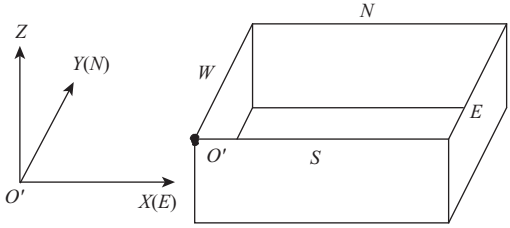


图 2 探方直角坐标系示意图

Fig. 2 Sketch map of local space right-angle coordinate system in a rectangular unit

标为 $(0,0,0)$ ），建立一个以东方向为 X 轴正方向、北方向为 Y 轴正方向的探方局部右手直角坐标系（同探方直角坐标系）；参照遗址探方分布图（见图 3），将探方局部直角坐标系坐标系下的坐标纳入到遗址直角坐标系下，即进行 O' 到 O'' 的坐标平移，这样可实现整个遗址内的三维坐标统一。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 | T17 | T18 | T19 | T20 | T21 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

图 3 探方分布图

Fig. 3 Distribution of rectangular units in a relic site

对于探方布局非正南正北的情况，需要在步骤③中除平移外增加角度旋转的计算。对于分层平面图，其坐标直接采用探方局部右手直角坐标系，这样按照步骤④即可完成坐标统一。

3 田野考古 GIS 地层剖面数据整合

田野考古地层信息的记录是采用以探方为单位的分层剖面图，每个探方有东、南、西、北四壁剖面图。要了解整个发掘区的地层堆积，需要将分散的分层剖面图按相同的方向进行拼接^[8-9]。

3.1 地层剖面数据整合规则

相邻两个探方之间是由隔梁隔开的，隔梁大约 1 米宽，在拼接时要连接两个探方采用直线直接将相同的两个地层相连接（因为数字化图时采用的就是折线数字化）。田野考古制图中地层缺失的尖灭规则没有统一的规定，地质剖面图中采用选取钻孔间距离的 1/3 处为尖灭点（临近两钻孔间有尖灭地

层的一端钻孔 1/3 距离的点),或者采用尖灭到另一端的钻孔处^[10-12]。本文据需要采用参数化表达,即地层起点到尖灭处的距离相对起点到另一个壁面距离的比例。用户根据实际情况选取比例参数。

3.2 地层剖面数据整合

地层剖面接边的算法思路:①将地层线的端点数据提取出来,并且将点数据所属线的属性信息提取出来,提取的属性信息包括地层线相邻上下层的地层

序号,同样将要接边的另一侧提取。②先将与地层线上下地层序号都相同的两个端点连接,再将右侧消失的地层尖灭到左侧地图端点处,左侧也采用同样的方法,然后层层循环最终将地图拼接完成。如图 4 是采用尖灭参数为 1,即将某消失的地层尖灭到另一个壁面端点处的接边效果图。图 4(a)、(b)和(c)分别是某遗址相邻的 3 个探方 T1、T2 和 T3 的北壁剖面图,图 4(d)是它们的拼接图。故此,下一步可展开考古地层三维可视化与场景重建^[13-14]。

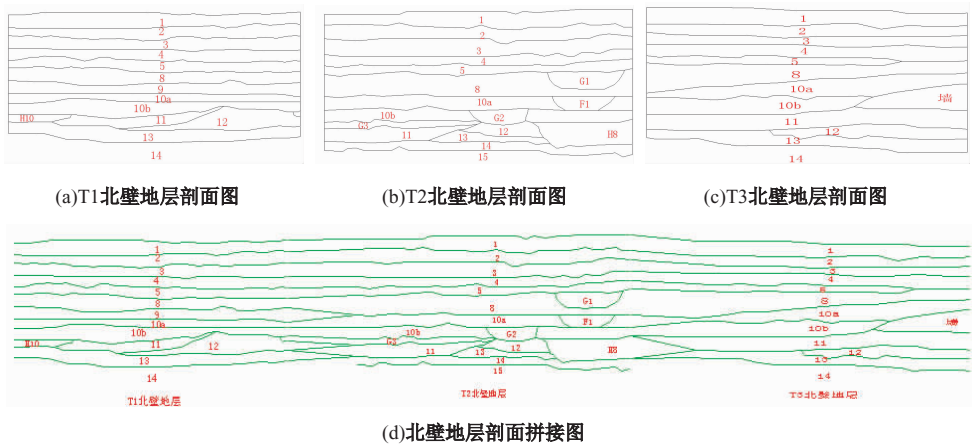


图 4 田野考古地层剖面数据整合

Fig. 4 Data integration of stratum profiles

4 结语

本文针对传统的数据整合方法只适用于简单的,有规则、规律可循的数据处理的局限性,研究适合田野考古的数据整合方法。考虑到田野考古对象空间关系复杂,数据繁琐零乱,记录比较粗糙等特点,本文面向田野考古数据三维可视化,以地层剖面图为数据源(由于篇幅所限,田野考古平面数据整合将另撰文讨论),研究田野考古数据整合流程与规范,并与 GIS 集成,设计与实现基于平剖面数据的二维拼接与数据整合,提出了能够处理田野考古复杂数据整合的方法,为考古研究提供支持。下一步将整合后的数据,开展考古对象三维可视化与场景重建研究。

参考文献:

[1] 冯学恩. 田野考古学[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2007, 80-88.

[2] 高立兵. 时空解释新手段——欧美考古 GIS 研究的历史, 现状和未来[J]. 考古, 1997(7): 89-95.

[3] Piwowar J M, Ledrew E F, Dudycha D J, *et al.* Integration of spatial data in vector and raster formats in a GIS environment [J]. International Journal of Geographical Information Systems, 1990, 4: 429-444.

[4] Shepherd I D H. Information integration and GIS[C]. // Maguire D J, Goodchild M F, Rhind D W (eds.). Geographical Information Systems. London: Longman, 1991, 2: 337-360.

[5] Peterson P, Fracchia F D, Hayden B. Integrating spatial data display with virtual reconstruction[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1995, 15(4): 40-46.

[6] Böniger U, Tronicke J. Integrated data analysis at an archaeological site: A case study using 3D GPR, magnetic, and high-resolution topographic data[J]. Geophysics, 2010, 75(4): 169-176.

[7] Abajian V, Mahé S-A, Matte-Tailliez O, *et al.* E-archaeology+: An integrated expert system dedicated to archaeology[R]. 2008 3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA, 2008.

[8] 韩文. 工程地质勘察中 AutoCAD 图形快速拼接方法[J]. 科技资讯, 2010(5): 50.

- [9] 项益民, 王乐球, 陈炬桦. 工程图矢量化和拼接技术的实现[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003, 42 增刊(2): 113 - 115.
- [10] Coralini A, Guidazzoli A, Corlàita D S, *et al.* VIS-MAN-DHER project: Integrated fruition of archaeological data through a scientific virtual model[R]. Lecture Notes in Computer Science (including sub-series Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), Digital Heritage-Third International Conference, EuroMed, 2010, 6436: 409 - 421.
- [11] 陈硕. 基于钻孔数据的三维数字地层可视化系统研究[D]. 大连理工大学, 2008, 30 - 40.
- [12] 徐春才. 水利水电工程地质计算机应用及程序设计[M]. 北京: 中国水利出版社, 2008.
- [13] 阚瑗珂, 杨仁怀, 朱利东, 等. 基于 IDL 的考古地层空间数据挖掘研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(4): 201 - 203, 215.
- [14] 阚瑗珂, 朱利东, 罗丽萍, 等. 考古地层的三维重建方法[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(3): 302 - 305.

Data Integration of Ichnography and Profile in Field Archaeology

YANG Lin¹, SHENG Yehua¹ and PEI Anping²

(1. Key Laboratory of Virtual Geographical Environment, Ministry of Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China;

2. Department of Cultural Relic & Museum, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: Traditional field archaeology in China is based on manual method and the main field data are delaminated ichnography and profile map of stratum and relic. Based on the original ichnography and profile data, the character of the current record method had been analyzed and the demand of data integration in field archaeology for rapid mapping and field scene 3D reconstruction had been summarized in this paper. With the object-oriented approach, we had studied the integration rules of spatial data in field archaeology, designed and completed the united coordinate datum of the original ichnography and profile maps (the keystone was transforming the 2D data to 3D one in a united coordinate system based on delaminated ichnography and profile map of stratum and relic and distributing map of rectangular units), the stitching of stratum profiles and integrated ichnography from delaminated ones based on GIS. Moreover, we had put forward an integration method of ichnography and profile data, with the stratum profiles integrated to a stitching map (the key point was constituting uniform rules for pinch-out of stratum lacunae based on the topological relation and the attribute information of the stratum) and delaminated ichnographies of rectangular unit piled up to an integrated ichnography (the key question was the integration regulation and methods based on the archaeological criterion and the spatial relations of the archaeological objects in a site and complement by GIS software), and ichnography and profile of relic integrated to a stitching map of integrated ichnography of relic. Finally, the real excavation map data, i. e. Bashidang Site, Li County of Hunan Province were used to test the above proposed method. Through comparing with the original manual integrating map the results showed that the method in this paper provided a valid and precisely faithful way for rapid mapping, archaeological report, and basic data for cultural site scene 3D reconstruction and proved to be an assistant decision tool for analyzing and studying the spatio-temporal relation of the accumulation and the vestiges in field archaeology.

Key words: field archaeology; data integration; GIS; object-oriented; ichnography and profile