



基于 GIS 的古地图数字化

——以《禹迹图》为例

中国国家图书馆 白鸿叶

摘要：古地图数字化一直是地图数字化中的一个热点和难点问题，文中以《禹迹图》为例，详细介绍了利用 GIS 技术对《禹迹图》进行数字化的步骤，并探讨古地图数字化的流程及意义。

关键词：古地图 GIS 数字化

Meeting:

121. Geography and Map Libraries, Science and Technology Libraries and Division of Special Libraries

WORLD LIBRARY AND INFORMATION CONGRESS: 75TH IFLA GENERAL CONFERENCE AND COUNCIL

23-27 August 2009, Milan, Italy

<http://www.ifla.org/annual-conference/ifla75/index.htm>

地图文化是中华文化不可或缺的部分，古旧地图所具备的科研、文化和艺术价值，受到越来越多人的关注，也有不少人尝试通过数字化对古旧地图进行保护、研究和再利用。中国古代地图从传统制图角度讲，可以分为三种，一种是中国传统的形象画法地图，即是将地形、地物等地理要素用形象逼真的手法绘制的地图，由于当时的地图直接应用于生产建设的很少，所以对地图的精确性要求不高，以山水画的表现形式表达地图内容，形象直观，立体感和易读性强；一种是画方地图，是以西晋裴秀的“制图六体”为理论的绘制方法，以画方网格控制地理要素方位，与形象画法地图相比，其绘制精度极高，在地图投影方法传入之前，计里画方是我国科学性最强的制图方法^[1]；一种是经纬网实测地图，这是明末清初西方经纬度测量技术传入中国后才开始实行的一种制图技术。基于古地图的特殊绘法，目前对古旧地图的数字化保护，主要表现在对古地图的扫描、拍照、建立文本和影像数据库方面，而对其内容信息和空间信息缺乏数据库管理和利用，随着电子地图及地理信息系统的发展，基于 GIS 的历史地图数据库建设已经成为持续提高地理信息保存、研究和服务水平的必由之路。

1. 《禹迹图》介绍

《禹迹图》是现存最早的计里画方地图，在中国地图史上占有重要地位，客观地反映了宋代地图制作水平。英国著名科学家李约瑟在他的著作《中国科学技术史》中称赞“《禹迹图》在当时是最杰出的地图。”现存《禹迹图》有两块碑石，分别保存在镇江焦山碑林和西安碑林。镇江《禹迹图》碑石图名处刻有“元符三年（1100年）正月依长安本刊”，是“绍兴十二年（1142）十一月十五日左迪功郎充镇江府府学教授俞？重校立石”。西安《禹

迹图》与《华夷图》在同一碑石上，图名处刻“阜昌七年四月刻石”，阜昌是伪齐的年号，阜昌七年即南宋绍兴六年（1136）。两图内容基本一致，均标示了“每方折地百里”的比例尺，图的方位均是上北下南，图上标绘了 500 多个地理名称，反映了宋时中国的全貌，水系刻绘尤为详细。^[2]

本文所用《禹迹图》为朱拓本，拓自西安碑林，传拓年代不详。全图从边框算起纵 79 厘米，横 78 厘米，近于方形。图中题“每方折地百里，禹贡山川名，古今州郡名，古今山水地名”。该图以全国为范围，表示了约 380 个行政区名，标注名称的河流近 80 条，标名的山脉 70 多座，标名的湖泊 5 个，此图的准确性相当高，海岸线轮廓和黄河等河流的形状与现代地图十分相似，其它地理要素和表示和今天实测编绘地图差不多，河流线条刻绘清晰流畅。其中黄河和长江中下游线条较粗，其走向与现代地图接近。图中大多河流名称中的“江、河”为“水”，如：汾水（即今汾河）、嘉陵水（即今嘉陵江）、湘水、沅水、漓水等。黄河为“大河”，长江为“大江”。根据有文字记载，在南宋建炎二年（1128 年）以前的 1700 多年间，黄河侵袭海河水系，流入渤海。图中黄河就是在渤海湾海河口入海的。缺点是一些河流走向与弯曲有不同程度的偏差，南方多数较大河流均未绘入。^[3]

由上可见《禹迹图》等古地图的重要价值，它们为研究中国地图学史提供了珍贵的资料，其历史价值和科学意义很受后人重视。目前这些地图仅仅以纸质的形式保存，如何更好的保护这些古地图，更有效地利用其价值，方便读者查询阅读，是建设地图数据库和地图信息系统的主要目的。

2. 《禹迹图》的数字化

2.1 《禹迹图》分析

《禹迹图》的主要内容为水系、山脉、行政区地名点。其中水系、海岸以线条的形式表现，与现今地图的形状非常接近；山脉和行政区地名点以标注的形式表现。《禹迹图》采用计里画方的绘制方法，每方折地百里，横方七十一，竖方七十三，总共五千一百一十方。

2.2 数字化方案

根据《禹迹图》的内容，制定数字化方案。

面状河流：用面要素表示，属性包括河流名称。

线状河流：用线要素表示，属性包括河流名称。

地名点：用点要素表示，属性包括名称、类型。用于查询。

标注点：用点要素表示，属性包括名称。用于地图显示，更能真实的展现地图原貌。

2.3 数字化结果

2.3.1 显示

图 1 为原图与矢量化图叠加效果，蓝色为矢量化后河流

图 2 为矢量化后河流及标注

图 3 为局部图，包括原图，矢量化后图，及标注

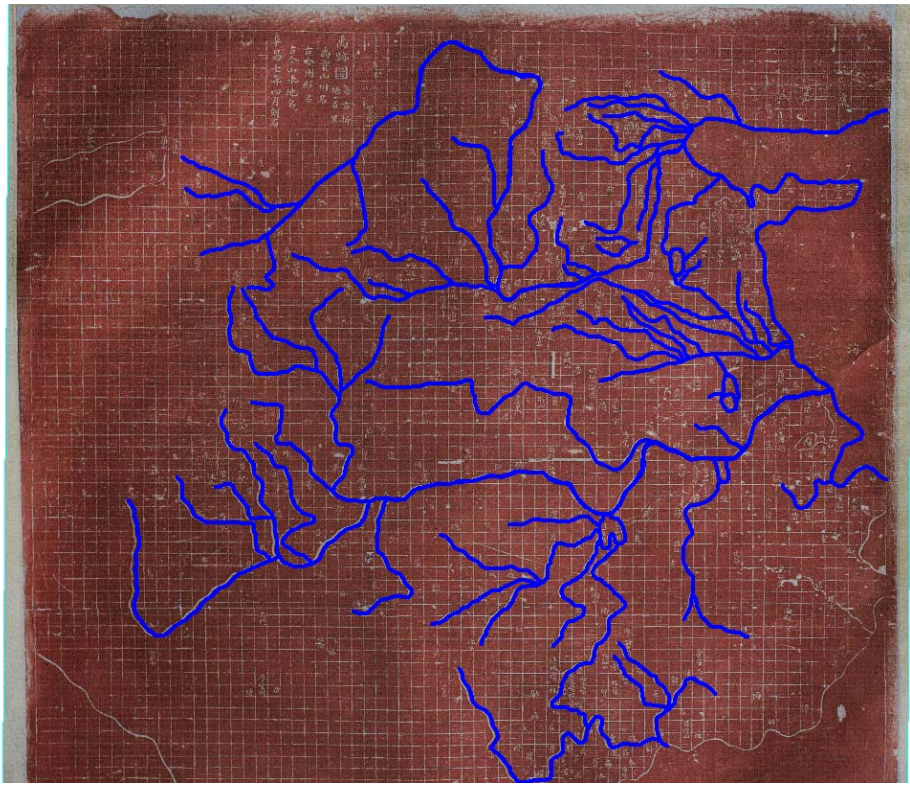


图 1

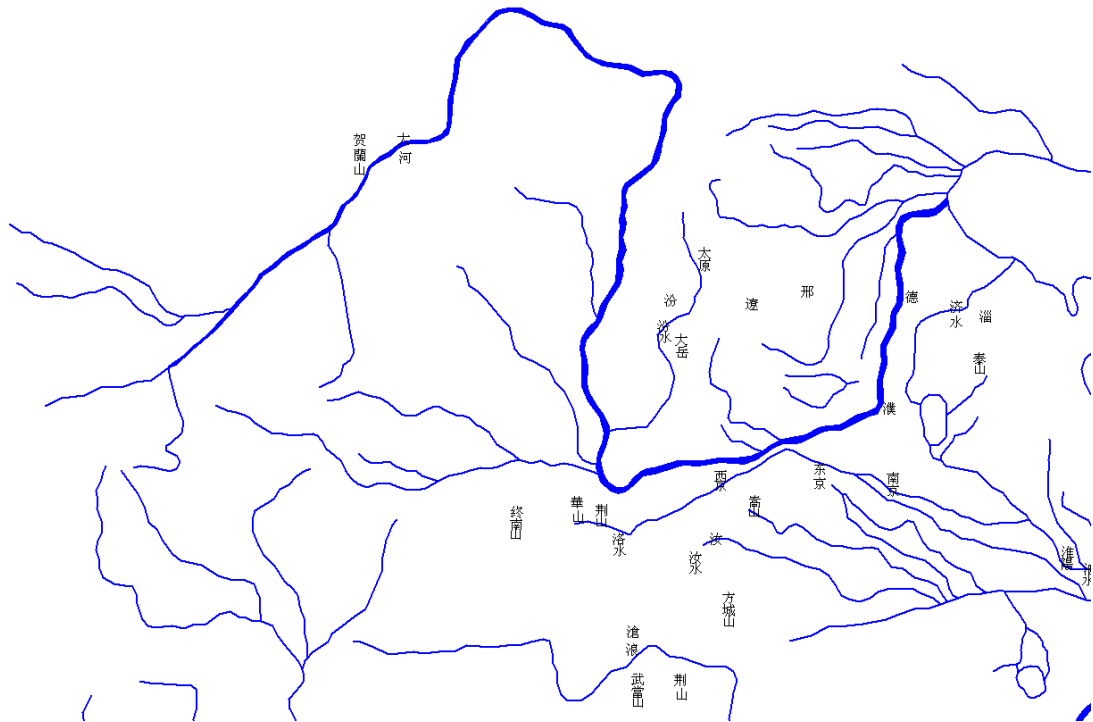


图 2

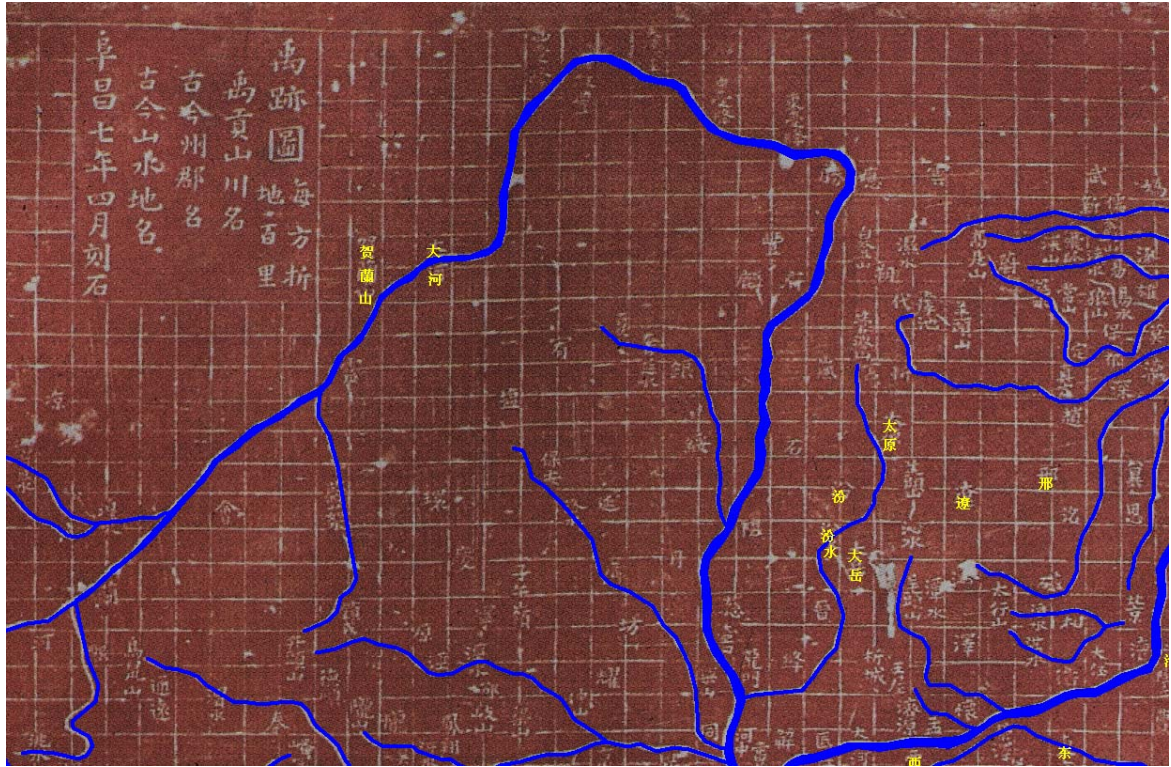
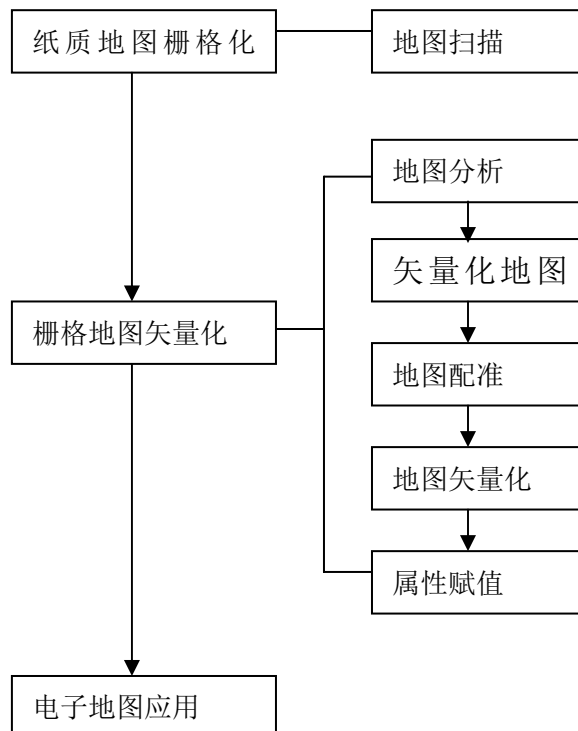


图 3

2.3.2 查询

在 GIS 操作软件中，可以对禹迹图中的要素进行查询，根据河流名称，地名点进行查询。

3.古地图数字化流程



地图数字化流程图

3.1 纸质地图栅格化

将纸质地图转换为栅格电子图是纸质地图数字化的基础。目前纸质地图栅格化一般有三种方式：一是用高分辨率的数码相机拍摄成 JPG 格式文件；二是用大型扫描仪进行扫描，做成图像文件；三是应用 GIS 技术，制作成高分辨率的电子地图。这三种方式中，第一种方式最经济，但对于大幅地图时，不能进行全幅拍摄，存在拼接问题，反而加大数字化的难度，

扫描图像技术只是图书数字化初级阶段的一个过渡技术，虽然将地图扫描为栅格图存储在计算机中，方便保存，也可更长久有效地保存保护地图藏品。但仅仅做到这一步是不够的，因为其保存的信息与相关的文字信息相脱节，同时还有占用空间大、显示效果差、很难检索等致命缺点。所以地图数字化需要下一步的工作，即地图矢量化。

3.2 栅格地图矢量化

栅格地图矢量化是指将栅格图像（BMP、JIF 等格式）的地图，用专门的地图数字化软件（MapInfo Professional），将源图上的各种栅格阵列识别为矢量对象，以一定格式保存。

在矢量地图中每个目标均为单个矢量单位（点、线、面）或多个矢量单位的结合体。基于这样的数据结构，我们便可以很方便地在地图上编辑各个地物，将地物归类，以及求解各地物之间的空间关系。并有利于地图的浏览、输出。

3.2.1 地图分析

古地图为手绘地图，没有坐标，其中表现的内容多种多样，表现形式也各不相同，如《禹迹图》图上标绘了 500 多个地理名称，水系刻绘尤为详细，采用的是“计里画方”的绘制方法。而《江西全省图说》图中绘制了江西省内各府、县境内的地理概况，山脉、水域、城池、祠庙、寺院、村寨等要素形象逼真。所以在矢量化地图之前，需要对地图进行分析：地图是否能够进行配准，分析地图的表现形式，分析地图所表达的内容。在地图分析的基础上，结合电子地图应用的需求及矢量化地图的特点，形成地图矢量化的方案：矢量化什么内容，以什么形式表示。

3.2.2 地图规范

根据在地图分析基础上形成的，地图矢量化方案，制定具体的，可操作的地图制作规范。内容包括：

一、地图数据库定义

1. 地图包括哪些图层，各个图层代表什么内容；
2. 各个图层空间要素的类型：点要素、线要素、面要素；
3. 各个图层的属性字段的类型及赋值规范。

二、地图矢量化细化流程

包括地图矢量化的步骤、精度要求、美观要求等等。

三、检查规范

矢量化完成后需要检查的内容及检查方法。

3.2.3 地图配准

地图配准是将栅格地图与同一区域内地理坐标进行匹配。包括几何纠正、投影变换与统一比例尺三方面的处理。栅格地图矢量化，很重要的一步就是地图配准。

3.2.4 地图矢量化和属性赋值

在地图配准后，就可以根据地图制作规范进行栅格地图的矢量化与属性赋值了。这一过程中，需要读图，提取图中的要素，将要素矢量化为相应的点要素、线要素、或者面要素。

并在矢量化完成后根据地图检查规范进行检查。

结束语

本文以《禹迹图》为例讲述了古地图数字化的流程及重要意义。数字化单幅地图，其应用比较单一，多幅有相互联系的地图数字化后，其应用就很广泛了。在大量地图数字化的基础上，基于 GIS 建立地理信息系统，不仅可以实现古地图内容的展示、查询，而且可以制作历史专题地图，实现不同幅地图之间的分析、比较，更好地为读者服务。

古地图数字化是建立古地图地理数据库的基础，之后可以建设基于此数据库的历史地图信息系统，基于此数据库的网络地图信息系统（WEB-GIS）。

（感谢成二丽、翁莹芳对本文的帮助）

1. 胡邦波：我国古代地图学传统的制图方法——计里画方
2. 何德宪：齐刻_禹迹图_论略，辽海文物学刊，1997 年 1 期
3. 赵静：《禹迹图》制图技术再认识