

地理信息系统在文化遗产保护及考古学研究中的应用

雷生霖

(北京 100006)

摘要 地理信息系统(GIS)因其先进的组织与管理数据的方式,以及其具备的对文化遗产的可视化功能,逐渐成为文化遗产信息管理、规划、保护和考古学研究的有力工具。本文介绍了地理信息系统在当前文化遗产保护及研究中的应用现状,简要分析了 Google Earth 的特点及其在文化遗产监测与预警中的应用。重点介绍了地理信息系统在新疆第三次全国文物普查、京杭运河全线地形分析、广西陆海防军事要塞遥感考古等研究项目中的具体应用。

关键词 地理信息系统;文化遗产;保护;应用

中图分类号:K854.1

文献标识码:A

文章编号:1001-0327(2014)03-0098-11

一、引言

地理信息系统(GIS, Geographic Information System)是指在计算机软硬件的支持下,运用系统工程和信息科学的理论,科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据,以提供规划、管理、决策和研究所需信息的技术工具。或者简单地说,地理信息系统就是综合处理和综合分析空间数据的一种技术工具。

国际上地理信息系统的发展始于 20 世纪 60 年代。1963 年,加拿大测量学家 R.F. Tomlinson 提出并建立了世界第一个运行性地理信息系统;同一时期,美国哈佛大学的计算机图形与空间分析实验室建立了 SYMAP 系统软件,用于空间分析和制图。但由于当时计算机技术水平不高,存储量小,使得 GIS 带有更多的机助制图色彩,地学分析功能较为简单。20 世纪 70 年代以后,由于计算机软硬件迅速发展,特别是大容量存储功能磁盘的使用,为地理空间数据的录入、存储、检索、输出提供了强

有力的支持,使 GIS 朝实用方向迅速发展。美国、加拿大、英国、西德、瑞典、日本等发达国家先后建立了许多不同专题、不同规模、不同类型的各具特色的地理信息系统,在资源管理、环境规划等诸多方面发挥了越来越重要的作用。

GIS 中,用于表示地理对象位置、分布、形状、空间相互关系等信息内容的的数据,被称为“空间数据”,而表示地理对象与空间位置无关的其它信息,如颜色、质量、等级、类型等其它信息内容的的数据,被称为“属性数据”^[1]。就考古学而言,空间数据是指各种遗迹所处的空间位置,包括地形图、专题地图、遥感影像等;属性数据是指各种遗迹的内容、说明等,如考古调查、钻探、发掘的各种记录、报告、文献资料等。在传统的考古工作中,各种资料信息多依赖手工记录,因人因时而异,标准、详略各不相同。资料往往缺乏整体性和连贯性,难以整合并充分利用。将 GIS 运用于文化遗产、考古资料信息的收集、记录和管理,则可以对纷繁复

作者:雷生霖,中国国家博物馆。

杂的考古数据和资料充分整合 进行集中有效的管理 实现对资料和信息的高效、便捷使用。

地理信息系统能够有效地表示遗址范围内的各种遗迹,这些遗迹可以大致抽象为点、线、面三种类型。点可以确定遗址和遗址中遗物的位置,较大区域的空间分析中可以将遗址、古城抽象为点 线具有一定的长度和走向,表示古代的城墙、道路、河流等相互间或与遗址、遗迹之间的联系;面确定遗址或各种面状遗迹的范围和形状。考古地理信息系统可以从考古遗址或遗迹的空间位置出发 建立多种空间信息与属性信息并存的数据库和图形图像库,从而能够方便地进行多重空间分析和模拟,直观、简洁地复原当时的社会状况^[2]。考古学家可以通过地理信息系统了解遗址的文化、时代等属性信息、遗址的位置分布等空间信息。通过对这些信息的综合分析建模,可以分析遗址的空间分布特征时空变迁特征以及这些特征及其变迁的原因,为文化遗产保护及考古发掘等提供重要参考。

总之,通过 GIS 对文化遗产与考古遗迹各种信息的存储、处理和加工,不但可以完成以往手工很难完成的工作,而且可以拓展考古学研究的思路,揭露隐藏在大量资料数据中的有用信息,从而取得更多的研究成果。

国际上将 GIS 应用于考古学研究始于 20 世纪 80 年代初,主要集中于欧洲和北美。欧美 GIS 在考古学领域的应用和发展,可大致分为三个阶段:70 年代末,计算机图形学、数据库和统计分析等技术开始应用于考古学研究;80 年代,遗址预测成为考古 GIS 的主要研究方向;90 年代,GIS 开始被欧洲考古界所认识并接受,景观考古 GIS 分析逐渐盛行。90 年代后,GIS 在考古学研究中的应用随着计算机技术的迅速发展而日益成熟。具体来讲,GIS 技术在文化遗产保护和考古学研究中的应用有两大方向:其一,文化遗产、文物考古信息的数字化管理,尤其是在文化资源管理(CRM)中的广泛应用;其二,考古学研究的层面,尤其是以景观考古学为基础的空间分析方面^[3]。另外,随着考

古学研究中环境参数统计检验方法的出现,可以建立考古遗址预测模型,通过预测模型可以统计、分析、研究区域考古遗址点空间分布与环境参数(高程、坡度、坡向、距水系距离和土壤类型等)之间的关系,使 GIS 技术的空间分析功能被广泛地应用到环境考古研究中。

中国 GIS 考古研究起步较晚,但发展较快。从 20 世纪 90 年代开始,陆续有学者将国外 GIS 考古的相关情况介绍到国内^[4]。同时,国内学者亦开始尝试将 GIS 运用于文化遗产管理保护及考古学研究中,并取得了许多成果。其中包括一些地区性文物考古信息系统的建立,如肖彬等整合长江三角洲地区近 500 个考古遗址资料建立的考古信息管理系统^[5],祝炜平等开发的“浙江文物管理系统”^[6]等。1996 年,河南省文物考古研究所与美国密苏里州立大学人类学系应用 GPS、GIS 技术进行了河南颍河上游考古调查,调查了 25 处龙山文化晚期至二里头文化时期的聚落遗址,用 GIS 综合处理了各遗址的调查资料^[7]。中国社科院考古研究所与美国密苏里州立大学人类学系合作应用 GIS 进行的洹河流域区域考古研究等。此外,也有考古学家通过 GIS 对遗址进行分析并开展相关研究工作。如彭淑贞等以山东省汶泗流域作为研究区,利用 GIS 技术,在现有考古资料和考古模型基础上,对研究区域大汶口文化时期的遗址点进行分析。选择具有显著影响水平的环境参数,建立预测模型,得到了研究区域遗址点分布概率图。结果表明,高程、坡度以及距水系的水平距离是影响古代人类活动的三个主要环境参数^[8]。张海利用 Arc View 软件的 GIS 空间分析功能进行中原地区聚落考古研究,研究考古遗址的空间位置关系和考古遗址的地理分布^[9]。

近年来,在考古地理信息系统的研究和应用方面,成果日益丰富。2007 年出版的《考古与地理信息系统》是国内第一部专门论述考古地理信息系统的著作。书中对地理信息系统的基本理论、方法和技术进行了详细的阐述和介绍。同时结合山西临汾盆地、河南洛阳盆地、

洹河流域陕西七星河与美阳河流域等区域考古调查、地形、水文、遥感影像等信息,分别建立了各区域的聚落考古信息系统。运用 GIS 的空间分析功能,研究聚落分布与局部地区自然环境的关系,即不同时期的人地关系,揭示了很多被传统考古学研究方法所忽略的信息和认识^[10]。吉林大学滕铭予运用 GIS 技术,对赤峰地区的环境考古进行了深入研究。通过考察不同时期、不同考古学文化的遗址在不同环境类型中的分布,对赤峰地区不同时期各考古学文化与环境间的关系进行了定量分析,探讨了从新石器时代到战国—汉人类与环境间的关系,这是国内第一例以定量分析为基础,以古代人类与环境之间的关系为主要目标的研究个案^[11]。

在考古地理信息系统的发展过程中,不能不提的一个里程碑式事件是 Google Earth 的诞生。Google Earth 是 Google 公司于 2005 年 6 月推出的一款虚拟地球仪软件,把卫星照片、航空照片和 GIS 布置在一个地球的三维模型上。Google Earth 在卫星地图的基础上,提供了很多数据图层,图层打开会在相应的位置呈现各种数据。

Google Earth 具有三个十分突出的特点,一是可以显示矢量数据地标,包括点、线、面等几何类型;二是具有栅格图像叠加的功能,允许用户将从本机上或从网上下载的地图图片叠加到 Google Earth 上,并且可以调整加载图片的透明度,此功能可以方便用户进行深入的观察和分析;三是具有三维虚拟模型,提供了一些城市的三维模型,允许用户使用三维对象。

Google Earth 作为一种平民化的 GIS,不需要很高的技术门槛及购买昂贵的 GIS 软件,界面友好,具有专业 GIS 软件所具有的常用功能,还集成了高分辨率影像以及三维高精度 DEM,因而极大地推动了 GIS 的发展。Google Earth 在文化遗产保护中比较典型的应用案例有全球文化遗产监测与预警系统(Global Heritage Network)。该系统由高解晰度的卫星图

片及地图组成,监察 500 余处不同国家的重点文化遗产。系统依靠当地社区、研究人员、政府机关及志愿者提供危机报告,保护文化遗产免受火灾、洗劫、侵掠、游客毁坏及其它危机威胁。

二、GIS 在文化遗产保护考古学研究中的应用实例

1. 新疆第三次全国文物普查遥感调查

新疆陆地面积约 166 万平方公里,占全国总面积的六分之一,是全国最大的省区。新疆是东西方文明的交汇之地,其历史悠久,文化遗迹繁多,但由于自然环境特殊、地形复杂、气候恶劣等因素,给考古工作带来了极大的不便。为了保质保量、全面完成第三次全国文物普查新疆区域的工作,充分发挥遥感技术的优势,经遥感考古联合实验室技术人员与新疆考古人员共同协商和实地考察后,开发了新疆文物普查遥感考古工作示范平台,并开展了新疆特殊区域疑似古遗迹的遥感解译和野外验证工作。在前期工作的基础上,遥感考古联合实验室与新疆文物局等达成共识,以新疆文物局文物考古研究所为主体,联合新疆国土资源厅所属单位等,共同建立遥感考古联合实验室新疆遥感考古工作站,为今后在新疆广泛开展遥感考古工作打下了良好基础。

该项工作自 2009 年 6 月开始,首先以 Google Earth 为基础,运用遥感考古的方法,结合专门的卫星影像进行遥感影像的判读,提取疑似文物点,对疑似文物点按照一定的规则进行分级,有一般可能性疑似点和极大可能性疑似点;随后依据已有的文物普查资料,结合地理环境、交通、人文环境、文物类型等因素,对疑似文物点进行抽样确认,并以 GPS 对这些点的大地坐标进行定位导航,从而找到该点在地理环境中的实地位置。最后普查队按照文物普查登录要求,对这些点进行实地数据采集,流程图如图一。

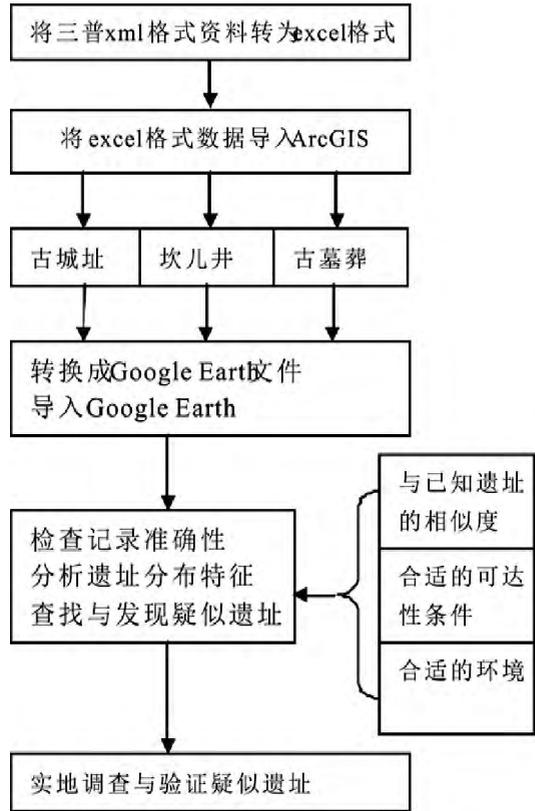
根据以上技术路线,在 ArcGIS 和 Google Earth 的支持下,共找到一般可能性疑似点

4299处 极大可能性疑似点 795处(图二~八)。

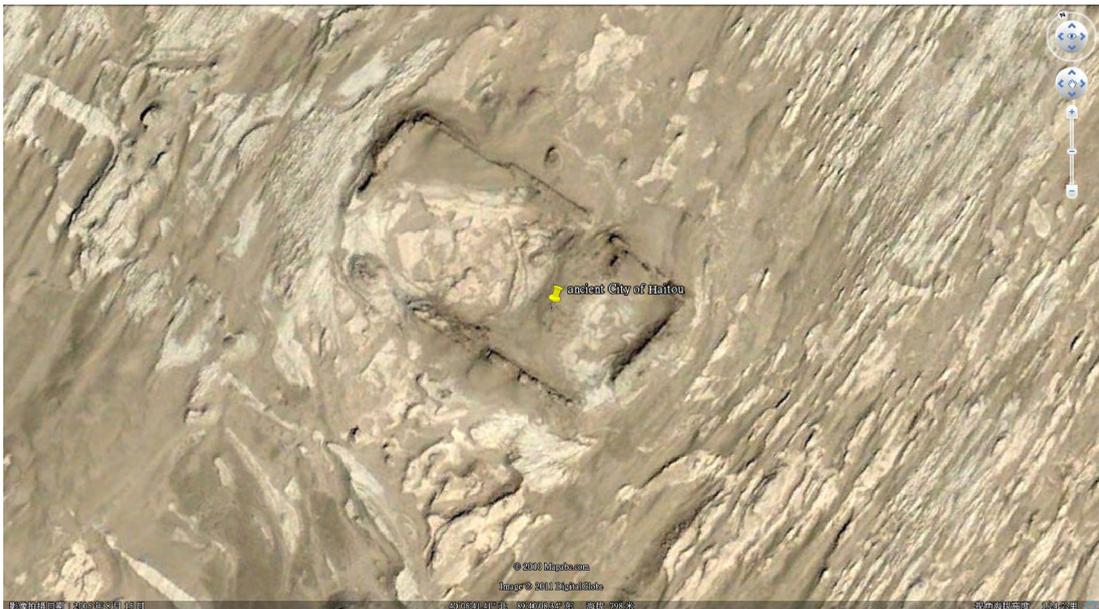
该项工作通过遥感技术和考古田野调查的相互配合,弥补了常规普查无法全面覆盖特殊区域的不足。经过南北疆山区、沙漠区域的实地验证,说明遥感技术作为一种新的手段,在特殊区域的文物考古工作中大有用武之地。遥感技术参与新疆地区的文物普查工作,特别是通过在海拔3600米以上的帕米尔高原和塔克拉玛干沙漠地区的实践,也为遥感技术在此类特殊环境区域的广泛应用积累了经验,为其他地区开展遥感考古工作奠定了基础。

2.京杭运河全线地形分析

京杭大运河是我国古代最著名的水利工程,同时也是世界上开凿时间最早、跨越时间最久且长度最长的一条人工河道。从公元前486年吴王夫差开邗沟起,距今已有近2500年的历史。它孕育于春秋,贯通于隋朝,繁荣于唐宋,取直于元代,重整于明清,经历了漫长而曲折的历史变迁。最终成为一条北起北京,南达杭州,全长1794公里,流经北京、天津、河北、山东、江苏、浙江4省2市,沟通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系的南北大运河。



图一 GIS与Google Earth应用于新疆第三次全国文物普查流程图



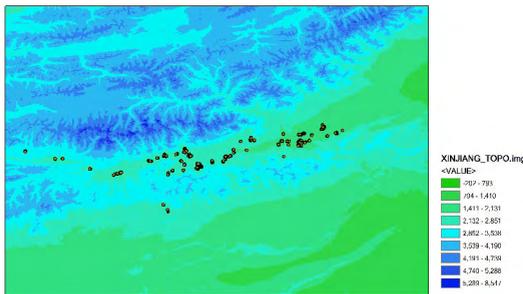
图二 海头古城遗址(DigitalGlobe image)



图三 坎儿井 (DigitalGlobe image)



图四 通过 GE 发现的古墓葬遗址群 (DigitalGlobe image)



图五 阿合奇县已知遗址高程分布图



图六 通过在 GE 上定位已知古墓葬遗址,发现其附近的具有类似遗址特征的目标 (DigitalGlobe image)



图七 通过在 GE 上定位已知古城遗址,发现其附近的具有类似遗址特征的目标 (DigitalGlobe image)

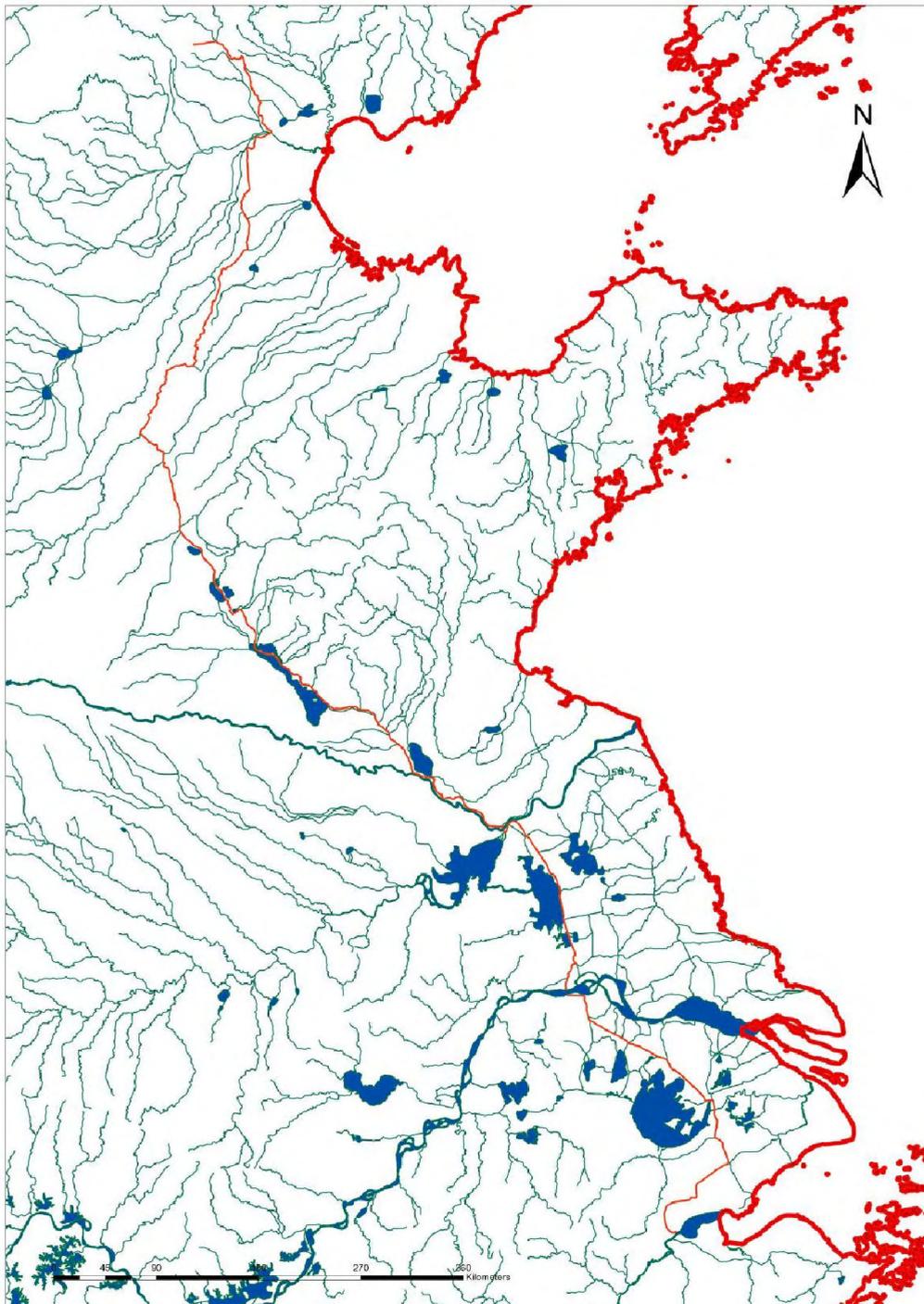


图八 通过在 GE 上定位已知坎儿井遗址,发现其附近的具有类似遗址特征的目标 (DigitalGlobe image)

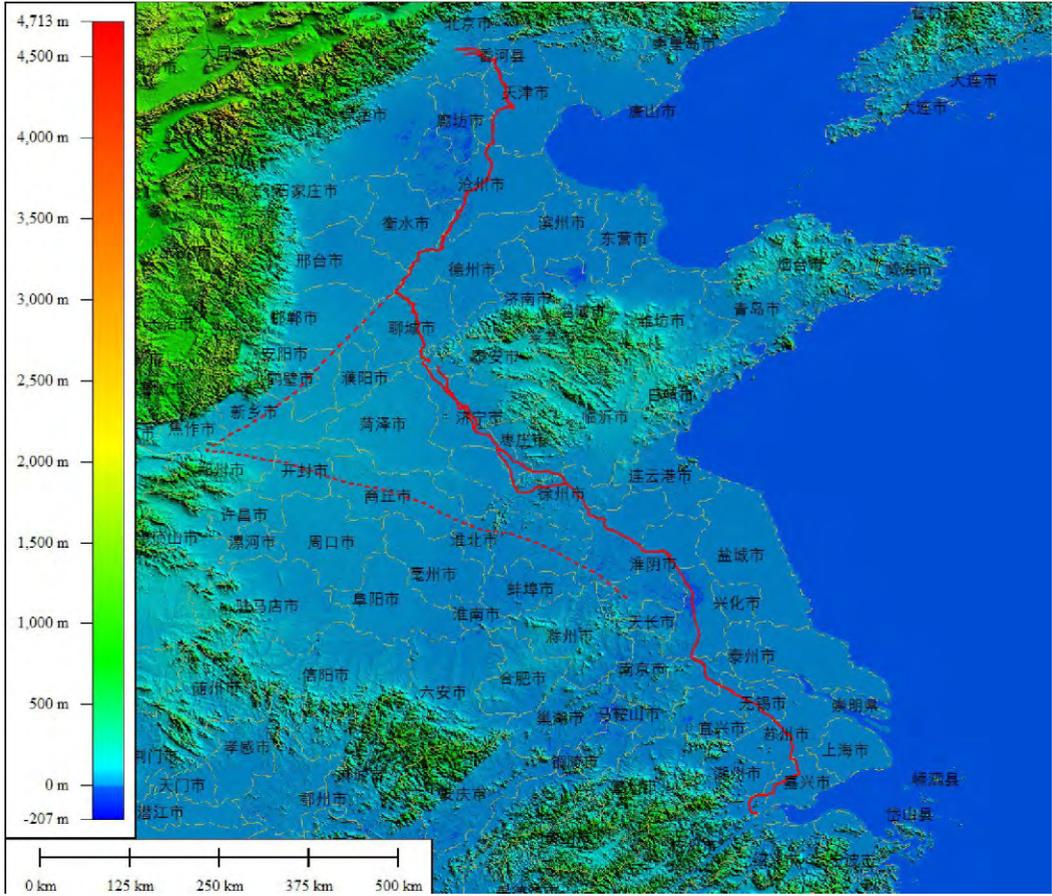
京杭运河的形成有其政治、经济、军事等方面的原因,但其根源还是中国东部的地形特点。我国西高东低的地形决定了河流的走向,即东流入海。只有东北的额尔齐斯河和西南的澜沧江是南北流向,这样东西水运丰盛,南北水运困难,而根据人口分布和经济状况,南北交通比东西交通更为重要。于是一条纵贯南北的京杭运河应运而生。图九展示了京杭运河与中国东部自然河流的关系,从中不难发

现,京杭运河的形成,借用了许多天然河道和湖泊。

京杭运河地处我国黄、淮、海冲积平原东部边缘地带及长江三角洲的里下河地区、太湖流域两大碟形洼地之内。沿运河地势具有三起三伏的特点,起伏之差一般在 20~40 米之间。北京至天津段,距离虽短,却高差悬殊,本段系京杭运河的第一段落。通惠河河底平均高度约 30 米(该高度指高出废黄零点高度),通



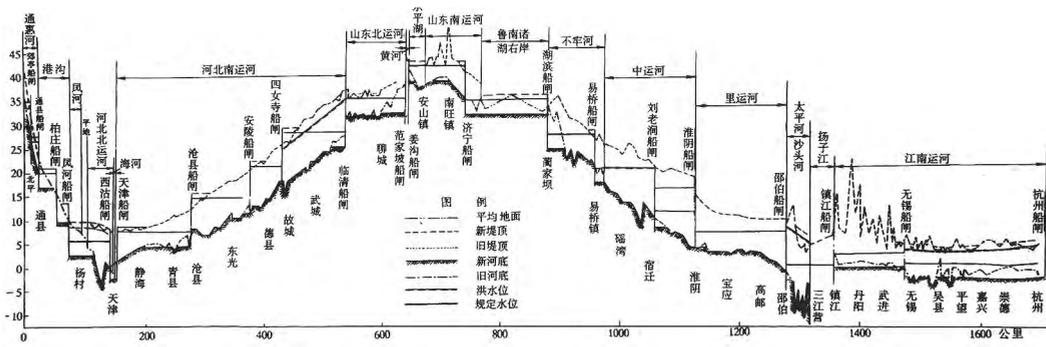
图九 19 世纪初京杭运河与中国东部自然河流的关系



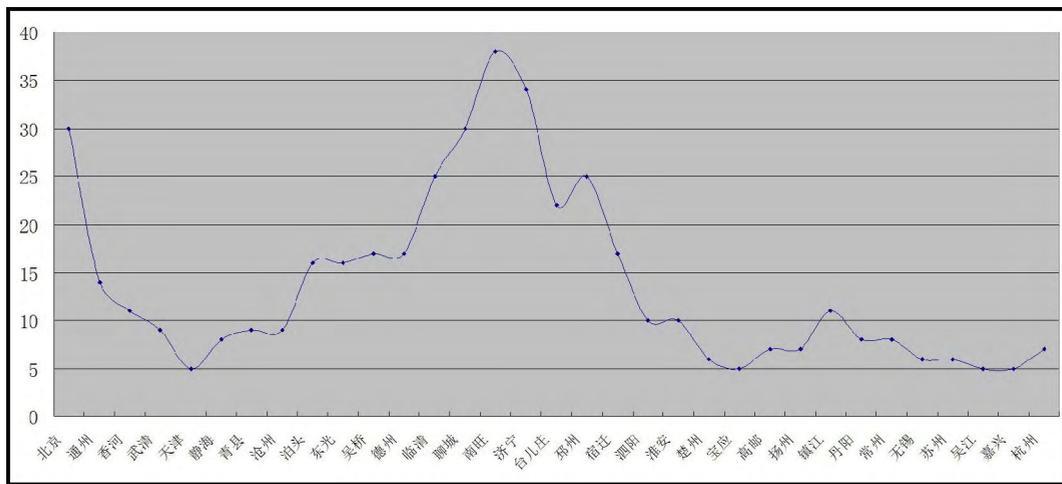
图一 根据 ASTER GDEM 数据生成的京杭运河全线地形模型，红实线为京杭运河走向，红虚线为隋唐运河走向

县河底高约 20 米，天津市海河河底高度则为-3 米，北京至天津段河床高差可达 33 余米。天津往南地面逐渐隆起，到黄河现道止，为第一隆起段。临清河底高 25 米，从天津到临清，河床高度相差 28 米。大运河穿过黄河现道之处，是京杭运河最高地点，可视为京杭运河在黄淮之间的分水岭，穿黄处河底高 38 米。从天津市至穿黄处，京杭运河河床高度相差 41 米。运河过黄河到南旺以南，地面高度又逐渐降落，直到长江为止，为京杭运河第二降落段。济宁河底高 31 米，淮阴河底高 4 米，在穿过长江处，河底高度为-15 米。长江以南，运河河床又逐渐隆起，到丹阳北部为最高点，这是第二隆起段，是江南运河的分水岭。丹北分水岭海拔高程 30~40 米，相对高程仅 20 米左右，河底高程

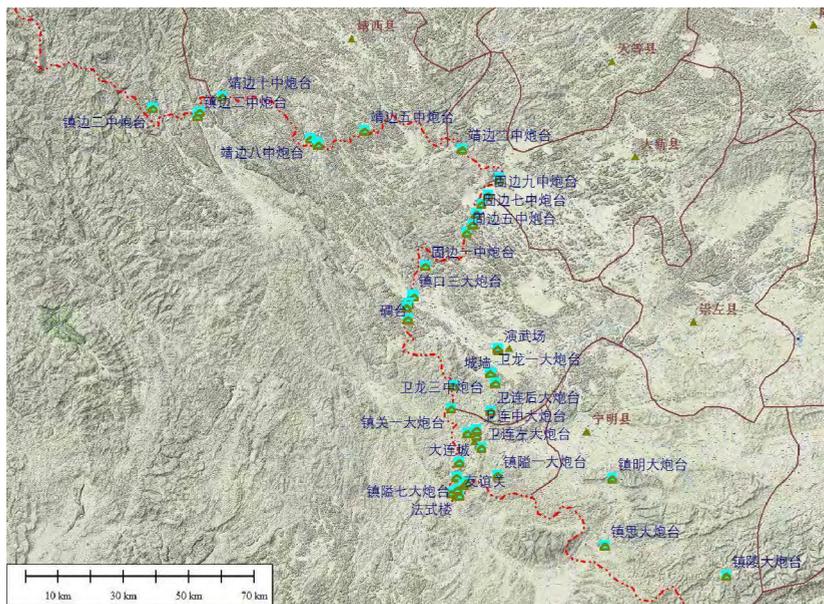
约 8 米左右，至无锡崇德河底高程下降为-7 米，这是第三降落段。从崇德到杭州，河床又略见隆起，但河底高程均在-1~5 米之间，这是第三隆起段。图一○展示了根据 ASTER GDEM 数据生成的中国东部地形图，可以看出京杭运河全线地势是较低的，但在京杭运河中部也就是山东段，地势隆起，也就形成了运河水脊。关于运河高程起伏变化，比较系统的论述见于姚汉源所著《京杭运河史》(图一一)。根据 ASTER GDEM 数据，我们以县为单位对运河所经之处进行了采样提取高程信息，得到运河全线以县市为单位高程平均值变化图(图一二)，从中不难发现，该图所反映的京杭运河高程变化图与姚汉源所著《京杭运河史》清代运河高程图是基本一致的。



图一— 姚汉源所著《京杭运河史》中提到的清代京杭运河高程变化图



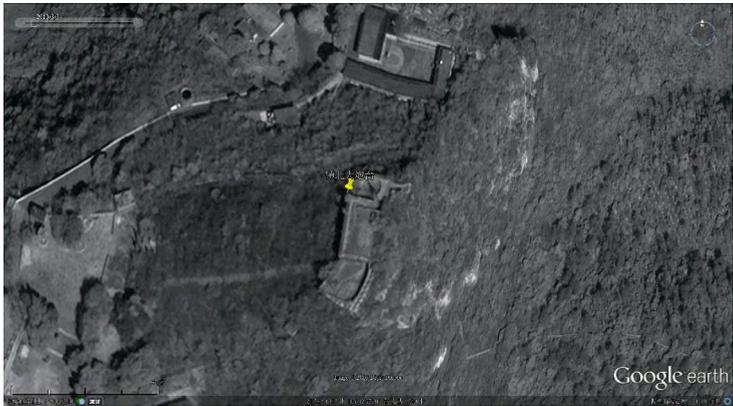
图一二 京杭运河全线以县市为单位高程平均值变化图



图一三 广西连城要塞分布图 红色虚线是中越国界线 棕褐色实线是中国县界 蓝色方格代表炮台碉台



图一四 镇中大炮台



图一五 镇北大炮台

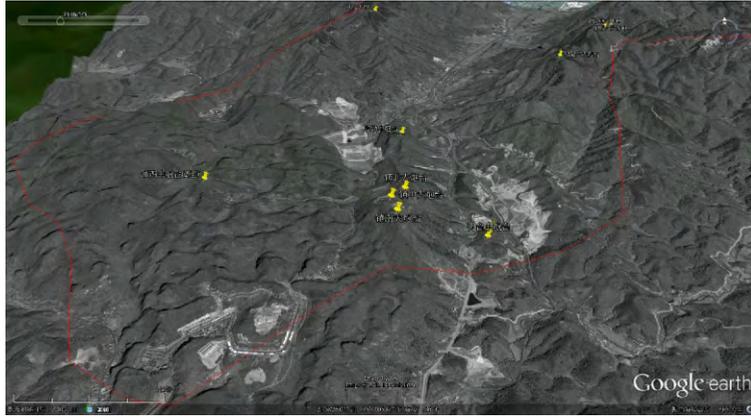


图一六 卫龙一大炮台、卫龙二大炮台与卫龙三中炮台。三炮台扼平而关至龙州水陆要路

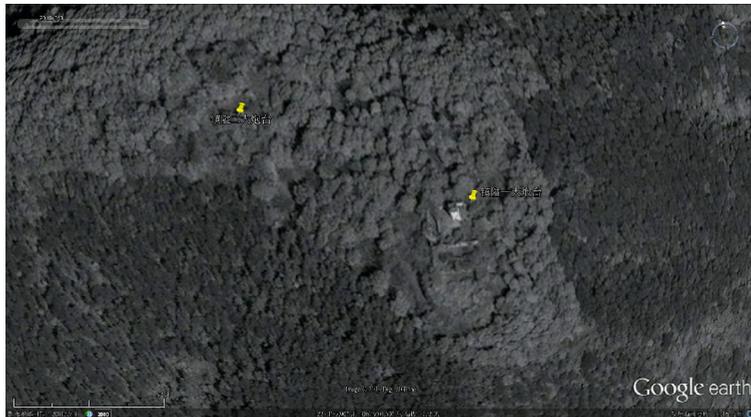
3. 广西陆海防军事要塞遥感考古

广西陆海防军事要塞(连城要塞)是晚清时期在中越边境修筑的边防军事防御设施,以龙州县、凭祥市为中心,范围涉及宁明、大新、

靖西、那坡及海岸线上的北海、防城港、东兴等县市。连城要塞全线分布长约 1000 余公里,最大纵深约 50 公里。据统计有 165 座炮台和碉台、109 处关隘、66 个关卡 构成庞大宏伟的



图一七 在 Google Earth 支持下友谊关附近炮台遗址分布图,图中黄色图钉标示炮台位置,红色实线标示中越边境线,从图上可以看出,炮台碉台都是在山峰最高点疏密有序分布



图一八 在 Google Earth 支持下找到的镇隘一大炮台遗址,位于凭祥伏波岭,控越南牛圩入宁明要路。

军事防御体系。整个要塞沿中越边境绵延相联,有“南疆小长城”之誉。2011年,中国国家博物馆与广西文物考古研究所合作,开展了广西陆海防军事要塞遥感考古。在该项目的遥感调查中,通过 ArcGIS 和 Google Earth 分析,发现了近一半的炮台、关隘等遗迹(图一三~一八)。

三、结语

地理信息系统具有数据管理、图像展示、空间分析等功能,能集成具有空间属性的文化遗产信息和地形图、遥感影像、专题图等多种空间信息,能够在文化遗产保护与考古学研究中发挥不可替代的作用。在地理信息系统的

支持下,研究人员可以充分利用地形、地貌、遥感影像等资源,在二维或三维空间分析各种对象的空间环境及其相互空间关系,为准确发现考察研究对象的内在联系并进行合理推断提供有力工具。因此,地理信息系统对于文化遗产保护与考古学研究而言,不仅是一个多源信息管理的平台,也是一个信息发现与研究的平台。

Google Earth 除具有专业 GIS 软件所具有的常用功能外,还集成了高分辨率影像以及三维高精度 DEM,可以作为文化遗产及考古目标空间定位与地形地貌等三维要素展示的工具。同时,借助于 ArcGIS 等地理信息系统的空间分析与数据管理功能,可以对文化遗产及

考古目标的分布特征进行描述并开展空间分析,发现目标的内在联系。因此,综合应用 Google Earth 和 ArcGIS 等地理信息系统软件将是未来一段时间内考古地理信息系统的重要发展方向。

注释:

[1]何建邦、钟耳顺《论地理信息系统及其在地理学中的地位》《地理学报》1993年第1期。

[2]刘建国《数字考古的理论与实践》《南方文物》2007年第1期。

[3]张海《景观考古学——理论、方法与实践》《南方文物》2010年第4期。

[4]高立兵《时空解释新手段——欧美考古GIS研究的历史、现状与未来》《考古》1997年第7期 曹兵武《GIS与考古学》《考古与文物》1997年第4期。

[5]肖彬、谢志仁、阎国华、朱晓华《GIS支持的考古信息管理系统——以长江三角洲地区为例》《南京师大学报(自然科学版)》1999年第3期。

[6]祝炜平、王治文、吴建平《文物管理信息系统的构建与应用——以浙江文物管理系统为例》《地球信息科学》2005年第4期。

[7]河南省文物考古研究所、美国密苏里州立大学人类学系《河南颍河上游考古调查中运用GPS与GIS的初步报告》《华夏考古》1998年第1期。

[8]彭淑贞、张伟、陈栋栋《汶泗流域大汶口文化考古遗址模型预测》《泰山学院学报》2010年第6期。

[9]张海《Arc View 地理信息系统在中原地区聚落考古研究中的应用》《华夏考古》2004年第1期。

[10]刘建国《考古与地理信息系统》科学出版社,2007年。

[11]滕铭予《GIS支持下的赤峰地区环境考古研究》,科学出版社,2009年。

The Application of GIS in Cultural Relics Protection and Archaeological Study in Recent Years

Lei Shenglin
(Beijing 100006)

Abstract: GIS is becoming more and more important in archaeological study and information management, programing, protection of cultural relics, owing to its advanced method of data organizing and managing, as well as its visible function. This paper introduces the application situation of GIS in current archaeological study and cultural relics protection, and then briefly analyzes the character of Google Earth and its application in supervision and forewarning of cultural relics. Moreover, this paper introduces the actual application of GIS in the third time of National Cultural Relics Survey in Xinjiang, topographic analysis of Beijing-Hangzhou Canal, archaeological study of remote sensing of military affairs in Guangxi.

Keywords: GIS, cultural relics, protection, application

(责任编辑、校对:蔡丹)