

老航片在考古中的应用研究

万余庆,周日平

(中煤航测遥感局遥感勘查分院,西安 710054)

摘要:通过国家863计划项目“考古遥感与地球物理综合探测技术”和国家历史博物馆项目“周王陵历史变迁研究”的研究成果,介绍了老航片在考古研究中的应用方法和应用效果。

关键词:老航片;遥感考古;微地貌;风水

中图分类号:TP 79:K 854 文献标识码:A 文章编号:1001-070X(2007)01-0065-04

0 引言

本文所说的老航片是指1958年之前获取的航空摄影图像。航片在考古中的应用已有悠久的历史,早在1879年,德国学者Stoltz就将航空摄影用于考古,此后,欧洲考古学家根据早期照片发现了多处古罗马的建筑遗址和拜占庭时期的重要遗址。到了20世纪30年代,基本建立了航空摄影考古学的理论基础,许多国家拍摄了大量航空像片;第二次世界大战后,航空摄影考古得到更大的重视,利用航空摄影考古和地球物理无损探测等技术,大大降低了地面勘探成本^[1]。

中国的航空摄影考古起步相对较晚。1996年,由山东省文物考古研究所与德国鲁尔大学史前考古学研究室合作,对20~30年代美军所摄山东省临淄县境的航片进行室内判读分析,制作了临淄全境古城与古墓位置地图^[2];中国历史博物馆遥感与航空摄影考古中心在内蒙古赤峰市^[3]、河南洛阳市、偃师市、河南巩义及江苏镇江等地进行了遥感考古工作,取得了一系列的研究成果^[1]。

本文以2003~2005年期间完成的863计划资助项目“考古遥感与地球物理综合探测”在长安县神禾塬进行的考古试验成果为例,归纳总结了老航片在考古中的应用方法和应用效果。

1 解译标志

(1)土壤标志。在遗迹的建造过程中,人工扰动

改变了土壤的成分、颜色、结构、湿度及致密度等,出现土质、水分和地表温度等差异。人眼实地观察时,这些差异比较微弱,但在空中用遥感探测仪器就可能揭露这些异常,成为遗迹的土壤标志。

(2)植物标志。地下遗址的上覆土壤与周围未经扰动的土壤含水性和温度可能有差异,从而影响植物长势和成熟时间,也成为寻找遗迹的标志。

(3)阴影标志。古人大规模的地面和地下工程,如墓葬坑、陪葬坑的挖掘和填埋、地面取土和陵墓封土的堆积、人工引水渠的开挖等,都可能导致地表形态的变化,形成阴影标志。对阴影的观测可以通过直接判读或立体测图。老航片上的阴影是解译文物遗存和古墓葬的最直接标志,例如在长安一户县的老航片上就有大量圆锥形古墓。

(4)积雪标志。地下遗迹或建筑物可能会导致上覆土壤与周围土壤之间的温差,改变地面积雪融化速度,成为积雪标志。积雪标志又分为正标志和负标志。积雪融化慢时出现正标志,积雪融化快时出现负标志。引起正标志的地下遗迹一般包括陪葬墓、坑、防洪堤遗址、壕沟及护城河等,引起负标志的地下遗迹一般包括封土堆、城垣、建筑遗址、道路等由夯土层组成的建筑。地下遗迹或地下建筑是影响积雪标志的重要因素,但不是唯一因素,当出现积雪融化异常时,首先要排除其它因素影响,才能推断是否由地下遗迹所引起。

对老航片考古解译最重要的标志是阴影(微地貌标志);其次是植物和土壤标志,而积雪标志在老航片上难以看到,只能在雪后实地调查中采用。

2 应用方法

在秦始皇陵区和长安神禾塬考古遥感研究中,采用的全色航空摄影图像均为 1956 年 11 月份拍摄。在当地,11 月份是小麦出苗期,植物几乎全部落叶,土壤裸露率最高,地面相对干燥,是航空摄影成像的最佳时机。

2.1 立体判读

对全色图像的立体解析与判读是常规的遥感解译方法,也是非常直观、有效的方法,通常在立体状态下,利用立体像对(图 1、图 2)观察航空摄影图像上的色调、阴影、纹理和地物形态等标志的变化,结合当时的成像季节、太阳高度、方位和地形特征,达到识别和提取异常信息的目的。

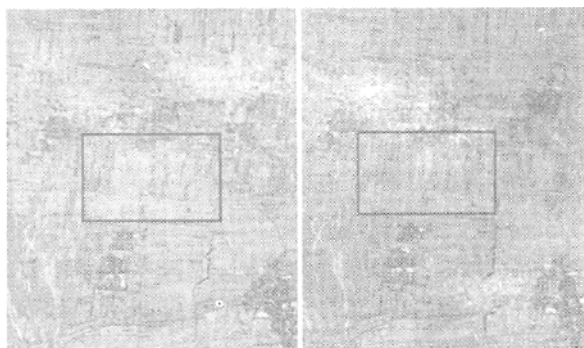


图 1 兵马俑遗址附近全色摄影立体像对
(图中在立体镜下出现的凹陷坑的形状和位置与后来发掘的结果一致)

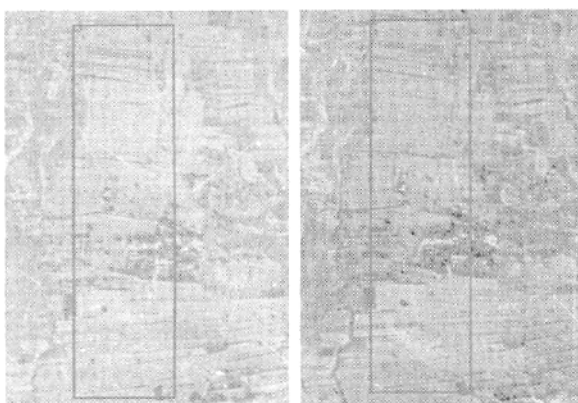


图 2 封土堆东侧马厰坑遗址附近全色摄影立体像对
(图中在立体镜下的南北向窄条凹陷地带与后来挖掘的马厰坑的位置和范围一致)

在立体镜下,1956 年全色航空摄影图像上判别考古遗迹的标志有下列几种:

(1)在同等耕作条件下,规模较大的同一田块中出现的色调异常,包括深浅和形状,通常出现为非线性斑块,空间展布不同于田埂、道路、水渠,这些色调异常可能与地下墓葬、古代垃圾坑和夯土层有关。

(2)当在农耕区域内地表形态相对稳定,坡度、

坡向一致的情况下,出现规模较大的凹陷,与周围地形不协调,尤其在距村庄较远的地方,出现比较规则的凹陷坑,很可能是古代人类大规模改造的结果,例如古代砖窑、陪葬坑等。

(3)在空间布局上出现断续的异常点,构成一定形状的图案,例如内外城垣。

2.2 立体测图与 DEM 制作及其应用

在对 1956 年老航片解译的基础上,利用 ISK 立体测图系统测绘地形等高线(等高线间距为 2 m)内插生成数字地形模型(DEM)再作透视变换,提取并发现可能与文物遗存相关的微地貌、微地形异常。

图 3 为秦始皇陵封土堆东侧透视变换获得的微地貌图,反映了 1956 年的地形起伏状况。兵马俑坑和马厰坑在地表面有较大规模的凹陷^[4,5],虽然跨越 2000 多年,仍然清楚可见。

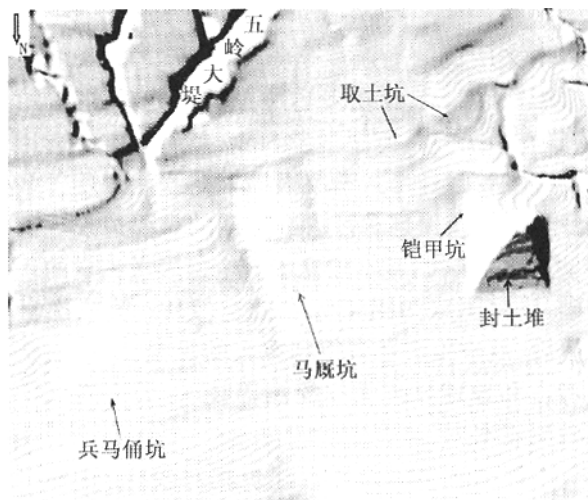


图 3 封土堆东侧马厰坑、兵马俑坑 1956 年地貌图

2.3 解读古人的风水理念,寻找文物遗迹区

在中国古代社会,从国都的确立、市镇的设置、宫殿庙宇的建筑布局到民居立舍以及帝王陵寝、墓地的选择,都与风水学说有密切关系。可以说,风水观念浸润于古人的思想之中,与古人们的生活息息相关,有着几千年的文化土壤。

几千年来,中国实行的是土葬,演绎出了阴宅风水学说,它主要关心墓葬是否符合尽可能长久地保存尸体的要求,这就牵涉到墓地的水文、地质及地理等环境条件问题。

阴宅风水还须要考察大范围内的山势走向、水文地质及植物等,分析土壤性质、墓葬区与周边环境的关系,并依此确定墓穴的大小、深浅、下葬时间以及地面建筑的布局和兴建。中国传统风水学说充斥着许多迷信观念和文化糟粕,同时也反映着中国古代“环境与人”的认识,体现着中国古代建筑美学思

想对中国社会产生过重大影响^①。

在文献[6]中,大量文物分布图上都反映了古人在“立坟定向”时普遍遵守的“风水”理念,大量的古墓葬位于所谓“生气凝聚”的“龙真”、“穴的”、“砂环水抱”的“风水宝地”之上。

在解读古人风水理念的基础上,利用遥感图像能大范围反映地形地势、地貌景观、水系及植被的变化特性,帮助我们从遥感图像上寻找古遗址区,发现所谓的“风水宝地”。

3 应用效果

3.1 秦始皇陵区全色摄影图像解译成果

(1)影像特征显著,且与考古探测结果一致的遗迹有兵马俑坑、封土堆东侧的马厰坑、五岭大堤及骊山脚下的取土坑(封土堆的主要取土来源),如图3所示。它们在立体镜下的影像特征如下:

①兵马俑坑。位于王俭村北到西杨村南,平面上近似于扇形,最南边为陡坎,中部有更深的凹陷坑,南北方向分布,位于图中的两条南北向弧线之间。主要区域内的色调相对周围地物较浅,为冬小麦播种区,在东北角和西北角,地面有一定的坡度,为晚熟作物后杂草分布区,空间上整体近似于簸箕,兵马俑坑位于中部偏西的部位(如图1所示)。

②马厰坑。以侯家村为界分两段,向北整体呈现为近南北向的长梯形凹陷,底部平坦,色调相对周围影像较浅,北部狭窄,南部呈喇叭状。东西两侧为色调较深的坡地,疑为枯草或杂草覆盖。从侯家村向南到杜家村北,为地势相对较低、但比较平坦的不规则地貌,呈相对浅色调,应为冬小麦的播种区。从立体镜下观察出的整体分布形态与后来的考古见证的陪葬坑范围吻合(如图2所示)。

③五岭大堤。如图4所示,五岭大堤在立体镜

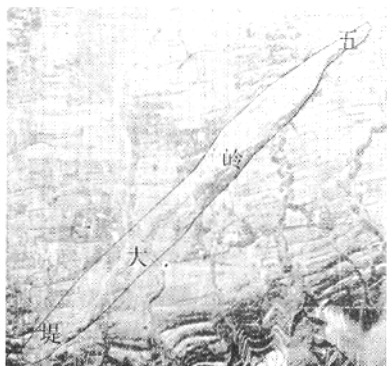


图4 五岭大堤影像

下为狭长的凹槽状,西南-东北向展布。东北段槽

内洼陷较深,色调比较均一,浅灰色,大堤南侧陡坎下有较大的阴影,说明后期的改造比较小。西南段由于后期的洪积物充填,农业生产的改造也比较严重,堤内外的地势差异较小,最南端的大堤平台依然显著,呈现为相对浅色调,但与堤外农田的色调相近。

④取土坑。取土坑位于封土堆的南侧,骊山脚下,有东西两处。为秦始皇陵封土堆的主要取土源地。在立体镜下观察,取土坑相对于东西两侧的地貌呈现显著的负地形。尤其是越向南部山区,凹陷越深。从色调上看,与邻区没有显著的异常,但是从纹理上有显著的差别,坑内单阶梯田的高差大,阶数明显减少,表现为宽缓平坦的块状,条纹稀疏。取土坑内的地面比较平坦,更加适于农作物生产,所以坑内的树木比较少。相反,坑外的地形为正常的坡地,梯田的阶数多,但是单阶梯田的高差小,所以表现为窄而密的条带状纹理。

(2)影像特征比较清楚,得到考古发掘验证的遗迹有3处,即外城墙西边的秦陶窑遗址、赵背户和姚池头之间的筑陵者墓地、鱼池堡西侧的动物坑等。由于这类遗迹的影像标志不像前述那样特别显著,所以空间布局、分布范围与后来的挖掘结果略有差异,尤其是包含的范围稍大,增大了验证和探测的工作量。

(3)影像特征显著,但有待进一步勘探验证的异常区有4处,这些区域普遍距离封土堆比较远,还未开展地面考古勘探。这些区域是今后考古的重点对象,主要有:①封土堆北侧到毛家村村北的一系列矩形区,其中两个已经发现了一些文物遗存;②缝纫机厂到下焦村之间的区域;③封土堆南侧到内城南墙之间的区域;④安家沟的北侧和西侧。在这些区域,以往曾发现若干零星的文物遗迹,但是由于这些区域面积较大,希望通过下一步的遥感工作,进一步细化这些异常区,提高地面探查工作的效率。

3.2 长安县神禾塬周围全色摄影图像解译成果

根据已经查明的考古遗迹分布状况,结合1956年的老航片进行立体判读,对长安县神禾塬周边考古具有重要的意义。从文献[6]图件上看到,在重点研究区内的贾里村、香积寺和杜永村之间(如图5所示),分布有贾里村墓群、贾西墓群、任家寨墓群、韦驹马墓及永村钱范出土点等文物遗存点,北部近邻的还有居安北墓群、大居安墓群和杜回墓葬等,仅在这几

① <http://gj.yuanlin.com/Html/Detail/2005-10/699.html>; <http://www.threecong.com/yinyang.htm>

个墓群中,就有贾里村墓群、贾西墓群、任家寨墓群、大居安墓群、杜回墓葬、韦驮马墓和永村钱范出土点等文物遗存点。在 1958 年大规模土地平整之前,地面就有若干直径 3~50 m,高度 1.5~20 m 的园丘形封土堆。1958 年之后,在这些地点先后因为人工揭露或自然坍塌而发现古墓穴多座,所以,在土地平整之前地面园丘形封土堆是文物遗存的直接标志。

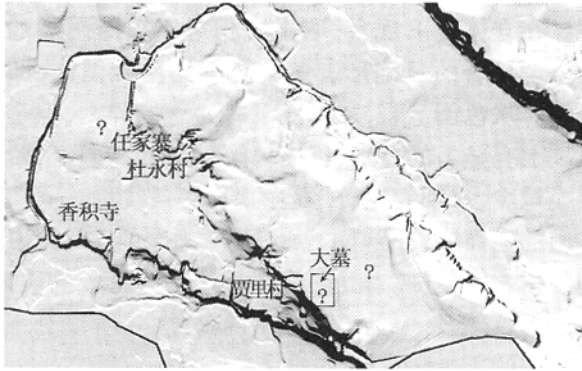


图 5 利用 DTM 制作的晕渲图

借助于立体测图技术和立体镜下解译,可以在 1956 年的航空摄影图像上判读出地面圆形封土堆。这些封土堆通常位于村庄周围(尤其是南北两侧居多),在相对空旷的田野上也有分布。但是由于大规模平整以及后来的居民地扩张,现在这些封土堆在地面踪迹全无,难以准确定标。

利用 1956 年的老航片进行数字测图之后,对等高线作适当的内插处理,编制数字高程模型(DEM)。然后,从不同观测角度作空间立体观察,提取文物遗存微地貌、微地形异常。上述处理初步得到图 5 中“?”区是有待于考证的解译区。从微地貌分析,神禾塬地势较高,位于当地传说中的“龙头”和“龙身”部位,也是比较理想的“风水宝地”。经陕西省考古研究所对我们提供的靶区进行了钻探验证,在图 5 左上角的“?”区附近共探明汉唐及以前的古墓葬 32 座,活土坑 1 座,近代墓葬 10 多处,现代墓群 1 处。甲字墓 2 座^①。利用同样的方法,在长安—户县之间还发现了一系列的微地貌异常,有待今后的考古验证。

4 结论

古人大规模墓葬会遗留一些“痕迹”,会改变微地貌特征,或者改变土壤特征。如果这些特征比较显著,就可能反映在遥感图像上,在色调、阴影、形

态、大小及纹理等方面出现差异,从而被识别出来。

通过在立体镜下对航片像对的立体解析与判读,从阴影—微地貌、植物、土壤及积雪标志等方面总结出墓地遗址、封土堆、夯土围墙建筑遗迹、地下遗迹或建筑物等考古目标的色调、阴影、纹理、形态等遥感解译标志;通过立体测图、DEM 生成与透视变换,提取并发现可能与文物遗存相关的微地貌、微地形异常;利用遥感图像能大范围反映地形地势、地貌景观、水系植被等变化的特性,为发现“风水宝地”提供线索。

1958 年之前的老航片在 863 项目秦始皇陵区考古以及在长安县的考古项目中发挥了重要作用,取得了显著的效果。尽管 1974 年才发现了兵马俑遗址,但是在老航片上,该遗址已有明显的微地貌负异常。在长安县神禾塬上的微地貌正异常区也有重要的考古发现。所以,利用老航片进行立体测图和立体解译,结合三维透视投影变换,能有效地反映微地貌差异,提取考古靶区。古人的“风水”理念也有助于甄别考古靶区。

遥感考古与传统考古在思维方式上有所差异,遥感考古只能发现文物遗存的间接标志,而考古部门追求的是物证。研究表明,遥感考古人员必须从遥感的角度综合利用各种可以应用的手段,甄别文物遗存目标,再提供给地面考古部门去勘探验证,方能检测遥感考古的实际作用。

参考文献

- [1] 宋宝泉,邵锡惠. 遥感考古学[M]. 郑州:中州古籍出版社, 2000.
- [2] 李传荣,等. 中国临淄文物考古遥感影像图集[M]. 济南:山东地图出版社, 2000.
- [3] 杨林,塔拉. 内蒙古东南部航空摄影考古报告[M]. 北京:科学出版社, 2002.
- [4] 陕西省考古研究所,等. 秦始皇帝陵园考古报告[M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [5] 王学理. 秦始皇陵研究[M]. 上海:上海人民出版社, 1994.
- [6] 国家文物局主编. 中国文物地图集[Z]. 西安:地图出版社, 1998.
- [7] 刘树人. 我国遥感考古回顾及展望[J]. 国土资源遥感, 1998, (2): 18-23.
- [8] 杨瑞霞,郭仰山,詹志明,等. 遥感技术在河南省考古中的应用[J]. 国土资源遥感, 2001(2): 19-25.

(下转第 85 页)

^① 陕西省考古研究所,泔河流域的历史与环境变迁—子午大道、神禾塬考古勘探报告, 2006.

tection and Mapping Using Terra MODIS[A]. Proc. 25th Asian Conference on Remote Sensing[C]. Chiang Mai , Thailand 2004.

[5] 高懋芳, 覃志豪, 刘三超. MODIS 数据在火灾监测中的应用研究[J]. 国土资源遥感. 2005 , (2) : 60 - 63.

[6] SÚ A C L , Pereira J M C , Vasconcelos M J P , et al. Assessing the Feasibility of Sub - pixel Burned Area Mapping in Miombo Woodlands of Northern Mozambique Using MODIS Imagery[J]. International Journal of Remote Sensing , 2003 24(8) : 1783 - 1796.

[7] 刘玉洁, 杨忠东. MODIS 遥感信息处理原理与算法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[8] 张树誉, 李登科, 李星敏, 等. MODIS 资料在 2003 渭河洪涝灾害动态监测中的应用[J]. 气象科学 2005 25(2) : 173 - 178.

[9] 张树誉, 李登科, 李星敏, 等. EOS/MODIS 资料在渭河洪涝动态监测中的应用[J]. 成都信息工程学院学报, 2004 , 19(4) : 564 - 568.

[10] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[11] 覃先林, 易浩若. MODIS 数据在树种长势监测中的应用[J]. 遥感技术与应用 2003 , 18(3) : 123 - 128.

[12] 程 乾, 黄敬峰, 王人潮, 等. MODIS 通道 1 和通道 2 大气订正的一种快速实用方法[J]. 浙江大学学报(理学版) 2004 , 31(5) : 560 - 564.

[13] 鄱阳湖研究编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海: 科学技术出版社, 1988.

THE MAPPING OF FLOOD REMOTE SENSING IMAGE BASED ON MODIS IN POYANG LAKE REGION

DING Li - dong^{1, 2} , YU Wen - hua^{2, 3} , QIN Zhi - hao^{1, 4} , WU Hao⁵

(1. International Institute for Earth System Sciences , Nanjing University , Nanjing 210093 , China ; 2. Nanjing Engineering Vocation School , Nanjing 211135 , China ; 3. Law Department of Hehai University , Nanjing 210098 , China ; 4. Key Laboratory of Resources Remote Sensing and Digital Agriculture , Ministry of Agriculture , Beijing 100081 , China ; 5. Wujin Municipal Administration of Land and Resources , Wujin 213161 , China)

Abstract : A new method is proposed in this paper for the mapping of the water image , the flood dynamic image and the flood hazard image using the 250m , 2 - band MODIS data. Its application in the Poyang lake area indicates that the method can preserve the image spatial resolution and help us to quickly recognize the water and flood. This method provides a rapid , simple and easy approach to the dynamic monitoring and mapping of flood hazard.

Key words : MODIS ; Poyang lake area ; NDVI ; Water extraction ; Flood image mapping

第一作者简介: 丁莉东(1976 -) , 男, 硕士, 讲师, 主要从事资源环境遥感及农业自然灾害监测教学科研工作。

(责任编辑: 李 瑜)

=====

(上接第 68 页)

THE APPLICATION OF OLD PANCHROMATIC AIRPHOTO TO ARCHAEOLOGY

WAN Yu - qing , ZHOU Ri - ping

(Aerophotogrammetric and Remote Sensing Exploration Institute of China Coal , Xi ' an 710054 , China)

Abstract : During 2003 ~ 2005 , the authors completed two projects , namely , ' Synthetic Archaeological Studies with Remote Sensing and Geophysics Survey ' of China high - tech (863) program and ' Archaeological Studies to the Mausoleum of Zhou Dynasty ' by China History Museum. With old airphotos (1956) , the authors made some discoveries : ① On the east side of the Mausoleum of the Emperor Qinshihuang (259 - 210 BC) there were remarkable small surface morphology anomalies over the terra - cotta army and the zigzag - shaped pit. The anomalies and the pit were found and excavated in 1974 and 1976 ; ② There existed a tumulus group on Shengheyuan (plateau form) in Chang ' an County of Shanxi province and a rectangular relic of Qin cemetery wall (2300 years ago).

Key words : Old panchromatic airphoto ; Remote sensing in archaeology ; Micro - topographic abnormality ; Geomantic mecca

第一作者简介: 万余庆(1963 -) , 男, 高级工程师, 主要从事遥感应用研究工作, 发表论文 50 余篇, 出版专著 3 部。

万方数据

(责任编辑: 肖继春)