

四川三星堆遗址多源遥感研究

洪友堂¹,田淑芳²,陈建平²,江明¹

(1.中国地质大学土地科学技术系,北京 100083;2.中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083)

摘要:运用遥感考古技术,通过对卫星和航空遥感图像的处理、解译及相互映证,对三星堆的古河道、古城池进行了全面调查,发现了马牧河由南往北的多期古河道及一些未曾被发现的古城遗址,得出三星堆古城池分为内外二层的结论。

关键词:古河道;古城池;三星堆;遥感;图像处理

中图分类号:TP 79 文献标识码:A 文章编号:1001-070X(2006)04-0033-03

0 引言

20世纪80年代,位于成都平原的广汉三星堆遗址终以其独特的文化面貌和恢弘的城址震撼了学术界,为中国青铜文明的格局设置了新的课题^[1]。

在三星堆遗址有着埋藏深度不一的古文化依存,虽然考古工作者探明或发现了许多地下遗址,但受自然环境和技术条件限制,仍有大量古文化依存难以揭示。应用遥感考古可以解决一些传统考古方法难以解决的问题。

1 三星堆遗址概况

三星堆遗址是中国历史上原始社会至夏商周时期,生活在成都平原的古代先民遗留下来的文化堆积。遗址位于成都平原北部,岷江冲洪积扇边缘。自新构造运动以来,那里没有出现过大的构造变动,地壳运动相对稳定。遗址北邻鸭子河,南邻马牧河,两条河流由西向东蜿蜒穿过遗址。河流的历史变迁很可能对三星堆遗址产生过重要影响。三星堆遗址所在的成都平原水路经长江直下江汉平原;陆路北出汉中可交通中原地区;西南方向联接云贵、青藏高原。优越的地理环境十分有利于人类生息与文化交往。

从文献上看,三星堆遗址在东、南、西三面发现有城墙(图1)^[2]。这些城墙虽然曾遭受不同程度的

破坏,但是城墙基础部分依然存在。已调查和试掘结果表明,东城墙现残长1 000余m,估计原长度应

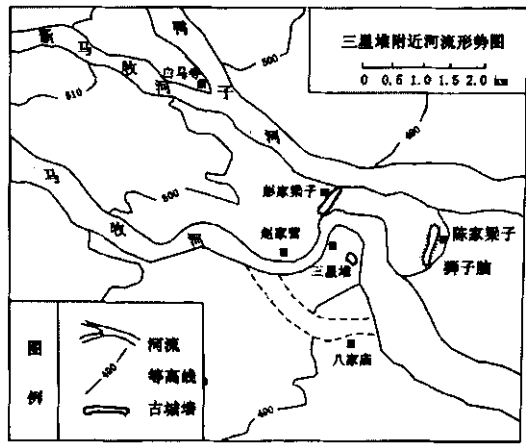


图1 三星堆附近河流形势^①

为1 800 m左右,北偏东12°;西城墙被鸭子河和马牧河冲毁,现残长800余m,北偏东25°;南城墙在中段向南拐折,残长约600 m。整个城址呈北窄南宽布局,东西宽1 600~2 000 m,南北宽2 000 m左右,面积约3.5~3.6 km²。在城墙外侧均发现有宽约20~30 m的濠沟,濠沟的两端分别与鸭子河和马牧河相沟通,组成一个既有利于防洪排灾,又有利于防御和交通运输的综合性水系工程^[3]。

2 遥感研究

2.1 信息源

本研究以ETM⁺数据(129/39,2002-10-23)

收稿日期:2006-04-04;修订日期:2006-04-27
基金项目:国家科技部“古蜀文明与高新技术应用”项目资助。
① 郭发荣等:三星堆古城的兴废和水的关系,1994。

和 1 : 5000 比例尺的黑白航片(2004 年秋季)作为遥感普查的基本信息源。

ETM⁺ 图像具有中等的光谱及空间分辨率 ,可以用于宏观分析古遗迹概貌及其与自然地理环境的关系 ,揭示古遗迹的线性结构(如古城址、古河道) ;黑白航空影像具有较高的空间分辨率(0.5 m) ,对土壤湿度和植被异常反映灵敏 ,有利于古遗迹的详查。

2.2 技术路线

遥感研究流程如图 2 所示。

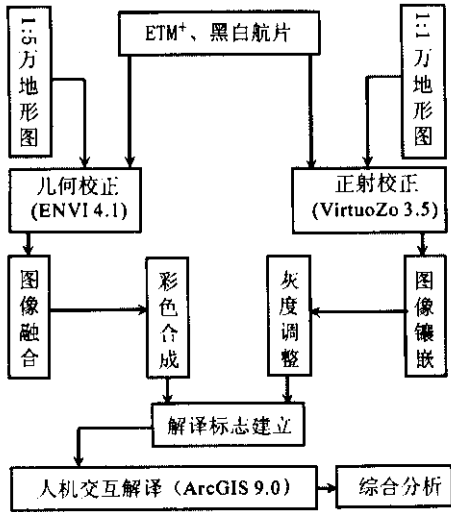


图 2 三星堆遗址遥感研究流程

2.3 图像处理

2.3.1 ETM⁺ 图像处理

2.3.1.1 图像预处理

首先 ,根据三星堆遗址的具体地理位置坐标 ,使用 ENVI 4.1 软件的图像裁剪功能 ,将三星堆遗址地区从一幅 ETM⁺ 图像中裁剪出来 ;其次 ,采用二阶多项式方法做几何校正 :以 1 : 5 万比例尺地形图为基准 ,在地形图和遥感图像上选取同名的 30 个控制点 ,校正后的均方根误差在 1 个像元以内。

2.3.1.2 图像融合

ETM⁺ 数据的第 8 波段空间分辨率为 15 m ,为了利用 1 ~ 5 和 7 波段的光谱特性及第 8 波段的高空间分辨率 ,对其进行融合处理。

参照国内外比较成熟的图像融合处理方法 ,并且从空间角度判读分析考虑 ,最终采用加权融合方法。算法如下 :

$$\begin{cases} G_1 = A_1(P_a E_8 + P_{1-a} E_7) + B_1 \\ G_2 = A_2(P_b E_8 + P_{1-b} E_4) + B_2 \\ G_3 = A_3(P_c E_8 + P_{1-c} E_2) + B_3 \end{cases} \quad (1)$$

式中 G_i 为融合后的图像亮度值 ;权

$P_i(i = a, b, c)$ 根据被融合影像间的相关系数确定 ; $E_i(i = 2, 4, 7)$ 为 ETM⁺ 数据的相应波段 ; A_i 和 $B_i(i = 1, 2, 3)$ 为调节拉伸系数 , A_i 的作用主要是扩展比值图像的反差 , B_i 则主要是调节各比值图像的亮度 ,以便在彩色合成时不会出现因某波段的亮度值相对太高而使合成图像色彩失衡的现象。这里 , $A_1 = 1$, $B_1 = 50$; $A_2 = 1.8$, $B_2 = 0$; $A_3 = 3.4$, $B_3 = -90$ 。

利用式 (1) 将 ETM 7、4、2 分别与 ETM 8 融合 ,得到融合后的 ETM 7(G_1)、ETM 4(G_2)和 ETM 2(G_3) ,再进行彩色合成 ,合成图像如插页彩片 2 所示。

2.3.2 航空影像的正射校正

采用摄影测量软件 VirtuoZo 3.5 ,以 1 : 1 万地形图为基准 ,对三星堆地区 18 张航片逐片做正射校正 (校正精度为 1 个像元) ,将正射影像图进行镶嵌和灰度调整 ,形成了一张完整且灰度均匀的三星堆地区航空影像图(图 3)。

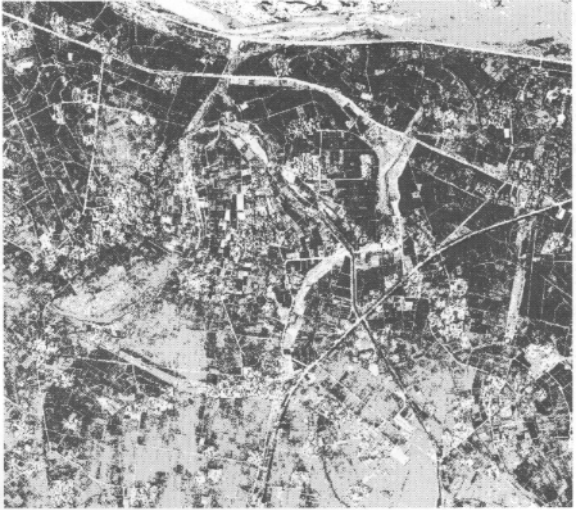


图 3 经正射校正的三星堆地区航空影像

2.4 遥感解译标志的建立

2.4.1 卫星图像解译标志

(1) 古城址、古河道在图像上的形状特征。古城址、古河道在图像上反映的形状与其自身形状一致 ,均为线状 ,古城址表现为较平直的线状特征 ,古河道为蜿蜒曲折的线状特征。古河道宽窄不一 ,有时甚至与坑塘、湖泊相连 ,因此形状标志不明显 ,故以古河道流域来表述。

(2) 古城址、古河道在图像上的色调特征。因为大部分古城址、古河道埋没于地面以下 ,反映在图像上的是覆盖在古城址、古河道以上地物的电磁波谱辐射特征 ,因此 ,更多的时候必须注意这种间接的判读标志^[4-6]。三星堆遗址处的古城址、古河道的间接判读标志主要为土壤标志和植被标志 ,其原因是

地下古城址、古河道的存在影响了其上地表土壤的某些物理特性和植被的长势,造成与周围土壤和植被辐射特征的差异^[7~9]。在加权融合彩色合成图像上,古城墙的判读标志主要为植被,呈深绿色细带状分布;古河道的判读既有土壤标志也有植被标志,但以植被标志为主,与正常地区相比,土壤颜色呈浅色调,植被呈亮绿色、粗带状分布。

三星堆的古城址、古河道在融合后的 ETM 7 4 2 彩色合成图像上表现为带状的不同程度的绿色调(插页彩片 2)。

2.4.2 航片解译标志

根据已知目标上的影像特征建立解译标志。夯土的含水系数低于生土,夯土的亮度系数高于生土^[10]。已知夯土在黑白航片上表现为带状灰白色调,可以此作为三星堆航片解译的借鉴。

2.5 图像解译分析

根据上述判读标志,判读出三星堆遗址处的古城址和古河道分布。因未经过验证,只能称其为古城址、古河道异常。

基于 ArcGIS 9.0 对融合后的卫星彩色合成图像和黑白航片进行了人机交互解译。

对卫星图像,根据图像解译标志,主要对城池、古河道流域(由于研究范围内水系发达,河网密布,河道变迁大以及受影像分辨率限制,不能对古河道一条条解译)和现代河流等进行了解译(图 4)。

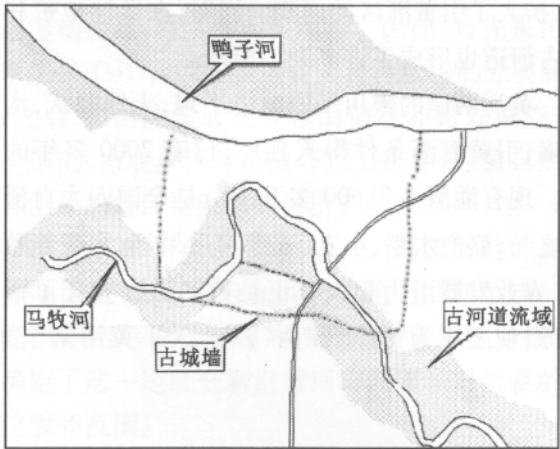


图 4 卫星图像解译略图

对黑白航片,结合文献资料和已有考古成果,判读解译出三星堆的城池、古河道(插页彩片 3)。

从两种图像上看:

(1)鸭子河由北向南侵,马牧河由南向北侵。两河天然流向总体上与等高线垂直,且两河近于平行。

万方数据

古遗址就位于鸭子河与马牧河之间的河间阶地上。从图 4 上看,马牧河由西向东呈“几”字形蜿蜒穿过遗址,在几字形河流南面,可以看到古河道迹象,古河道形状清晰,由此判断应该是人工将马牧河河水引入城内,河流改道,南部形成古河道。至于马牧河的改道,是因为工农业发展需要还是另有原因,需进一步探求。

(2)从航片(插页彩片 3)上看,灰色线条围起来的是已发现的古城墙;粉色线条围起来的有的是与已知古城遗址的影像特征相一致新发现的古城墙,有的是与已知古城遗址有类似影像特征(如里层的北城墙),有的是从城池的对称性推断出来的古城墙(如最外层的西城墙)。我们认为,这里存有内、外城的可能性:内城东西长约 1 050 m,南北长约 900 m,面积约 0.9 km²;外城东西长约 2 400 m,南北长约 1 800 m,面积约 4.4 km²。

3 主要成果

(1)发现了一些未曾被发现的古城遗址,据此推断三星堆古城池分为内外二层(中心城池和外城池),而其形状并不像我国北方大多城池那样方方正正,而是因地形地势而建,东西方向长、南北方向略短的近似方形的城池。

(2)从插页彩片 3 上看,马牧河古河道由南往北发育有多期古河道(蓝色线条),有理由认为,马牧河有向北迁移的演化。

(3)从卫星图像上看,由鸭子河南岸往南有一古河道的影像,以平行于等高线的走向向西南方向发育,后穿过马牧河向南延伸,在影像上有割断马牧河的迹象,人工迹象非常明显;从航片上看,这一河道现已改造成路。可以认为,该河道为古运河,这在当时既有利于交通运输,又有利于排洪避灾和灌溉。

(4)从文献记载来看,在我们所说的中心城池内分布着大量的文化堆积,典型的月亮湾、三星堆文化遗址均在内城池内,为当时古蜀国统治和宗教祭祀活动的中心,这与中国古代城池分布相一致。

4 结语

(1)通过本次遥感调查,对三星堆的古遗址有了更进一步的认识,特别是对三星堆古城遗址的分布

(下转第 59 页)

scape Ecology and the technique of GIS ,the authors studied the dynamic change of the landscape pattern from 1991 to 2000 in Yanchi County of Ningxia ,one of the typical farming – pasture ecotonal areas in China. It is concluded that the areas of all types of landscapes in Yanchi increased or decreased to some extent ,that the landscape pattern was at the unstable stage ,with the pasture remaining the eco – landscape matrix ,and that the principal landscape pattern was still characterized by the farming – pasture ecotone.

Key words :Landscape pattern ;Dynamic change ;RS ;GIS

第一作者简介:张学俭(1965 –) ,男 ,硕士研究生 ,主要研究方向 3S 技术及其应用。

(责任编辑 :肖继春)

=====

(上接第 35 页)

进行了一次系统的宏观分析 ,编制了三星堆一带的古城遗址、古河道的分布图和影像图 ,所取得的成果对三星堆古文化遗存的深入研究将起到促进作用。

(2)遥感调查古遗址是对古遗址的一种无损探测 ,它不仅提供了古遗址的具体位置、形状以及面积和规模 ,还为文物部门保护文物 ,制定挖掘计划提供了科学依据。

参考文献

[1] 李维明. 试析三星堆遗址[J]. 四川文物 2003 (5) 21 – 26.
[2] 郭发明. 谈三星堆古城的兴废和水的关系[J]. 四川水利 , 1994 ,15(6) 48 – 50.
[3] 陈德安. 三星堆遗址的发现与研究[J]. 中华文化论坛 ,1998 , (2) 57 – 63.

[4] 吴爱琴 ,赵红杰 杨瑞霞 ,等. 开封市古城址和古河道遥感考古试验研究[J]. 地域研究与开发 2002 21(3) 85 – 88.
[5] 陈德起 ,刘树人 ,陈中厚 ,等. 上海地区古遗址遥感初步研究[J]. 华东师范大学学报 2002 (3) 83 – 87.
[6] 王向东 ,邵秀英. 遥感——现代考古研究的第三只“眼睛”[J]. 太原师范学院学报 2004 3(4) 67 – 71.
[7] 王永江 ,姜晓玮. 卫星遥感探讨杭州湾跨湖桥古文化消失原因[J]. 国土资源遥感 ,2005 (1) :66 – 69.
[8] 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.
[9] 杨瑞霞 ,郭仰山 ,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 – 24.
[10] 吴生. 航空彩红外遥感及物探技术与周城的新发现[J]. 陕西地质 ,1994 ,12(2) 77 – 85.

MULTISOURCE REMOTE SENSING RESEARCHS ON THE SANXINGDUI SITE IN SICHUAN PROVINCE

HONG You – tang¹ , TIAN Shu – fang² , CHEN Jian – ping² , JIANG Ming¹

(1. Department of Land Sciences and Technologies ,China University of Geosciences ,Beijing 100083 ,China ;2. School of the Earth Sciences and Resources ,China University of Geosciences ,Beijing 100083 ,China)

Abstract :Using the remote sensing technology in archaeology ,the authors carried out general researches on the old river courses and old cities in the Sanxingdui site by processing and interpreting Landsat ETM⁺ data and aviation data. The results were compared with each other ,and some formerly undetected old cities and old river courses were discovered from south of the Mamu River northward. It is thought that old Sanxingdui city had two layers ,one was outside the city whereas the other was inside the city. The authors provide a scientific basis for sustainable establishment of cultural relic protection and make some suggestions to help the department of cultural relics in planning and programming old cities.

Key words :Old river course ;Old city ;Sanxingdui site ;Remote sensing ;Digital image processing

第一作者简介:洪友堂(1965 –) ,男 ,副教授 ,主要从事摄影测量与遥感研究工作。

(责任编辑 :刁淑娟)



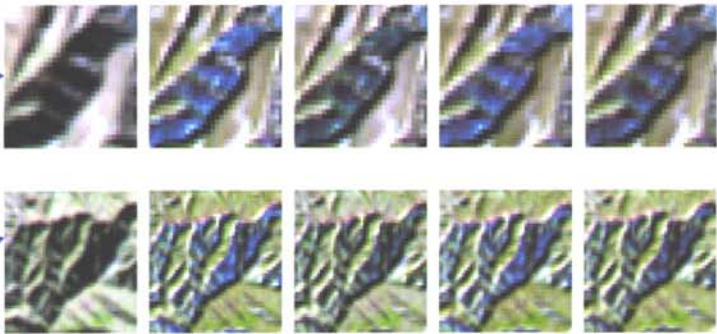
彩片1 影像间色彩平衡试验 (左: 色彩平衡前; 右: 色彩平衡后)



彩片2 融合后的ETM742彩色合成图像



彩片3 航片解译图



原始影像 余弦校正 C校正 SCS校正 SCS+C校正

彩片4 试验区影像部分区域校正结果的目视对比

(彩片2、3见洪友堂一文; 彩片4见钟耀武一文)