

[文章编号] 1009-3729(2014)01-0094-06

# 基于航空模型和航拍技术的景观评价系统分析

赵中建

(南京航空航天大学 艺术学院, 江苏 南京 211106)

**[摘要]**在景观评价中,将航空模型和航拍技术结合起来用于景观鸟瞰数据的获取,借用图形与图像软件技术,可以获取更全面、准确的分析结果,更容易获得正确的景观评价。以航空模型为平台、采用航拍技术进行景观评价的程序可以描述为:地面固定参照系统→图形图像采集系统→图形图像传输系统→图形图像数据处理系统→评价参数指标分析与构建系统。要想获得高精度的航拍影像或照片,需要建立地面固定参照系统,将 $N$ 幅影像或照片影像资料进行拼接。利用直升机模型的悬停性能,将装载的高度气压计、红外测距仪、数码相机等云台设备固定在航模上,获得不同地面坐标点的统一高度的图形图像数据,然后将数据进行技术处理后作为景观分析或测量的直接依据。采用FRV5.8G2000mW航拍无线图传系统,能较好地满足景观评价的航拍需要。航模航拍控制系统的实现主要靠功能强大的控制系统套件完成,只要按照任务要求操控好控制软件即可。航拍数据的处理系统主要由位图拼接和矢量图构建系统组成。参数指标系统通常由参数系统和标准判断系统组成,如果将这种指标系统和逻辑判断编制成特定的应用程序,就可以简便而高效地完成景观评价参数的自动比对与判定。

**[关键词]**航空模型;航拍技术;景观评价系统

**[中图分类号]** TU986      **[文献标志码]** A      **[DOI]** 10.3969/j.issn.1009-3729.2014.01.019

国内对景观评价的研究主要在美学、生态学和地理学领域展开,其研究大致可分为3种类型,即基于艺术欣赏和批评视野的美学评价、基于生态学的景观生态评价与基于地理学的景观空间评价。无论哪种类型的景观评价,其结果的效度都与被评价对象资料的搜集程度有关。对一般景观项目的设计、管理、资源评价与影响评价来说,鸟瞰是获取评价对象全局性信息的最有效手段和形式。就鸟瞰图的研究和实际应用来看,获取这种全局信息的方式有3种。一是卫星的遥感监测。在一般景观项目的评价中,人们最熟知的卫星遥感形式为Google Maps技术。随着其精度的提高和地图资料的丰富,它越来越成为景观评价中一种获得鸟瞰性全局资料的低成本方式。但是,因受地面GPS控制网的设置精度和

地面卫星数据处理的时间限制,有些区域缺少必要的地形资料或者地形资料精度不够,从而影响了该技术的实际应用。二是人在低空飞行的飞机上航拍、航摄和航测。这种传统评价方式的优点在于可以对对象进行自主选择和实时观测,技术成熟。但运营成本高,着陆点要求高,不宜用于面积相对较小或日常性的景观项目评价。三是地面评价与测量数据的3D虚拟呈现。对地面评测数据的三维建模和场景模拟,可以用来对景观对象进行动态演示或全局评价与预测。随着计算机辅助设计水平的提高,这种依托计算机图形图像应用软体的评价方法,已经成为景观评价的主流方式之一。其不足之处在于,地形评价和测绘费时费力,不能对景观对象进行实时观测和评价,对附着于地形之上的景观元素形

**[收稿日期]** 2013-12-18

**[基金项目]** 南京航空航天大学青年科技创新基金项目(NR2011022)

**[作者简介]** 赵中建(1973—),男,山东省临沂市人,南京航空航天大学讲师,硕士,主要研究方向:环境艺术设计、景观艺术。

态和演化缺少有效的表述。而近十多年,随着民用无人机技术、数字摄影测量技术及数字微波通讯技术的飞速发展,以无人机为平台对景观项目进行评价已成为一种新的研究和应用领域,其优点在于:具有快速而机动的响应能力,高分辨率和高精度的数据定位能力,低廉的运营成本。<sup>[1]</sup>但是,由于我国《通用航空飞行管制条例》(2003年5月1日起施行)规定,将无人机用于民用业务飞行时,须按照通用航空飞行管理,这样就限制了无人机在景观评价中的实际应用。航空模型在搭载能力、滞空能力、长航时都有了很大改善,为景观评价技术革新提供了一种新策略,从而带来了景观评价系统的新变化。本文拟构建一种基于航模航拍技术的景观评价系统,以期丰富景观评价的方式方法。

## 一、航拍技术对景观评价的作用机理

### 1. 景观评价的函数模型

景观评价是人们对景观对象做出的合乎特定目的或标准的复杂性知觉判断。其内涵包含2个层面:一是对景观对象的判断过程;二是综合观察、计算、咨询和评估方法的复杂分析过程。我们知道,景观评价结果会随着评价主体、评价客体、评价方式或技术方法的不同而发生动态变化,是一个变量集合。因此,若设定景观评价结果这一变量为 $f(ER)$ 、景观评价主体这一变量为 $f(LE)$ 、评价标准这一变量为 $f(ES)$ 、评价技术与方法这一变量为 $f(MT)$ 、评价客体这一变量为 $f(ET)$ ,则景观评价的函数模型就可表述为: $f(ER) = \sum (f(LE), f(ES), f(MT), f(ET))$ 。自1960年代以来,景观评价逐渐形成4大学派,即专家学派、心理物理学派、认知学派和经验学派。基于4个学派的景观评价呈现出3种类型。(1)侧重对景观对象,即评价客体变量 $f(ET)$ 的详细描述,强调景观美存在于客观景观之中,认为评价结果依赖于专家对景观对象描述的程度。(2)侧重对景观评价主体变量 $f(LE)$ 的研究,强调评价主体心理偏好对景观评价结果的作用。(3)将景观评价主体和客体这2个变量结合起来,将公众平均审美度的测量结果与景观对象的景观构成分析结果对应起来,建立两组变量之间的对应关系,并将这种对应关系作为景观评价的标准。<sup>[2]</sup>然而,对于微观层面上的任意一个具体景观评价实践来说,这就意味着已经建立起了相对固定的景观评价主体和客体的函数关系,依托于主客体的评价标准也已固定下

来。这样一来,景观评价结果就取决于评价技术与方法这一变量。也就是说,获得评价对象的信息越是全面、准确,评价结果的效度也就越高。

### 2. 航拍技术的作用机理

正是基于上述结论,人们在对景观做出评价的时候总是努力进行评价技术的革新,也正是由于这个原因,当航空器的发明改变了人们的观赏视角以后,空中观测和空中拍摄就成为一种广泛采用的景观资源评价技术。虽然空中飞行载体由飞机发展到无人机、航模飞机,传统航空拍摄技术也发展到了数码航空摄影,但是,航空拍摄技术对景观评价过程的作用原理还是一致的。航空拍摄技术给人们的观察方法带来了3个方面的变化:一是俯视观察的角度,易于全局性观测,能提供景观对象的整体性评价;二是借用机载平台进行空中动态观察,易于人们对景观对象的四维空间整体评价;三是能够实现实时观测,更加灵敏地把握景观评价的时机。随着图形图像传递技术的发展,即时性的景观俯视观测成为可能。上述这些观察方法的变化直接带来了新的景观评价结果,进而将景观俯视观测作为景观评价的一项标准,进一步作用于景观评价过程(其机理如图1所示)。

## 二、基于航模航拍技术的景观评价系统构建

一般来说,对景观对象的评价遵照如下程序来进行:景观评价对象的确定→景观评价样本的抽取与数据获取→景观数据的处理→数据参数的评价分析。而将航空模型作为平台,采用航拍技术来进行景观评价时,这一程序就可以描述为:地面固定参照系统→图形图像采集系统→图形图像传输系统→图形图像数据处理系统→评价参数指标分析与构建系统。由于飞机模型采用遥控飞行,模型飞机的飞行姿态和照相机、摄像机的控制水平直接决定了获取景观评价对象数据的效度,因此,控制系统是上述评价程序得以顺利实施的关键和保证。上述程序和系统的工作原理如图2所示。

### 1. 地面固定参照系统

照相机的成像原理告诉我们,要想获得高精度的航拍影像或照片,在硬件条件相对固定的条件下,最有效的方法就是降低飞行高度。但是,这样一来景观图像的幅度势必会缩小,要获得景观对象有价值的全景资料就需要将 $N$ 幅影像或照片进行拼接。而需要强调的是,航拍的图片或影像与顶视图虽然

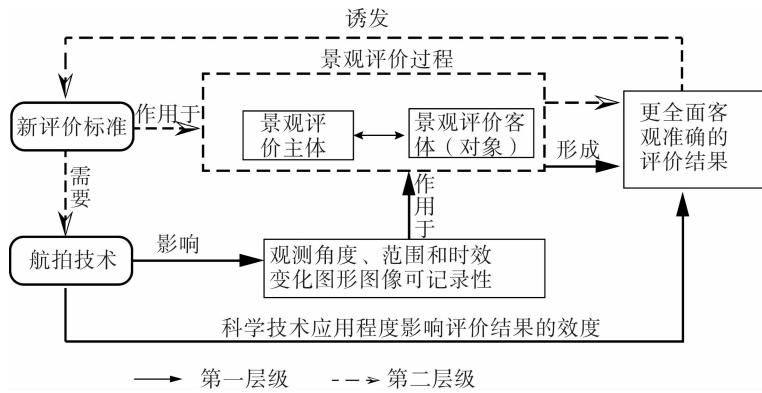


图 1 航拍技术对景观评价的作用机理

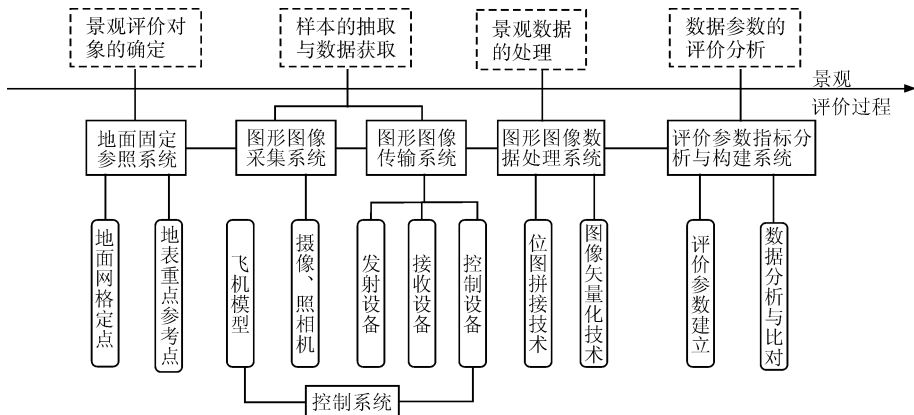


图 2 基于景观评价程序的航拍技术系统工作原理

非常接近,但是图幅会呈现出不同的透视变形,这就为图像拼接带来了较大的难度。如果不对地面的起飞点和控制点进行合理的编码,势必给图像后期处理带来很大麻烦。

正是基于上述原因,笔者提出建立地面固定参照系统来解决这一问题,其基本步骤是:首先在地面或者地下预先设定一些参照点,凭借直升机模型的垂直起飞特性来获得相对固定的景观图像;其次,在同一时间同一参照点上进行多次拍摄和测量,获取同一区域或点的  $N$  幅图像和数据;最后,分析图像的偏移和误差,采用数学平均的方法获得相对精确的图形或数据。将不同时间同一参照点的拍摄图像进行比对,可以很好地进行景观对象的监测,适宜于景观对象的动态评价。为此,笔者将这一系统分为地面固定参照物系统和参照点坐标与编码系统。前者是由地面人为设置或自然具有的代表性参照物组成,后者是由每个参照物的坐标和标高数据及各参照点的序号编码组成。依据对景观资料精度的要求不同,上述固定参照系统又表现为 2 种不同形式:地面主要标志点参照和地面网格定点参照,如图 3 所示。前者适宜获得相对自由的图像资料,可满足人

们对景观对象的直观审美评价;后者适合获得高精度的航拍数据资料,用于景观对象的理性分析评价。

## 2. 图形图像采集系统

简单来说,图形图像采集就是将摄影或摄像设备装载于空中飞行平台上,对地面进行空中观测或拍摄。这一系统由航空模型系统、摄影与摄像设备系统和云台设备系统构成。采集数据的精度依赖于航空模型系统和摄影与摄像装备系统的性能。航空模型的飞行稳定性、平衡性、易操控性、搭载能力和滞空时间越好,数据的精度也就越高;摄影与摄像器材的设备重量、有效像素、传感器、水平解析度等参数越好,数据的精度也就越高。航模航拍实践表明,获得稳定且高质量的图形图像资料的关键,在于航模处于动态飞行过程时摄影摄像器材性能的发挥程度,也就是说这两者的匹配与协调程度。

从采集数据的最终应用来看:一是用来对景观对象进行直观、动态观测与分析;二是用来做景观设计与规划的成果表现内容或素材。前者的基本原理是:航模在飞行过程中,不断对景观对象进行拍摄,并实时传输到地面显示设备上,以供评价者使用。只要将摄影设备有效固定在航空模型上,通过操控

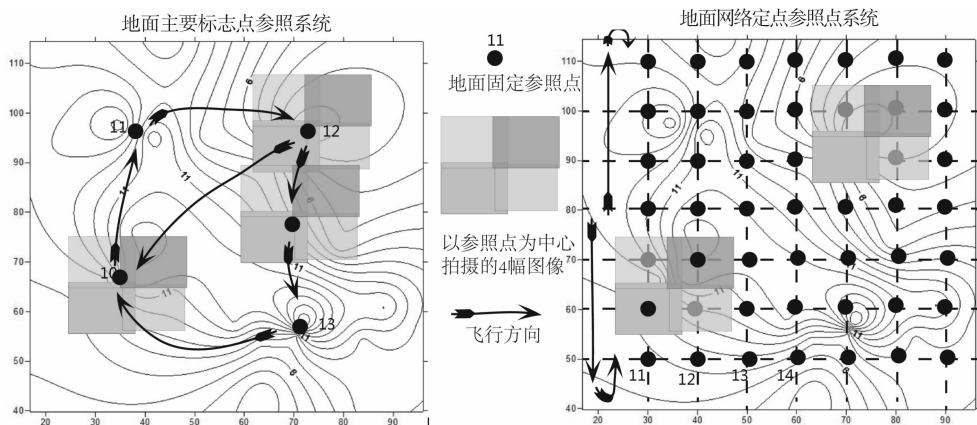


图3 地面固定参照系统示意图

飞机模型的飞行姿态来获得资料即可,资料精度主要依赖于图像设备的拍摄性能。后者的基本原理则是:从景观规划和设计的要求出发,通过航空模型的悬停和摄影摄像器材的固定,来获得更为稳定的拍摄姿态,通过 GPS 定位、地面参照系统定位、高度气压计定位、红外线测距等,来确定飞行坐标和高度,然后将采集数据进行处理,以作为景观分析或地形绘制与设计的依据。就笔者和课题组进行的航模航拍试验来说,比较有效的方法是:利用直升机模型(特别是四旋翼直升机模型)的悬停性能,将装载有高度气压计、红外测距仪、数码相机等的云台设备固定在航模上,利用设备获得不同地面坐标点的同一高度的图形图像数据,然后将数据进行技术处理后作为景观分析或测量的依据。

### 3. 图形图像传输系统

受航空模型的承载力限制,图形图像传输设备系统要具备性能好、重量轻、体积小、模块化的特点。图像和数字等信号的传输被认为是无人机航空作业的关键技术之一。<sup>[3]</sup>图形图像传输系统由图像发射、图像接收、计算机和传输指令系统 4 个部分组成,旨在同步接收摄像头所拍摄的景观对象顶视图,满足人们对景观场地的测绘或评价需要。在这个系统中,地面人员可以借助遥控系统控制航模的飞行姿态,来及时调整拍摄角度,确保获得优质的场地鸟瞰图,然后将有价值的图形图像储存起来,或者采用计算机的无线网络传输给其他用户。

目前,无线影音传输系统技术成熟,产品种类繁多。笔者和课题组的航模航拍试验中采用的是 FPV 5.8G 2000mW 航拍无线图传系统。该系统由 8 频道 2000MW 发射机和 8 频道接收机组成,作为一款专业 FPV 航拍无线图传设备,系统工作频率为 5645 ~ 5954MHz ISM 频段,体积小、功耗低、重量轻,以无

线、同步传输图像信号和音频信号,所获得的图像实时、连续、无失真,其空旷传输距离达到 8 公里以上。实验证明,该系统能较好地满足景观评价的航拍需要。

### 4. 航模航拍控制系统

航模航拍控制包括模型飞机的飞行控制、航拍器材的拍摄控制和航空拍摄数据的传输控制。按控制指令发出主体的不同,航拍控制又可以分为地面遥控控制和航模自动控制 2 种类型。受航空模型飞机体积小、承载力小的限制,无人机航拍控制系统通常由控制设备系统和控制软件系统组成。控制设备由地面控制设备和机载控制设备组成,机载控制设备又由飞行控制设备和拍摄控制设备构成。无人机应用的控制设备具有小型化、集成化、重量轻、性能好的特点。比如,恩施州宏图勘测规划设计有限公司生产的 NCG—1 型无人机飞行控制系统包含了机载飞控、地面站、通讯设备,使用简单方便,控制精度高。<sup>[4]</sup>美国 AP40 自动驾驶仪集成了所有传感器和 GPS 接收机,主板尺寸 75 mm × 40 mm × 25 mm,总重 30 g。控制软件系统是实现人与机、机与机之间控制指令发出和接受的接口,通常分为嵌入式控制软件系统和地面站系统软件系统。前者实现飞行航线监测与控制、飞行姿态解算与稳定、航迹偏差校正、数码相机控制、飞行数据记录、数据接口测控、模块状态检测、意外情况处理等功能;而后者主要实现飞行前的航拍任务与航路规划,实时显示飞行区域航拍数据、飞行参数、航迹与航向等参数,航拍与飞行任务调整与控制等功能。需要特别指出的是,运用航模航拍的技术手段对景观对象进行评价时,上述控制系统的实现主要靠功能强大的控制系统套件完成,只要按照任务要求操控好控制软体即可。

## 5. 图形图像数据处理系统

对景观场地的景观评价通常有3个用途:一是用于景观资源评价,即对景观对象进行的景观元素分析和美景度测量;二是用于景观对象的日常监控与管理;三是用于景观规划设计中的景观分析和地形设计评价。在景观评价和景观设计过程中,需要将航拍搜集的资料转化为3种形式,即影像、位图、矢量图。人们将景观资源评价、景观监控形式又分为直观观察和理性分析2种。当航拍的影像或者优质照片被用于直观评价时,数据的处理可以简化为符合地面参照系统的资料过滤;当航拍资料用于理性分析时,航拍数据的处理系统主要由位图拼接系统和矢量图构建系统组成。

### (1) 位图拼接处理

获得高分辨率景观图像的途径:一个是提高摄像器材的精度,另一个是降低飞行高度,而降低飞行高度带来的一个必然结果就是图像尺幅变小。为了对景观对象进行全局观测与评价,就需要将这些单帧图像进行合理拼接。由于事先在地面上确立了地面固定参照系统,且运用直升机模型的悬停技术进行航拍,因此只要使飞行器在高度气压计的引导下按照相同的绝对高度进行拍摄,并使相邻图像之间产生重叠,然后运用 Photoshop 软件进行图像处理,就可以得到相对准确的全景图像。另外,也可以将这些图像打印出来后进行裁剪拼贴,然后蒙上硫酸纸对其进行拷贝,在绘制过程中确定好主要的特征点,并适度进行变换处理。运用这些简易的拼接方法完成的图像,能满足景观元素识别、景观植物长势分析、景观空间衍变、景观生态变化、景观边界数字化的基本要求。但是,要想获得较为精确的航拍全景图像,就不得不用到图像配准技术。其基本原理就是将同一场景在不同拍摄条件下的两幅有重叠区域的图像进行处理,从几何上校准参考图像和待配准图像,用数学描述将一个图像像素的坐标系  $X$  映射到一个新坐标系  $Y$  中,并对其像素重新采样配准。<sup>[5]</sup>将这种图像配准算法应用到图像处理软件和程序中后,人们便可获得较为精确的全景图像。比如,在 PhotoshopCS2.0 以后的版本加入图片自动拼接的模块,输入“文件(File)→自动(Automate)→照片合并(Photomerge)”的命令,就可以轻松实现图片的拼接功能了。像 Canon PhotoStitch 3.1、Autostitch 2.185 等都是功能强大的照片拼接程序。

### (2) 数据矢量化处理

矢量图构建系统又分为景观场地平面矢量图构

建系统和三维场地矢量图构建系统2种类型。前者的基本步骤是:首先,将航拍所获得的优质顶面图进行剪切后保存为位图文件,并将其导入 AutoCAD 软件当中,建立好单位和衬底图层;然后,选择画面上典型参照点间的距离进行测量,并和实际场地上对应参照点间测量距离相对比,求出比例;最后,运用参照缩放命令,对光栅图像进行 1:1 缩放,随后进行线条描绘,从而获得平面化的矢量图。<sup>[6]</sup>这种矢量图的最大不足就是缺少景观地形的竖向参数,但是为一般的景观平面分析和设计提供了便利。后者的基本步骤是:首先,将高度气压计、激光测距仪借用云台设备固定在直升机模型上,选择地面固定的参照点,用高度气压计获得该点的绝对高度,激光测距仪获得该点的相对高度,将绝对高度减去相对高度求出该点的地形标高;其次,将地面固定参照点的  $X$ 、 $Y$  和地形标高数据  $Z$  输入 Surfer 软件之中,运用软件的等高线命令创建一个基于地面固定参考点系统的等高线图;最后,建构三维空间的矢量图形。

## 6. 评价参数指标分析与构建系统

景观评价作为人们对景观对象的一种知觉判断,其结果往往会受到景观评价参数的制约。也就是说,评价参数指标系统构建得越完善、越科学,人们所获得的景观评价结果也就越正确。为此,景观评价指标系统的构建至少应考虑以下3个方面:一是景观评价主体对景观对象的偏好参数指标。也就是说哪些景观元素能引起评价主体的审美判断,以及什么样的审美判断。二是景观对象的元素组成、景观空间形态、组织类型、景观结构等参数指标。三是景观对象的客观参数指标和景观评价主体的偏好参数指标结合后形成的选择性评价参数指标。参数指标系统通常由参数系统和标准判断系统组成。前者是影响评价结果的主要指标,参数内容要具有代表性、典型性、全面性和客观性;后者则是将这些参数内容进行量化,以确定不同参数数值对应的评价结果,便于人们依据指标系统进行景观对象的定性评价。一旦在航拍技术的基础上编制完成特定景观项目的评价参数指标系统,接下来要做的就是将不同时间拍摄的影像资料进行对比分析,把结果填入参数指标系统,以获得对象的景观评价。这种比对方法用在景观对象的管理维护和监控中非常有效。而对于不同的景观对象来说,由于人们对景观对象的判断标准体系具有相对稳定性的特点,所以该指标体系的价值主要在于参考作用。如果将这种指标系统和逻辑判断编制成特定的应用程序,就可以简

便而高效地完成景观评价参数的自动比对与判定。

### 三、结语

航空模型(尤其是直升机模型)具有以下突出特点:可以垂直起飞,易于景观场地的定位;体积小、飞行灵活,一定的承载力能满足日益小型化的照相、摄像器材和发射器的要求;起飞不受场地地形限制,便于地面人员的操控和地形匹配;价格低、可重复使用,大大降低飞行与测控成本。正是基于上述原因,1980年代以来,航空模型由航空模型比赛的竞技领域拓展到了景观规划、城市规划、文物保护、资源评价、生态监控等领域。在景观对象的评价中,特别是对景观资源的监控性评价来说,将航空模型和航空摄影技术结合起来进行景观鸟瞰数据的获取,借用图形与图像软件技术,可以获得更全面、准确的分析结果,更容易获得正确的景观评价。特别是随着数码摄影与照相技术、大容量数据存储技术、遥感控制

技术、模型飞机动力技术、无线数据传输技术的发展,航空模型在景观评价中一定会发挥更大的作用。

### [参 考 文 献]

- [1] 马瑞升,孙涵,林宗桂,等. 微型无人机遥感影像的纠偏与定位[J]. 南京气象学报,2005(5):632.
- [2] 陈宇. 景观评价方法研究[J]. 室内设计与装修,2005(3):12.
- [3] 晏磊,吕书强,赵红颖,等. 无人机航空遥感系统关键技术研究[J]. 武汉大学学报:工学版,2004(6):67.
- [4] 恩施州宏图勘测规划设计有限公司. 无人机航测遥感系统技术集成方略[EB/OL]. (2013-09-24)[2013-12-20]. [http://www.hongtusurvey.com/index.php?\\_m=frontpage&\\_a=index](http://www.hongtusurvey.com/index.php?_m=frontpage&_a=index).
- [5] 廖斌. 基于特征点的图像配准技术研究[D]. 长沙:国防科技大学,2008.
- [6] 李东升,秦川,王新康. 景观设计场地航拍及矢量化系统的建立[J]. 林业调查规划,2010(6):23.

(上接第68页)

台相关政策,加强文化、旅游、商业、科技、传媒等产业整合;打造集儒商、信商、义商、谋商、智商于一体的豫商文化整体形象,合理安排旅游项目和活动,建设文化旅游产业园区,培育豫商文化旅游品牌。

### [参 考 文 献]

- [1] [春秋]左丘明. 国语·越语(上)[M]. 济南:齐鲁书社,2005:269.
- [2] 郑志忠. 从《史记·货殖列传》看司马迁经济思想[J]. 剑南文学,2012(2):259.
- [3] 张民服. 豫商历史及其贡献概述[J]. 中州学刊,2007(3):173.
- [4] 高树印. 从古豫商精神看新豫商文化[J]. 协商论坛,2007(8):17.
- [5] 郭灿金. 豫商的文化血缘与财富基因[J]. 天下豫商,2008(1):8.
- [6] 刘亚轩. 豫商精神的形成、发展及传承[J]. 河南商业高等专科学校学报,2011(2):1.
- [7] 宋淑芬. 豫商文化的传播策略探析[J]. 河南商业高等专科学校学报,2013(6):28.
- [8] 班琳丽. 王亥服牛兴大商[N]. 京九晚报,2009-01-23(09).
- [9] 朱晓翔. 康百万庄园旅游发展创新研究[J]. 管理科学,2011(1):72.
- [10] 史杰鹏. “弦高犒师”和爱国主义[J]. 国学,2012(12):34.
- [11] 刘云山. 文化是旅游的灵魂,旅游是文化的载体[N]. 光明日报,2010-03-24(03).
- [12] 刘斐. 豫商精神与晋商、徽商之比较[J]. 读书,2010(9):47.
- [13] 李小丽. 运城城市旅游形象设计初探[J]. 国土与自然资源研究,2013(1):65.
- [14] 朱殿永. 首届豫商大会召开,徐光春盛赞新豫商精神[N]. 河南日报,2006-08-29(01).