

文章编号: 1673-5196(2011)论文集-0292-05

# 武夷山摩崖石刻现状实录技术研究

汤 众, 戴仕炳

(同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092)

**摘要:** 摩崖石刻是武夷山文化遗产的重要组成部分, 为了保护摩崖石刻对其科学有效的管理, 首先就是要对分散在全山各处的摩崖石刻现状进行调查和记录, 需要研究如何应用现代信息技术针对摩崖石刻这样特殊的文化遗产进行现状信息的采集、存储、分析、管理和表现。其中 GPS 全球定位系统、数码微距摄影、激光三维扫描针对摩崖石刻都有特定应用方法和要求, 同时石刻文字内容还包含有大量历史文化信息, 这些都需要研究建立一个基于数字化信息技术的武夷山文化遗产监测管理系统。

**关键词:** 摩崖石刻; 现状实录; 信息技术

**中图分类号:** TU098 **文献标识码:** A

## Analysis on the documentation information technique of the cliffside inscriptions in Wuyi Mountain

TANG Zhong, DAI Shi-bing

(School of A & U, Tongji University, Shanghai 200092, China)

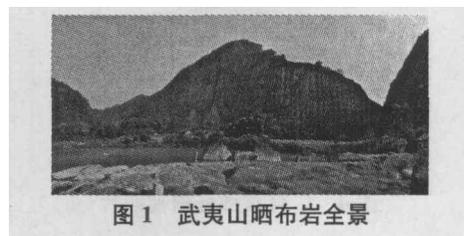
**Abstract:** Cliffside Inscriptions is the important component of cultural heritage of Wuyi Mountain. Making an investigation and keeping record of present state of cliffside inscriptions which are scattered over the mountain shall be in the first place in order to proceed effective and scientific administration for the purpose of protection. The application of modern information technique shall be studied in the data collection, storage, analysis, administration and presentation for the special cultural heritage of cliffside inscriptions. GPS, the global positioning system, digital macro photography, 3D laser scan for cliffside inscriptions have particular application and requirements. Meanwhile, the cliffside inscriptions contain lots of historic culture information. Considering the above, the monitoring and administration system based on digital information technique for cultural heritage of Wuyi Mountain shall be set up.

**Key words:** cliffside inscriptions; documentation; information technique

### 1 项目背景

武夷山遗产地处中国福建省西北部, 地理坐标为: 北纬  $27^{\circ}32'36''$ — $27^{\circ}55'15''$ ; 东经  $117^{\circ}24'12''$ — $118^{\circ}02'50''$ , 总面积 99975ha。武夷山摩崖石刻作为武夷山文化遗产的重要组成部分, 逞秀于千崖万壑之间, 凿刻于溪礁洲石之上。据旧志记载, 最早在山中题刻留名的是东晋的郭璞, 从此留下题谶石的景名, 据今已有 1700 多年的历史。此后, 代代相继, 题刻不辍, 至今尚可辨析的有近 400 幅(不含坊刻、碑刻), 主要分布于九曲溪沿岸及云窝、天游峰、大王峰、一线天、水帘洞、桃源洞等景点(图 1)。

武夷山摩崖石刻分布地点按景区分成五个集中



地: 九曲溪景区、武夷宫景区、云窝天游景区、溪南景区和山北景区。九曲溪景区有摩崖石刻 121 幅, 主要集中在四曲溪北(题诗岩、希真岩、金谷岩、平林渡口)、六曲溪南之响声岩、大藏峰和二曲溪南勒马岩。武夷宫景区有 70 余幅, 主要分布在水光石、大王峰等处。云窝天游景区共有 120 余幅, 分布于云窝、茶洞、隐屏峰、天游峰、小桃源等处, 尤以云窝的伏虎岩

(图2)、天游的胡麻涧相对集中。溪南景区包括虎啸岩、一线天、楼阁岩、蓝岩等景点,有摩崖石刻近50幅,以灵岩、楼阁岩和蓝岩为主要集中处。山北景区包括水帘洞、杜辖岩、天心宗教线路、九龙窠茶文化线路和莲花峰宗教旅游线路,共有石刻60余幅,其中古代石刻以水帘洞为主,天心、九龙窠、莲花峰三条旅游线路有20余方为当代刻石。



图2 伏虎岩石刻

为了保护摩崖石刻对其科学有效的管理,首先就是要对分散在全山各处的摩崖石刻现状进行调查和记录,需要研究如何应用现代信息技术针对摩崖石刻这样特殊的文化遗产进行现状信息的采集、存储、分析、管理和表现。为保护和展示摩崖石刻,管理部门以油漆描绘石刻字体,但在当地复杂气候地理环境中,普通油漆并不能很好达到保护和展示目的,不透气和变色脱落都对石刻产生不良影响,需要通过实验分析研究,寻找合适的描字材料技术。2010年7月,同济大学建筑与城市规划学院历史建筑保护技术实验室接受武夷山风景名胜区管理委员会委托对摩崖石刻现状实录技术及描绘材料技术、历史描字材料类型及其颜色进行研究。

## 2 摩崖石刻信息内容构成

摩崖石刻是在天然岩石上刻出的文字或图案。对于这样的文化遗产那些关键信息是能够客观科学记录其状态的是需要仔细分析的。以下按照基本信息和动态(现状)信息分别进行整理。

### 2.1 基本信息

基本信息是指摩崖石刻最基本不变的相关信息,包括石刻的内容、作者、时间、位置、大小等相关信息。

#### 2.1.1 石刻内容

武夷山摩崖石刻基本都是汉字,因此其文字内容能够以文本信息进行记录和表述。由于有些石刻文字历史久远,有很多繁异体字和古汉字,需要在文字录入计算机时采用大字典集。

石刻文字通常是古汉语,文字内容的含义还需要进行注释,也包括文字产生的背景或典故。有些生僻的字还需要注音。

#### 2.1.2 石刻作者

古人在镌刻时往往会留有落款注明题刻的作者,有时同一幅石刻还会有不止一位作者。

在武夷山留下题刻的有一些是当时的名人,因此有必要考证一下作者的生平以及题刻时的人生状况。

#### 2.1.3 镌刻时间

有些题刻的落款还会注明题刻的时间。没有注明时间的石刻有些也能通过作者生平推算出大致的时期。不过题刻时间很难精确成标准的公园纪年用年月日来表示,因此需建立模糊表述和精确时间对应的数据库表作为数据排序和查询的基础。

#### 2.1.4 镌刻位置

武夷山摩崖石刻分布于武夷山各处,需要确定具体石刻的确切位置。地理经纬度和海拔高度是比较科学确定石刻位置的一种方法。但是这种经纬度和海拔数据很抽象,还需要更为方便易于理解的方式对其进行定位。

类似城市中按照城区和街道的方式,武夷山摩崖石刻也可以按照“景区”—“景点”—“镌刻处”这样的方式分级定位。因为作为历史悠久的著名旅游名胜,其景区景点的范围和位置已经非常确定,有很好的可达性。镌刻处为山体的某角落或某块岩石,如果在此处还镌刻有多幅,还需要更具体用上下左右进行细分和描述,而距离附近地面(或水面)的高度有时往往比海拔高度更有意义。

石刻的朝向关系到其所受自然环境影响。例如日照、风雨、苔藓等,对于了解石刻环境状态都很有意义,需要专门加以记录。

#### 2.1.5 石刻大小

武夷山石刻文字大小各异,最大的是明嘉靖二十九年(1550)镌于二曲溪南的勒马岩上的谢上箴题刻“镜台”二字(图3)。每个都是宽3米高5米;而清光绪二十七年(1901)镌于天游峰胡麻涧西壁的丁文瑾题刻的“曾经沧海难为水”中最小的落款文字只有3厘米见方。同一幅石刻中正文和落款的字也大小不同。

一幅石刻大小文字的数量和总体幅面的宽度和高度表现了石刻的规模,也需要加以测量和记录。



图3 谢上箴题刻“镜台”

### 2.2 动态(现状)信息

武夷山摩崖石刻虽然是刻在岩石之上,但是武夷山属于典型的丹霞地貌,岩石主要是由沙砾岩构成,胶结物为碳酸盐及黏土,性脆,硬度小,用铁器易划出擦痕。经过现场勘察,部分石刻受损严重,部分文字已经完全风化,不能研读识别。局部石刻表面已经发生严重的起壳脱落,并伴有开裂、渗水现象。苔藓的附生和乔木类植物根系也对题刻造成了影响及破坏。为了保护和展示石刻内容,管理部门还以油漆进行描绘,但油漆也有变色和脱落。这些现状都是动态的,表现为色彩、纹理和三维几何形状,会随着周围环境和保护措施而发生改变。

#### 2.2.1 色彩纹理

石刻的色彩纹理除了岩石本身构成材质的颜色和纹理,还有描绘字体的油漆、受潮产生的水渍、附生植物以及凹凸文字的阴影变化。此类色彩纹理信息很难以文本方式进行描述,需要以图像信息加以记录。由于其色彩纹理会发生变化,因此图像需要注明采集的时间。

#### 2.2.2 三维几何形状

武夷山摩崖石刻阴刻和阳刻都有而且并非镌刻在平整的石碑之上。石刻往往会顺着所在岩石表面的凹凸起伏而顺势变化,特别是较大规模石刻左右或上下两侧的字互相会成比较大的角度。

石刻在自然岩石表面会随着岩石的风化而逐渐模糊,也就是石刻字体的边缘高差会变小变得平坦,而这种局部微小的三维几何形状的现状是保护石刻的非常关键的信息。

这些三维几何形状信息也会随着时间改变,因此也需要注明采集的时间。

## 3 现状信息采集技术

在上一张整理的武夷山摩崖石刻现状信息中,有些基本信息大都是以文字或数值的形式通过现场调研和文献研究获得。但其中石刻位置的经纬度信息、色彩纹理的图像信息和三维几何形状信息需要借助现代数字化信息技术加以采集。

### 3.1 位置信息采集

武夷山摩崖石刻位置信息中地理经度、纬度和海拔高程数据的采集可以借助全球定位系统(Globe Position System, GPS)进行采集(图 4)。GPS 目前主要应用于导航,GPS 通过卫星可以大致确定具体地点的经度、纬度和海拔高程。

通常的手持 GPS 设备定位精度在 10 米左右,由于摩崖石刻的位置主要用于在地图上进行标注和



图 4 GPS 采集地理信息

实地考察定位,其精度可以在 10 米左右。在 1 : 5000 的地图上,10 米为 2 毫米,而通常标注符号的大小也要有 2 毫米甚至更大。而在实地考查定位中,结合“景区”“景点”“镌刻处”这样的方式分级定位,再根据具体上下左右细分描述和朝向,在 10 米以内进行搜索是很容易的。

在 10 米范围之内很可能会有多幅石刻,这些石刻会有相同的 GPS 数据,这时就需要根据石刻文字内容加以区别,石刻的图像也能够帮助确定具体石刻的位置。

### 3.2 图像信息采集

采集摩崖石刻的色彩纹理图像信息需要使用数码摄影技术。与普通的旅游拍照不同,采集摩崖石刻的色彩纹理图像信息需要较为专业的拍摄方法(图 5)。

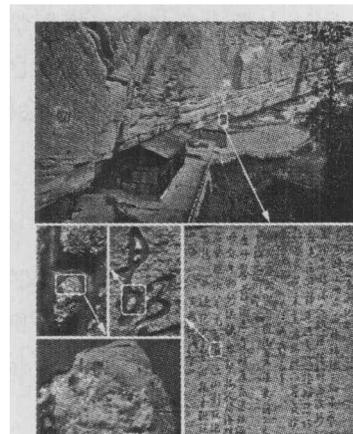


图 5 图像信息采集

不同光线条件下数码相机采集到的图像色彩是不同的,为了较为客观准确采集石刻的色彩,需要相对稳定统一的照明光线。理想状态是在晴天日出 3 小时以后至日落 3 小时之前这段时间,照射在石刻表面的光线的高度角和水平角都在 45 度左右。根据 GPS 经纬度和朝向是可以预先推算出石刻的日照条件的。

准确的曝光才能保证采集的色彩准确。数码相机内置的测光系统是测量被摄物体表面反射光线强度来确定曝光参数的,其设计的标准是按照 17% 的灰色,但石刻所在岩石颜色深浅不一,完全依靠相机

的自动测光就会使深色的石刻曝光过度而浅色的又曝光不足。如果不具备测量入射光线的外置专业测光表,可以先让相机对同样环境照明条件下的17%灰色卡纸进行测光记录下其曝光参数,然后手动调整相机进行拍摄。

白平衡是在日常旅游拍照中容易忽视的。对于同一个对象用数码相机拍摄的照片在不同色温的光照条件下所呈现的色彩是不同的。为了能够让色彩与现场接近,在拍摄石刻的时候一定要注意调整数码相机的白平衡使其与现场光线的色温一致。

数码图像是由像素构成的,要达到一定的图像精度就需要图像由足够的像素数量。武夷山摩崖石刻的大小是不同的,有的大至数米,有的只有几厘米,因此每一幅石刻图像的像素数量是不同的,需要根据需要记录的对象内容加以确定。

石刻字体往往也是书法作品,与印刷字体不同的是其有丰富的笔迹变化,因此要根据石刻文字的笔迹变化来确定图像精度,保证笔画中最小的变化能够有足够的像素记录下来。通常要保证每一个字长宽方向都不少于50个像素。

如果需要记录的是石刻的一些病害状态,就需要更高精度的微距摄影。当采用专业的能够达到1:1的微距镜头,理论上能够记录0.01毫米以下的微小变化。

摩崖石刻最好要能够采用标准镜头在石刻正对中心位置拍摄,这样可以最大限度地保证没有透视变形。但是石刻现场所处位置有时候并不能够找到合适的拍摄位置,当石刻位置较高的时候就难免要抬起相机镜头,这样必然就会造成透视变形使石刻在图像中下部比上部大。采用移轴的镜头可以在保证相机感光面与石刻表面平行的情况下调整图像位置。采用长焦距的镜头在较远处拍摄也可以改善透视变形。当然后期通过图像处理软件在一定程度上也可以矫正透视变形,但需要在画面中放置正方形参照物。

要保证图像清晰需要稳定的相机支撑。较小的镜头光圈可以保证有足够的景深且使用镜头锐度较高和成像较好的光圈值(通常是F8.0~11.0),较低的感光度(ISO200)可以尽量减少画面中的噪点,这样就很可能曝光速度较慢而低于所谓安全快门速度(即镜头焦距值的倒数),需要将相机固定在稳固的三脚架上拍摄。预升单反相机的反光镜和使用快门线遥控快门都能够进一步降低机身抖动,从而提高图像清晰度。

数码相机中的RAW格式是没有压缩或无损压

缩的图像格式,能够最大程度完整记录被摄对象的色彩纹理变化,后期处理中也有更多的调整余地。

数码照片都包含有EXIF属性信息,里面记录拍摄时的众多状态参数:拍摄时间、图像大小、相机与镜头型号、曝光参数等。有的相机有内置或可以外接GPS设备,在EXIF中还会记录地理经纬度数据。需要注意的是相机内的日期时间设置要准确。

### 3.3 几何信息采集

激光三维扫描是比较理想地采集摩崖石刻三维几何信息的技术。激光三维扫描获得的点云可以记录摩崖石刻所在岩石不规则的三维形状还可以记录石刻文字细微的凹凸变化(图6)。

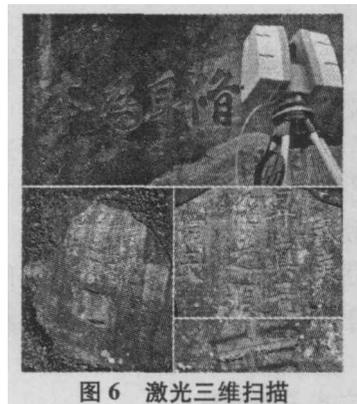


图6 激光三维扫描

目前激光三维扫描只是可以记录岩石表面简单的色彩变化,随着激光三维扫描设备进步,其采集的色彩将更为准确和丰富。激光三维扫描色彩采集要求与摄影要求差不多,由于对于较大的扫描范围采用的是多图拼接的方式,可以逐步调整曝光时间以使图像明暗基本一致。

被扫描物体表面对激光的反射率也可以转换成点云的色彩,由于被潮湿浸渍的岩石表面激光反射率要低于干燥的部分,因此激光三维扫描还可以辅助分析石刻的病害状态。

点云类似数码摄影的像素,其精度也是由点的密集程度确定的。激光三维扫描仪以确定一定半径球体表面点距的方式来设置扫描精度。在扫描石刻时,球体半径就是扫描仪至石刻的距离,而点距的确定也与图像采集类似,通常要保证每一个字长宽方向都不少于50个点。

由于扫描获得的点云是三维的,所以在后期处理的时候可以十分方便地去除透视效果并找到正对中心的位置来观察石刻点云图像,这还可以辅助矫正用数码相机采集的图像透视变形。

扫描获得的石刻的点云是可以测量其中任何两点之间的距离的,因此文字的每一个笔画细节的大小都可以进行定量的测量。而石刻深度的数据可以

在记录下来之后与一定时期以后再次扫描的数据进行比较,这样就可以监测石刻的变化程度,从而可能有预见性地提出保护措施。

激光三维扫描技术目前还没有统一的数据标准,不同厂家生产的设备采集的数据是不同的,甚至同厂家不同型号设备和不同版本软件采集的数据都不兼容。因此在保存点云数据时还要同时记录使用的扫描设备和软件。

### 4 信息综合管理

经过整理,每一幅石刻所需要记录的信息条目有数十项,数据类型也有文本、数值、时间、图像、点云,因此有必要建立数据库对这些信息进行综合管理。

全山 400 余幅石刻上万条数据的存储对于现代的计算机数据库技术并不是很复杂的事,其数据库规模是相当小的,但是对于使用和检索这些数据的管理和研究人员就需要建立比较方便的检索查询方法,可以最快获得需要数据。

根据武夷山摩崖石刻的特点,数据的检索将分为两种方式:基于文本关键词的查询和基于地理位置的查询。

#### 4.1 基于文本关键词查询

百度或谷歌搜索,通过键入关键词就可以获得相关的信息,这就是基于文本关键词的检索(图 7)。针对武夷山摩崖石刻还可以更为细致地分类输入关键词进行检索,以提高检索效率。

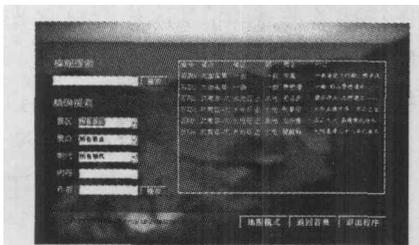


图 7 基于文本检索

通常检索条目不需要非常多,选取上述各项信息条目中关键性的条目作为检索条件,其他则作为检索结果显示。

“景区”、“景点”、“朝代”、“内容”、“作者”这些条目是各项中最为关键的。通过输入其中任一项关键词就可以精确检索到符合条件的石刻,也可以同时输入多个检索条件检索到同时符合这些条件的石刻。其中除了“内容”和“作者”两栏需要键入文字,其他各项都可以采用下拉选取的方式。

例如在“景区”一栏中下拉选取“九曲溪”,在“朝代”一栏中下拉选取“宋朝”则所有在九曲溪景区的宋代石刻都会被检索出来,如果再在“作者”一

栏键入“朱熹”则可以检索出在九曲溪景区的宋代石刻中朱熹的题刻。

#### 4.2 基于地理位置查询

基于文本关键词检索是基于对武夷山摩崖石刻有一定了解的人员在掌握关键词以后精确检索。但有时只是想了解某一地点有哪些石刻或想了解石刻的分布状态,这就需要基于地理位置在地图上进行点击以检索石刻(图 8)。

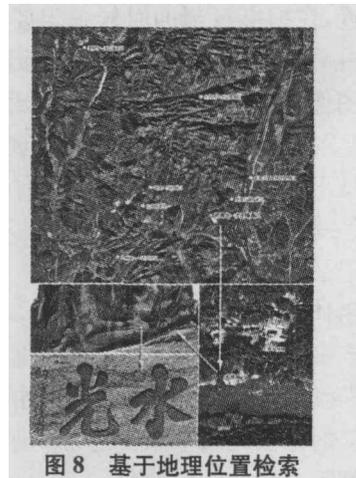


图 8 基于地理位置检索

首先在武夷山景区总体地图上点击选取景区,这时地图便切换到放大后的景区地图。在景区地图上会标注有景区内的各个景点,点击选取景点后地图会切换到放大后的景点地图。景点地图上就会根据之前的 GPS 数据标定的石刻镌刻处。点击景点地图上的石刻镌刻处就可以查询到在此处镌刻的所有石刻。例如在夷山景区总体地图上点击选取“九曲溪”景区,在九曲溪景区点击“二曲”景点,就可以发现在“勒马岩”有石刻被标示出来,而点击石刻标识则最终可检索到谢上箴题刻“镜台”及其落款。

### 5 结语

武夷山摩崖石刻只是中国众多摩崖石刻的一小部分,在中国各个名山大川都会看见有古代的各种石刻,除了有文字的还会有图案,这些都是中国文化遗产,需要应用现代信息技术加以整理和保护。建立起这样的数据库并完善其中内容后就可以通过国际互联网让更多的人了解这些文化遗产,从而能够更好地保护好这些文化遗产。

#### 参考文献:

- [1] 汤 众. 历史文化名城的数字化生存 [J]. 时代建筑, 2000(3): 28.
- [2] 董天工. 武夷山志 [M]. 北京: 方志出版社, 2007.
- [3] 朱平安. 武夷山摩崖石刻与武夷文化研究 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2008.