

无人机航拍在皖南土墩墓考古研究中的实践

钱静轩¹

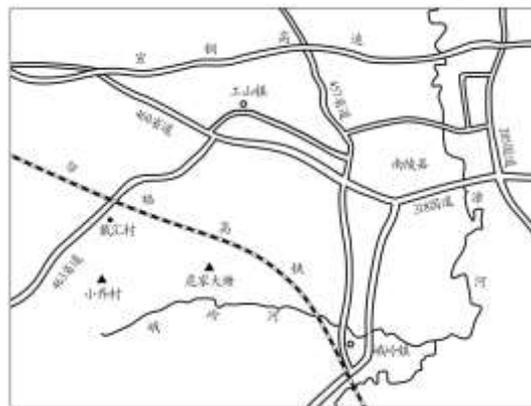
(中国国家博物馆考古院 北京 100006)

【摘要】: 皖南地区是土墩墓的重要分布区,以芜湖市南陵县所在的漳河流域分布最为密集,也最富地域特色。使用无人机低空航拍和三维建模对南陵小乔村、危家大塘两处土墩墓群进行研究后发现,土墩墓群的选址和布局方式不仅注重与地貌环境相融合,且通过分配茔域空间,限制土墩体量,安排墓位顺序等手段来确认和表达群体与个体的地位及关系。而两墓群在墓地规模和结构上的差异应是各自代表的继嗣群体不同所致。

【关键词】: 皖南地区 土墩墓 无人机 航拍 墓地布局

【中图分类号】: K854.1 **【文献标识码】:** A

土墩墓是我国东南地区颇具特色的墓葬类型,主要流行于商周时期,以“封土成墩”为特征,与同一时期中原文化圈的墓葬形制形成鲜明对比。这一类墓葬最初发现于长江下游的苏南、皖南、浙北等地,故习惯上又通称为“江南土墩墓”。20世纪80年代末,刘树人、谈三平、张立等学者最先将遥感技术应用到土墩墓的调查当中,通过对历史航片进行目视解译,在苏南、太湖地区发现了大量土墩墓和台形遗址^[1],具有开先河之功。90年代以后,研究人员在皖南^[2]、浙北^[3]等地也利用这一方法开展了卓有成效的工作,极大地拓展了学术界对于土墩墓分布地域和规律的认识。近年来,随着微型无人机的逐渐普及和三维影像重建技术的日臻成熟,低空遥感在考古工作中的潜力得到不断挖掘。无人机航拍以其对空间信息的全方位采集,并能快速生成三维模型的优势,不仅作为一种精细化的测量和记录手段被广泛应用到考古发掘和调查中,而且为研究者理解遗迹现象和解决具体的考古学问题提供了更多样的视角。可见,将这一方法应用于土墩墓考古研究的条件已愈发成熟。



图一//小乔村、危家大塘土墩墓群位置示意图

皖南地区是江南土墩墓的重要分布区,自20世纪50年代末率先在屯溪弈棋村发掘两座西周时期土墩墓以来^[4],考古工作者在皖南的多个市县已发现土墩墓不下万余座,其中以芜湖市南陵县所在的漳河流域分布最为密集,保存状况最好,且文化特色鲜

作者简介: 钱静轩(1989-),男,中国国家博物馆考古院馆员,主要研究方向:遥感与航空摄影考古。

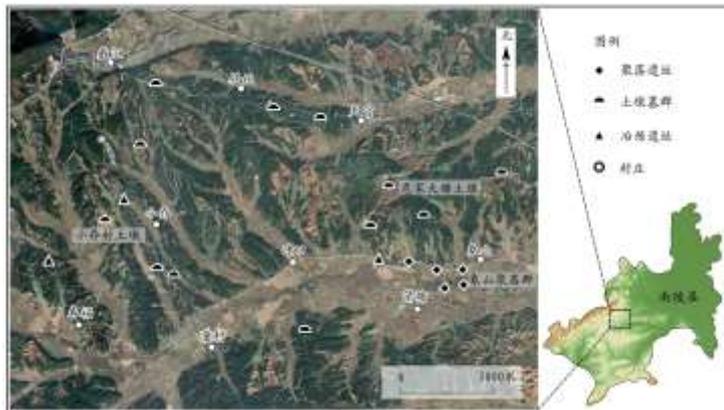
明，可作为皖南土墩墓的代表^[5]。本文旨在探索将低空航拍和三维影像重建技术应用于土墩墓考古研究的方法与价值，下面以南陵县戴汇地区的小乔村和危家大塘两处土墩墓群为例（图一），介绍航拍的实施过程和影像数据的处理成果，并结合实地调查的认识，重点对这两处土墩墓群的空间形态进行初步分析和解读，以期为研究土墩墓的墓地布局问题提供新的方法和视角。

一、研究区概况

南陵县位于安徽省芜湖市的西南部，地处长江南岸，北临沿江平原，南靠皖南低山，境内地貌环境复杂多样。西部边缘的大工山系九华山支脉，走向以东北—西南为主，高低起伏，山前地带还分布着大面积的丘陵；中部广大地区除沿河两岸有狭长的河谷平原外，大部分被丘陵和台地占据；东部则是漳河与青弋江联合冲击而成的平原，地势低平，河网如织，湖沼密布^[6]。

本次调查的区域位于南陵县城西约 10 千米的戴汇地区，原为戴家汇镇，后撤乡并镇改为戴汇村。其地处大工山的前缘，地势自西北向东南倾斜，地貌呈现丘陵岗地与河流谷地相间的特征。丘陵脉络清晰，主脉大体呈西北—东南或东—西走向。因剧烈的流水侵蚀作用，在丘间发育有长短不一的冲沟，宽窄各异，方向不同，将丘陵分割为一段段并列延展的长条形山岗，从空中俯瞰，既形似伸出的龙爪，又好似舒展的叶脉。发源自西部大工山的小河奔流至此，在两岸丘陵的夹持下蜿蜒东向，并且不断与山岗间的溪涧汇聚，润泽出狭长的条带状河谷。

根据第三次全国文物普查结果统计，这一带共发现土墩墓群 11 处，单体土墩墓数量超过千座，年代范围自西周早期至春秋时期，是漳河流域土墩墓的典型代表^[7]。墓群坐落于河谷两侧的丘陵岗地之上，间距在三百米到两千米之间。墓群的规模差异十分显著，大的墓群有土墩墓上百座之多，密集排列于山岗之上，绵延数百米，有些墓群内部还以自然冲沟为界，可再划分出墓区。相比之下，规模小的墓群只有几座土墩墓，在山岗之上稀疏而列，或三两成组，或呈散点状分立，其间留有大片的空白地带。值得注意的是，根据历年的考古调查资料，在这些墓群周围还分布着大量同一时期的居住址和冶炼遗址^[8]，从而构成了一个较为完整的聚落体系（图二）。居住址皆为台形遗址，面积差异不大，从数千平方米到一万平方米上下，集中分布在河流两岸的低阶地上，形成一处小规模聚落群。冶炼遗址位于宽阔的梁岗顶部或临河台地的边缘，从规模和性质上看，一类是小型的冶炼作坊或炼渣废弃点；另一类是江木冲遗址这样的大型冶炼场^[9]。可以说，土墩墓群、台形聚落和冶炼遗址的密集分布是周代皖南沿江地区新出现的文化现象，而这一聚集现象在南陵，特别是戴汇地区表现得尤为突出，对于我们了解周代皖南沿江地区的居葬关系和社会组织结构具有重要意义。



图二//戴汇地区周代遗址分布图（底图为 Google Earth 影像，摄于 2016 年 12 月）



图三//小乔村土墩墓群 Google Earth 影像（摄于 2016 年 12 月）

二、工作过程

1. 前期准备

准备工作包括借助卫星影像对土墩墓群进行观察与实地验证两部分。在卫星影像上，不仅要注意墓群的整体保存情况，还应重点考察土墩遗存的轮廓形态是否清晰，排列布局是否典型，以便选取最有代表性的墓群开展工作。由于摄影测量穿透植被的能力较为有限，所以墓群所在地的植被覆盖情况对航拍效果会有很大影响，最终还需到现场确认。综合比较几处土墩墓群，发现小乔村和危家大塘两墓群的规模较为适中，土墩遗存密集且明显，空间分布具有代表性，最适宜作为本次无人机航拍的的目标区域，故根据两处墓群的具体情况制定了航测方案。

(1) 小乔村土墩墓群

该墓群发现于 20 世纪 80 年代^[10]，坐落在戴汇村南约 2.5 千米的南北向长条形岗地上，西侧不远即是巍峨连绵的大工山，仿如一扇巨屏耸立其后，东侧视野甚为开阔，从近处崎岖起伏的丘陵岗地到远方开阔坦荡的沿江平原都尽收眼底。2016 年 12 月的卫星影像显示（图三），墓群所在的岗地顶部植被相对稀疏，特别是不见大面积的乔木，因而土墩遗迹暴露明显，与周边地面高差所造成的阴影标志也十分清晰。尽管已近深冬，但很容易看出土墩上覆盖的植被颜色比周围更加青翠。通过影像能辨别出土墩约有 20 余座，形状为圆形或椭圆形，绝大多数坐落于浑圆的岗地顶部，大致分为两组，呈串珠状排列（箭头所指）。此外，还有少量土墩零散地分布在附近。实地验证时发现墓群的地表情况与卫星影像所示基本一致，岗地虽已被辟作茶园，但成排的茶树随地势隆起，反而使土墩的外形更加突出。在土墩之间采集到少量碎陶片，以几何印纹陶为主，可辨器形有罐，是本地区周代文化遗存中常见的器物。

(2) 危家大塘土墩墓群

该墓群位于戴汇村东南约 5.6 千米的岗地中部，南与象山酒店土墩墓群相邻。从 2014 年 10 月的卫星遥感影像上看（图四），山岗上茂密的林地间有两片植被相当稀疏的区域（箭头所指），中间被一条东西向的山冲隔开。靠北的区域判读出一串土墩，呈东北—西南走向，沿山岗脊部排列成一条弧线，数量约有 10 座。靠南的区域面积较大，色调呈浅褐色的土墩在影像上异常明显，外形为圆形或椭圆形，不仅在岗垄主脉上呈南北向串珠状排列，于岗垄两侧伸展的支脉上也有分布，部分土墩的轮廓在影像上非

常清晰，但受影像分辨率的限制，仍有相当数量的土墩难以确认，初步估计这一墓群的土墩数量应超过 70 座。实地调查时发现，与 2014 年相比，地表情况已发生较大的变化，北区被辟作种植园，土墩保存状况不佳，隆起的特征已不明显。南区也种植有成列的板栗树，所幸并不十分密集，紧密排列的土墩在地面上仍有迹可循，但茂密的树冠对土墩已构成遮挡，对航拍效果会造成一定影响。尽管如此，仍尝试在南区进行航拍，以检验这一方法的适用范围。



图四//危家大塘土墩墓群 Google Earth 影像（摄于 2014 年 10 月）

2. 航拍作业

航拍作业使用已广泛普及的大疆精灵 4 系列专业型无人机，时间选择在正午时段，以尽量避免阴影对影像质量造成的影响。预先在飞控软件上设定好航线和相机参数。因两墓群所在的岗地大体为正南北走向，故将航线设定为东西向，航向重叠率 75%。尽管通常情况下航线间重叠率不宜设置过高，但为避免生成的正射影像出现变形、拉花等问题，也为获得更好的三维重建效果，故将航线间重叠度设定在 60%-70%之间。由于两墓群的面积都不大，无人机分别飞行一个架次即可实现全部覆盖，故对墓群的重点区域进行航线加密，并将飞行高度设置得相对低一些，小乔村土墩墓群的航高设定为 70 米，危家大塘土墩墓群为 80 米，这样能够获取接近 2 厘米空间分辨率的影像。拍摄小乔村土墩墓群之前，测量了 11 个地面控制点，考虑到测区范围内地形起伏较大，所以控制点位置的选择尽量做到了分散，并兼顾到不同高度。而危家大塘土墩墓群由于地表上的植被覆盖较为密集，并未布设控制点，所以在绝对精度上会有一些误差，但是不同位置的相对精度还是有保证的，依然能够准确反映地形特征，并不影响后续的判读和分析研究。无人机按照航线飞行，拍摄范围除了墓群本体之外，还包括了墓群周遭的地理环境。由于小乔村土墩墓群保存情况非常好，视觉效果突出，在航测结束后，还拍摄了大量倾斜影像和高清视频，为今后的保护规划和展示利用留下了充足的资料。

3. 影像数据处理和判读

检查航拍获取的照片，由于成像效果良好，所以不需要预处理，经过简单的整理和筛选即可导入到 AgisoftPhotoscan 软件中进行三维影像重建，经过几个小时的运算处理便完成了两墓群的数字重建，导出 DOM 正射影像图及 DSM 数字表面模型等成果数据。初步检查后，便可直接加载到 ArcGIS 或 QGIS 等地理信息系统软件中作进一步的处理，这样一方面可以利用图像增强和空间分析工具改善数字表面模型的可视性，以提升地物和遗迹的辨识度；另一方面也可以与历年来的卫星影像和地形图等资料配准，采用叠制分析的方法提升判读的准确性。

(1) 小乔村土墩墓群

观察正射影像（图五），尽管航拍覆盖的范围较为有限，但在影像分辨率上要明显优于卫星影像，不仅墓群周围的环境和地物一清二楚，连地表细节也一览无余，可惜对土墩的表现力较为有限，阴影、形状和色差等判读标志也不够明显。比较而言，数字表面模型能够更全面形象地反映出地表高程的细微差异（图六），远超正射影像和航拍照片所能提供的信息量。对比实地踏察的结果，除了北部有3座土墩被树冠遮挡以外，其余21座土墩在数字高程模型上都有显著的体现。从图六中可以感受到，土墩的轮廓和隆起特征在数字表面模型上表现得非常直观，而且整个墓地的布局和所在区域的微地貌形态也看得十分清楚。



图五//小乔村土墩墓群正射影像

通过 ArcGIS 软件，利用空间分析工具包（Spatial Analyst）中的坡度（Slope）工具，生成墓群的坡度图，并用灰色色带进行拉伸渲染，能够提升数字表面模型的立体效果（图七），土墩的边缘轮廓得到进一步的强化，视觉效果也更佳。再借助测量工具，可以直接对土墩的底径、周长、面积和高程等空间属性进行量算，并在此基础上进行简单的统计（图八）。

(2) 危家大塘土墩墓群

由于墓群所在的岗地上栽种了许多乔木，茂密且杂乱的树冠对地面造成了较严重的遮挡，土墩的迹象从正射影像上很难看出。而数字表面模型对土墩的表现也较为有限（图九：1），虽能看出土墩成串排列于岗脊之上，但单体的区分度不足，仅少数能够识别，给我们的判读工作带来了一定的困难。

借助 ArcGIS 的影像分析工具，可以调整数字表面模型的对比度、亮度，或适度降低 Gamma 值以起到增强影像反差、凸显地形变化的作用。同时，利用直方图均衡化和标准差增强都能够显著提升影像中细节部分的辨识度，增强土墩的影像特征（图九：2）。经过这些处理之后，判读标志的可视性得到了显著改善，山岗的脉络被白色高亮显示出来，可以清楚看到受流水侵蚀，岗地被切割为沟壑相间的地理样貌，而圆形的土墩恰好坐落在垄岗的顶部，色调与周围区域相比更白更亮，并沿着垄脊的走向蜿蜒排列。再运用空间分析工具包中的山体阴影工具（Hillshade），通过模拟阴影效果，使地形的细微变化更为清晰，并能够相对弱化地表植被所造成的干扰，对于识别地物非常有效，极大地增强了土墩的区分度（图九：3）。

在此基础上，使用 ArcGIS 的地理配准工具，将经过影像增强处理的数字表面模型、山体阴影图与近几年的卫星遥感影像叠加在一起进行比较，综合土墩的形状、尺寸和排列分布特点，能够实现对土墩的有效识别，总计判读出土墩 102 座（图九：4）。对比来看，显现于卫星影像上的土墩，绝大多数在山体阴影图或数字表面模型上都有所表现，能观察到土墩隆起所引起的地表高差变化，只有少数土墩反映较弱而无法确认。另一方面，有相当数量的土墩是直接通过数字表面模型识别出的，这大大超过了预期。

三、墓地布局和分析

利用航拍数据对土墩墓进行判读和识别只是研究的第一步，数字表面模型中显现出大量墓群空间布局方面的特征，为我们认识土墩墓的墓地规划提供了重要材料。在此将两处墓群的大致情况叙述如下，并就观察到的现象略作分析。

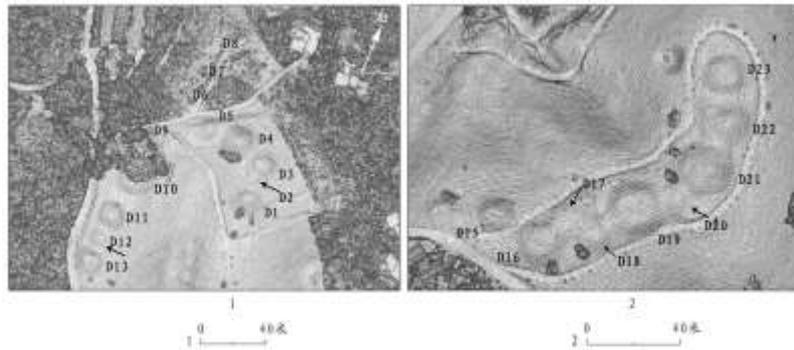
1. 小乔村土墩墓群

该墓群共确认有土墩墓 24 座，除 1 座位置偏南较为独立之外，余下的 23 座在空间上分为南北两组，布列于山岗顶部，遥相呼应。根据数字表面模型生成的地形剖面线略呈“两高夹一低”的形态，两组土墩分别占据了岗地的高点，且高程基本一致，其间为一圆形的低洼地。岗地顶部颇为平坦，似经人工整治以方便堆土掩埋。土墩在其上整齐排列，此起彼伏，北组土墩平面近似人字形，南组土墩略呈弧形，既与岗垄的走向基本吻合，又重新塑造了岗地的外形，应是特别规划布局的。

两组土墩的数量相差不大，北组 13 座，南组 10 座，相距约 150 米，其间未再发现有土墩。结合土墩的空间分布和统计数据可以发现：（1）土墩的现存底径在 7~25 米之间，其中小于 14 米的有 5 座，在 14~20 米之间的有 8 座，20 米以上的有 6 座，另有 4 座因植被覆盖或遭到破坏并未测量，但目测也在这一范围之内。从漳河流域土墩墓以往的调查和发掘情况看，这一墓群大型土墩的体量已处于中上等。（2）尽管土墩之间在体量上有着显著的差异，但两组土墩在构成上并无区别，都呈现大小土墩混杂下葬的特点。具体来看有两类情况，一类是小土墩居于两个大土墩之间，并保持一定的距离，如北组 D12、南组 D20；另一类则是小土墩紧临甚至倚靠在大土墩旁，如北组的 D2，底径只有 7.5 米，是整个墓群中最小的土墩，与其北侧的 D3 几乎连为一体，只是在高度上有一定的差距，推测这两个土墩应该有较为密切的关系，小土墩有可能是大土墩的附葬墓或祭祀性设施，类似的情况还见于南组的 D17 和 D16、D18 和 D19 之间。（3）在排列上有将大型土墩置于墓组中部的现象，如北组的 D9、D10，南组的 D19，底径都超过 20 米，但是从高程上看，大土墩虽在墓组中居于中心位置，但它们并未处于所在墓组的制高点上，这表明对空间位置的强调还是优先在墓组级别上表现出来的。



图六小乔村土墩墓群数字表面模型



图七//小乔村土墩墓群坡度图

1. 北组 2. 南组

一般来说，皖南地区土墩墓的埋葬方式以一墩一墓为主流，虽偶有一墩两墓或三墓，乃至空墓的情况，但并不占多数^[11]。照此估算，小乔村墓群中一组土墩埋入的人数约有十几人，大致接近于小型家族或扩大式家庭的规模，其所代表的应是当时社会组织中最小一级的继嗣群，而整个墓群则相当于一或两个家族的墓地。

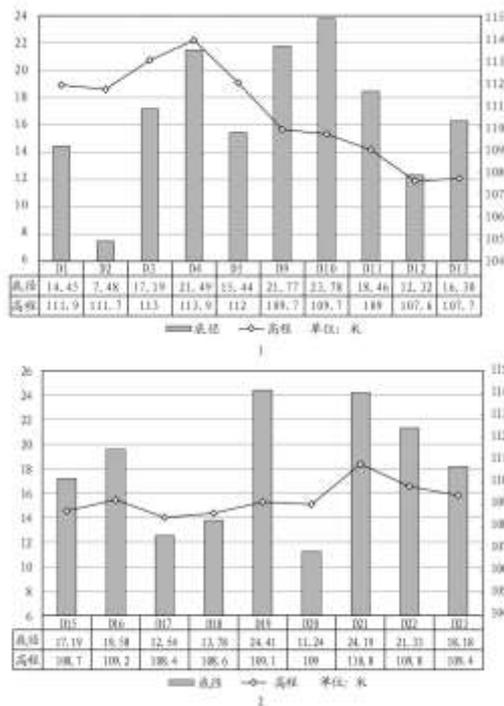
2. 危家大塘土墩墓群

该墓群位于山岗顶部，规模较大，土墩分布十分稠密，但秩序井然，应是经过长时间使用，并有严格下葬规划的大型墓地。本次航拍覆盖了南北 300、东西近 400 米的跨度，除少量土墩被植被遮盖外，共计发现土墩 102 座。查看拍摄于 20 世纪 60 年代的美国锁眼卫星影像，发现这一墓群继续向南延伸，与象山酒店土墩墓群连为一体。所以航拍的覆盖范围仅覆盖了这一大墓群的北半部，考虑到在这一范围之外尚有大量土墩，因此整个墓群的土墩数量还应当更多。

从我们复原出的土墩墓分布图上看，岗垄间的沟壑起到了莹域分界线的作用，将墓群分隔为由东而西的四片墓葬区。在四区仅辨识出 1 座土墩，但参考卫星影像，发现还有土墩向西延续。另外三片墓区则相对完整，各占据了一条岗垄。岗垄大体呈东北—西南走向，顶部坡度和缓，由北向南逐渐升高。仔细观察，墓区之间虽有间隔，但也未完全分离，在岗垄相接处甚至有少数土墩毗邻而筑，只是前后土墩的排列方向不同，所以界线还是比较清楚的。

土墩在一、二、三区的分布并不均衡，数量依次为 47、34 和 20 座，这主要源于各墓区在小地形上的差异。一区所在岗垄不仅南北纵深长，顶部平坦宽阔，且平缓的西坡被细沟分割成几条粗壮浑圆的支脉，可以容纳下更多的土墩。从分布图上能看到支脉上西北—东南走向的土墩与主脊上南北走向的土墩串联在一起，聚组成排的现象格外明显；而二区和三区所在岗垄的空间较为狭窄和局促，土墩于主脊上紧凑排列，聚拢集中的程度要明显高过一区，有些土墩甚至连在一起，几无间隙，难以再划分出独立的排组。由此看来，墓区之间在空间分布上是有差别的。进一步比较各墓区的土墩构成情况，虽未发现大型土墩单独成组或集中分布的现象，但居于岗垄主脊的土墩在规模上明显要更大一些，从这方面来看，仍然是一区占据着优势。

同样按照一墩一墓来估算，这一墓群仅在航拍范围内埋入的人数就已多达百人以上，并且在墓群下面可以分出几个墓区，各墓区的土墩聚在一起，在一区内甚至还能再划分出墓组，这样一种规模和结构更接近以聚族而葬为特征的氏族墓地。

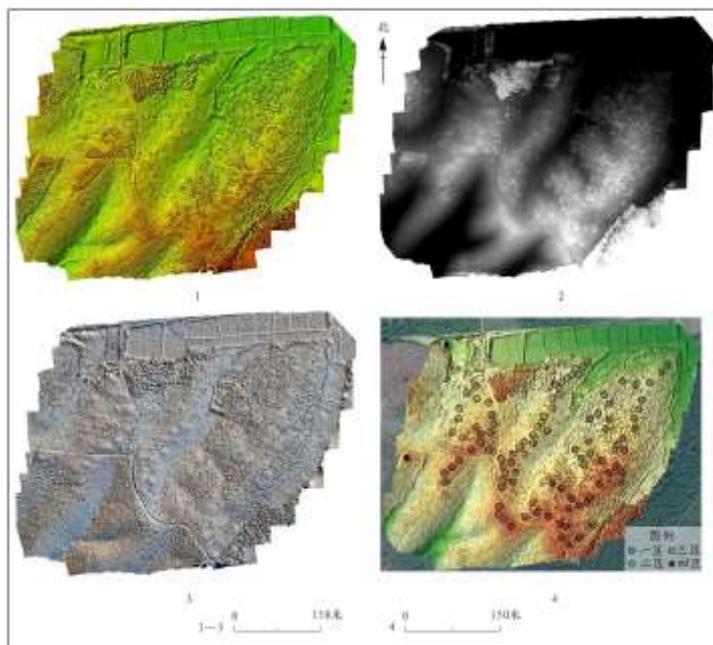


图八//小乔村土墩墓群部分土墩底径与高程关系

1. 北组 2. 南组

综合这两处墓群来看，二者皆位于聚落遗址不远处的梁岗之上，形成独立于居住区以外的墓葬区。具体的埋葬地点是经过精心挑选的，不仅考虑到地形、地势等环境因素，以全面规划墓群的茔域范围和用地发展方向，还格外注重人工堆筑的土墩与周围自然环境相融合，以营造出墓葬区所需的外缘景观。另一方面，墓群之间、墓区之间乃至墓组之间在茔域选址上的优劣差异，土墩在体量上所表现出的规模分化，以及大型土墩和小型土墩在墓组中混杂共存，大型土墩居中分布或居于显要位置的现象，都说明在墓地的营造过程中存在着有意的布局规划，即通过分配茔域空间，限制土墩体量，安排墓位顺序等手段以确认和表达群体与群体之间、群体与个体之间、个体与个体之间的关系和地位。

墓地是社会群体存在的证明，在多数情况下这一群体乃是继嗣群体^[12]。具体到本次航拍的两处墓群，二者在墓地规模和结构上的差别是显而易见的。危家大塘土墩墓群由上百座土墩组成，可能是大型氏族墓地，在下葬过程中存在着空间上的区划，而且在大墓区之下还能再分出墓组。这样的一种墓地结构，很接近于本地区以墩台聚落群为代表的聚居结构。换言之，一处大型土墩墓群应有与之相应的墩台聚落群，墓群之下的各个墓区对应着墩台聚落群下的每一处墩台聚落，而墓区之内的墓组也应有与之相对应的社会组织，很有可能是聚落内的大家族或扩大式家庭。相比之下，小乔村墓群仅由两个相对独立的墓组构成，全部土墩的数量也只相当于危家大塘墓群中的一个小墓区。不仅如此，在实地调查中还见到过仅有几座土墩构成的墓组或零星几座土墩就单独形成墓地的情况。联系时代背景，推测不同规模和结构的墓地应当反映其所代表的继嗣群在规模上的差别，仅以墓区或墓组规模营建的墓地，很有可能是从大型氏族墓地中分化出来的家族墓地，反映出社会组织中家族的独立地位日益增强。再联系到南陵所处的皖南沿江地区是长江下游最重要的铜矿产地之一，且已发现有十余处周代铜矿采冶遗址^[13]，不排除在当地已经产生了相当程度的社会分化，即一些控制铜矿原料、掌握冶炼技术或流通渠道的群体或个人，能够拥有更高的社会权力和更多的社会资源，在茔地选择上享有优先权，进而通过营建独立的家族墓地以强调自身在社会中的优势地位。



图九//危家大塘土墩墓群航拍数据成果

1. 数字表面模型 2. 经影像增强处理的数字表面模型 3. 山体阴影图 4. 土墩墓分布图

四、结语

目前，学术界对土墩墓的研究已进入到了新阶段，关注的重点从土墩墓的形制结构上升到土墩墓的埋葬制度。墓地布局作为埋葬制度的一个重要方面，也是土墩墓考古研究中的重要问题。从前文对两处土墩墓群的判读和分析来看，无人机低空航拍不仅是采集和记录土墩墓群空间信息的一种有效方法，也能够为我们考察土墩墓群的布局规划带来有益的帮助。特别是利用多视角影像重建软件对墓群微地形数据的获取，再结合 ArcGIS 软件的影像增强和空间分析工具，使我们能够有效复原土墩墓群的分布形态及墓群周遭的“景观”背景，从而为我们探讨土墩墓群的布局问题，深入考察墓葬与墓葬、墓葬与墓群，乃至墓群与局地环境间的关系提供直观的资料。本文也是在这些方面进行尝试，对两墓群的布局特征和墓群所代表的社会组织初步探讨，取得了一些认识，但还有待结合田野考古工作进一步探索。

与此同时，也应看到无人机低空航拍在土墩墓考古研究应用上还存在着一一定的局限性。首先，微型无人机有限的作业时间限制了航拍覆盖的范围，这对于测量和记录已知的土墩墓群尚可，但制约了我们对未知或可疑区域的空中勘测；其次，土墩墓群多位于丘陵岗地之上，植被树冠可能会对土墩造成严重的遮挡，而摄影测量穿透植被的能力又较为有限，这也是当前限制这一技术的最主要因素。若运用激光 Lidar 等具有较强遮盖物穿透能力的设备，对遗迹的辨识会更加有效，地形数据也会更加精确。因此，作为今后的研究方向，激光 Lidar 当会被应用到土墩墓考古的研究中。

总之，就目前的情况来看，充分发挥无人机航拍的技术优势，同时把握其局限性，对土墩墓群实施有针对性的低空遥感考古勘测，是了解土墩墓群墓地布局的一种有效且直观的途径，结合具体研究问题开展航拍工作，能获得许多新的发现和认识，具有广泛的应用前景。

参考文献:

[1]a. 谈三平、刘树人：《太湖地区石室土墩分布规律遥感初步研究》，《东南文化》1990年第4期；b. 刘树人、张立：《苏南江宁县及茅山南麓吴文化台形遗址与土墩墓分布规律遥感调查研究》，《华东师范大学学报·遥感专辑（二）》，1992年；c. 陆九皋、肖梦龙、刘树人、谈三平：《镇江商周台形遗址与土墩墓分布规律研究》，《东南文化》1993年第1期。

[2] 宫希成：《南陵千峰山土墩墓群遥感考古研究》，《文物研究》第12辑，黄山书社1999年。

[3] 祝炜平：《浙北土墩墓遥感考古研究》，《人文地理》1999年第1期。

[4] 安徽省文化局文物工作队：《安徽屯溪西周墓葬发掘报告》，《考古学报》1959年第4期。

[5] 宫希成：《皖南地区土墩墓初步研究》，《长江流域青铜文化研究》，科学出版社2002年，第207-215页。

[6] 南陵县地方志编撰委员会：《南陵县志》，黄山书社1994年，第65-68页。

[7] 宫希成：《安徽淠河流域周代土墩墓群初步分析》，《庆贺徐光冀先生八十华诞论文集》，科学出版社2015年，第203-217页。

[8] 国家文物局：《中华人民共和国不可移动文物名录·安徽卷》，2011年。

[9] 刘平生：《南陵大工山古矿冶遗址群江木冲冶场调查》，《文物研究》第3辑，黄山书社1988年。

[10] 陆勤毅、刘平生：《南陵土墩墓的几个问题》，《文物研究》第2辑，黄山书社1986年。

[11] 同[7]。

[12] 张弛：《葬仪中的社会与社会权力》，《社会权力的起源：中国史前葬仪中的社会与观念》，文物出版社2015年，第3-13页。

[13] 安徽省文物考古研究所、南陵县文物管理所：《安徽南陵县古铜矿采冶遗址调查与试掘》，《考古》2002年第2期。