



江西南昌雷錡墓出土墨锭的分析研究

- ◆ 曹雪筠 (中国科学院研究生院科技史与科技考古系)
- ◆ 杨 军 (江西省文物考古研究所)
- ◆ 方晓阳 (中国科学院研究生院科技史与科技考古系)
- ◆ 王昌燧 (中国科学院研究生院科技史与科技考古系)

摘 要: 为了对江西南昌雷錡墓出土墨锭的原料进行分析, 加深对中国古代制墨工艺的了解, 采用扫描电子显微镜、投射电子显微镜以及激光粒度仪对采自雷錡墓的墨锭进行了研究, 并与当代传统工艺生产的松烟、油烟以及工业生产的炭黑进行了比较分析。结果表明, 雷錡墓出土墨锭的烟炱颗粒形态及大小分布的均一性等与松烟非常相似, 可以确定该墨锭应为松烟制作而成。

关键词: 雷錡墓; 墨; 扫描电子显微镜; 投射电子显微镜; 激光粒度仪

Abstract SEM, TEM and Laser Particle Sizer were proposed for the analysis of raw materials used in the ancient ink stick excavated from Leitiao Tomb in Nanchang, Jiangxi province, and getting a deeper understanding of traditional Chinese ink production technics. By comparing the results among Leitiao Tomb ink stick, the standard turpentine soot, oil soot, and carbon black, it was shown that both the shape and size of the particles of Leitiao Tomb Ink Stick were in accord with Turpentine soot, which indicated that the Ink stick from Leitiao Tomb was made of turpentine soot.

Key words: Leitiao Tomb; Ink stick; SEM; TEM; Laser Particle Sizer

传统制墨工艺^①是中国最具传统民族文化特征、极富艺术价值与科学价值的传统手工技艺之一, 为中国传统文化的传承、雕版印刷术的发明以及中国书画艺术独特魅力的形成等作出了重要的贡献。中国传统制墨工艺历史悠久, 源远流长, 是世界文化史与工艺技术史的一朵奇葩。中国墨根据使用原料的不同大致可以分为两大类, 即松烟墨与油烟墨。松烟墨是用富含松脂的松枝经不完全燃烧而获得烟炱为主要原料制作而成; 油烟墨是用桐油、麻油、猪油等动、植、矿物油脂经不完全燃烧而获得的烟炱为主要原料制作而成。由于松烟墨与油烟墨出现的年代以及使用的原料不同, 故两者在制作工艺上存在一定的差异, 因此若能准确鉴定古墨使用的原料, 则不仅能为深入探讨中国古代制墨工艺提供除文献研究之外的方法与证据, 而且可以为现存

古墨的鉴定与保护以及书画作品用墨的鉴定等提供新的方法与思路。

对古墨的保护研究, 前人已经做了一些重要的工作, 尤其在古墨的保存环境^{①、②}、老化产物^③、保护材料^④等方面已经取得了较多的成果, 但在如何采用微损或无损方法对古墨的原料进行分析方面的报道却较少。本工作采用扫描电子显微镜、投射电子显微镜以及激光粒度仪相结合的方法对雷錡墓出土的墨锭、当代传统工艺生产的松烟、油烟以及工业生产的炭黑进行了较为系统的分析, 对准确判定雷錡墓出土墨锭所使用的原料以及深入探讨我国古代制墨工艺具有重要意义。

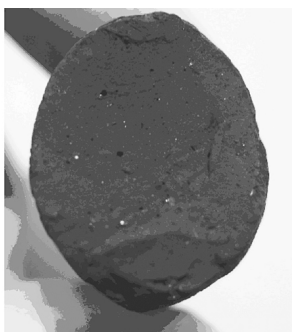
一、样品的制备与测试方法

(一) 样品及其制备

1. 样品概述 实验选用的样品由江西省文物



图一 江西南昌雷錡墓出土墨锭



图二 墨锭断面

考古研究所提供的雷錡墓出土的墨锭。雷錡墓位于江西省南昌市火车站东晋墓葬群南侧约 15 米处,由江西省文物考古研究所会同南昌市博物馆于 2006 年 3 月主持发掘。根据出土名刺,确认墓主名叫雷錡。根据墓葬形制和随葬器物判断,此墓葬年代为西晋晚期至东晋早期。在雷錡墓众多出土的文物中有一块整体呈豆荚形、长约 17 厘米的墨锭(见图一、二),从该墨锭的断面来看,可以初步判定在制作中采用了反复捶打工艺;另外从该墨锭表面可见明显的模压花纹分析,该墨锭应该采用了墨模压制成型技术,但对于该墨锭究竟采用何种原料制作而成,以及还采用了哪些制作技艺,目前尚缺少科学分析数据。

为了更加清楚全面地了解雷錡墓中出土的墨锭所用的原料,并建立分析标准,本研究除了对考古样品进行分析外,还选取了江西聚良窑烧制的松烟,安徽省黄山市屯溪区胡开文墨厂提供的油烟与安徽省绩溪县胡开文墨厂提供的工业炭黑作为本次试验的标准样品。样品描述见表一。

表一 样品描述

编号	A	B	C	D
类别	现代标准样品			古代样品
描述	松烟	油烟	炭黑	雷錡墓出土墨锭
来源	江西	安徽黄山	安徽绩溪	江西南昌

2. 样品制备

①用于扫描电子显微镜与透射电子显微镜的样品不需制备。

②用于 Malvern Mastersizer 2000 型激光粒度仪分析的样品作如下处理:首先使用双氧水和盐酸对样品分别浸泡,在浸泡过程中要进行加热,以使

反应完全进行,以去除样品含有的胶结材料以及在埋藏过程中混入的一些碳酸盐类物质,并使样品颗粒完全分散。其次在上机测试前,用六偏磷酸钠溶液对待测样品进行再次分散,以提高粒度分析的精度。

(二) 仪器及实验条件

分析仪器及实验条件如下:

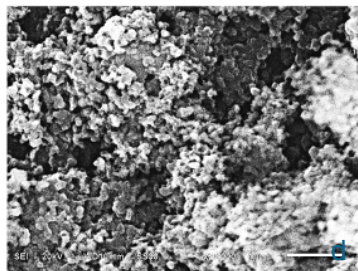
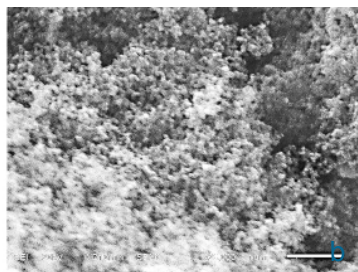
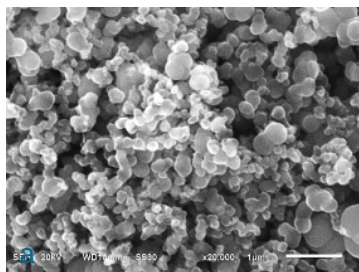
① SS-550 型扫描电子显微镜(日本岛津公司):加速电压 20kv, ×

20000。

② H600 型透射电子显微镜(日本日立公司): × 100000, × 150000。

③ Malvern Mastersizer 2000 型激光粒度仪(英国马尔文仪器公司)。

二、结果及讨论



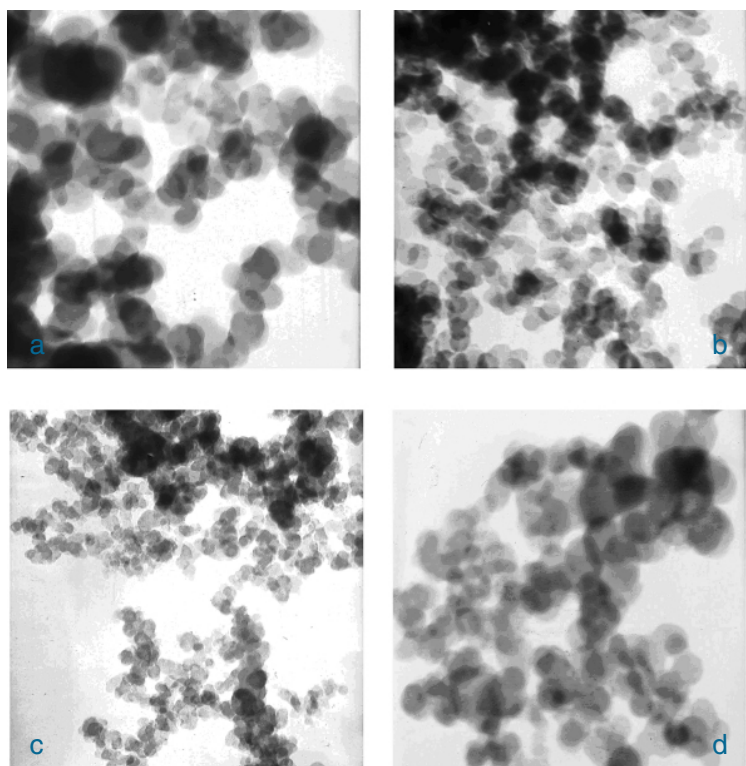
图三 样品的扫描电镜照片

(一) 扫描电镜分析

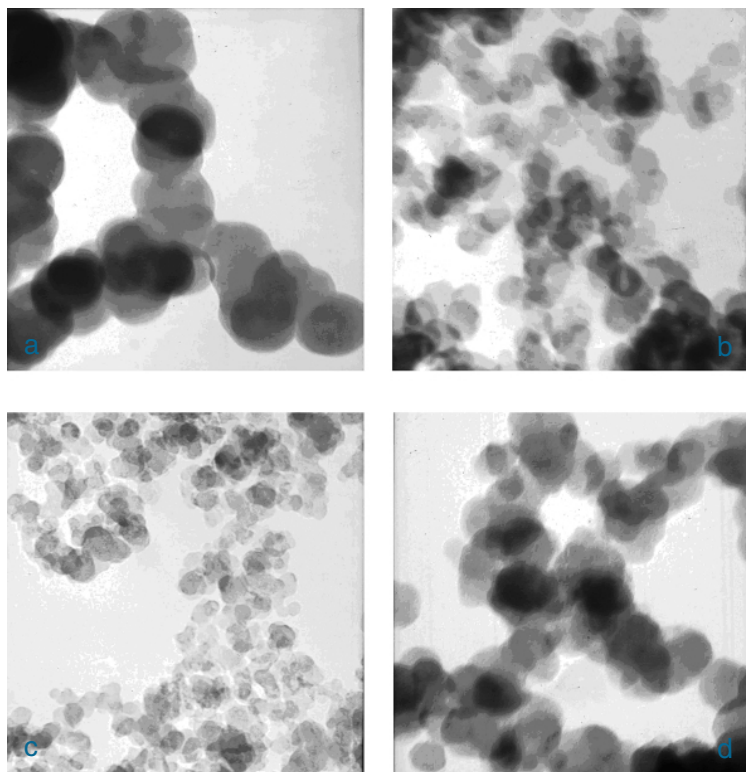
采用扫描电子显微镜分析了 A、B、C 和 D 四个样品,分析结果见图三,其中,图 a、b、c 分别是松烟、油烟、炭黑的照片,图 d 为考古样品的照片,通过比较可见:

在颗粒的大小及均匀度方面,松烟与雷錡墓出土墨锭的颗粒比油烟与工业炭黑大,且存在颗粒大小不均匀现象,油烟与工业炭黑的颗粒比松烟与雷錡墓出土墨锭小,但颗粒大小较为均匀。

在颗粒形态方面,松烟颗粒为近球体,部分相邻颗粒间存在熔接现象,有些颗粒是由多个近球体颗粒组合而成;油烟颗粒和炭黑颗粒则为较不



图四 样品的透射电镜照片($\times 10$ 万)



图五 样品的透射电镜照片($\times 15$ 万)

规则的聚合物,与庄兴业所述基本相同^⑤。通过与图对比后可以明显看出,考古样品(如图三 d 所示)的颗粒大小分布不均匀,大小差异较大,且颗粒形态也与松烟一致,故可初步判定考古样品是由松烟制成的。

(二) 透射电镜分析

扫描电镜的结果显示出了各种烟炱材料聚合后的形态,但是却很难看出单个颗粒的形态。为了进一步观察分析松烟、油烟、炭黑的颗粒形态,我们采用高分辨率的透射电镜对样品作进一步分析。结果见图四。

图四中 a, b, c, d 分别是 A、B、C 和 D 四个样品放大 10 万倍后的照片。从图中可以看出,松烟颗粒(如图四 a 所示)大小不均一,且差异较大,颗粒呈较规则的圆形,边缘较光滑;油烟颗粒(如图四 b 所示)大小较为均一,单一的颗粒形态与松烟颗粒类似,也为边缘光滑的近圆形颗粒;炭黑颗粒(如图四 c 所示)粒度均一且相对较小,颗粒形态为较不规则的圆形和椭圆形,颗粒边缘有棱角。

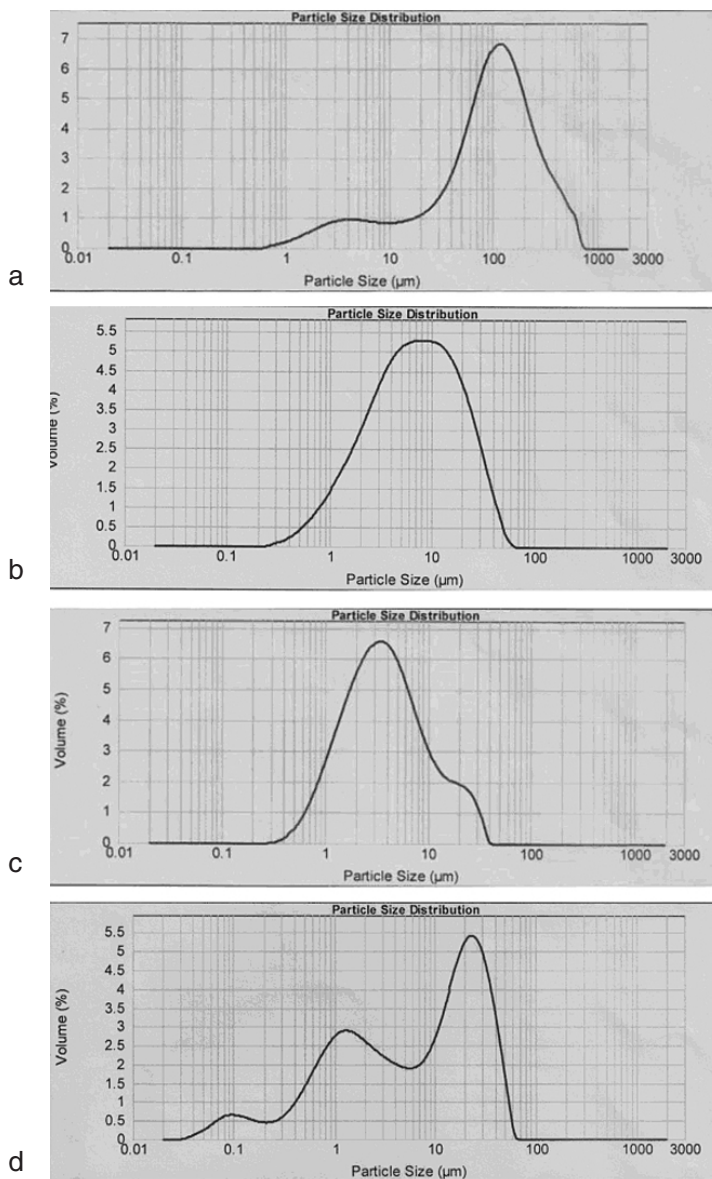
图五中 a, b, c, d 是分别为将样品 A、B、C、D 放大至 15 万倍后的照片,通过这些照片可以更清晰的看出上述特点。

通过对比发现,雷鋈墓出土墨锭(如图四 d, 图五 d 所示)的颗粒形态及颗粒大小均与松烟颗粒类似,这与扫描电镜的结果一致,进一步的为判定雷鋈墓出土墨锭为松烟墨提供了证据。

(三) 激光粒度分析

利用激光粒度仪进行粒度分析是期望进一步明确松烟、油烟、炭黑以及雷鋈墓出土墨锭在颗粒大小方面存在的差别。

图六是四个样品的粒度分析结果。从图中可以看出,松烟颗粒(如图六 a 所示)的粒径主要分布于两个区间,一是 5~10 μm ,另一个是 100 μm 左右,这与



图六 样品的激光粒度分析结果

电镜照片中显示的松烟颗粒大小分布不均一的结果相互印证,油烟颗粒(如图六 b 所示)大小主要分布在 5~11μm 左右,而炭黑颗粒(如图六 c 所示)主要分布在 3~5μm。

图六 d 是雷錫墓出土墨锭的激光粒度分析结果。从图中可以明显看出雷錫墓出土墨锭的粒度主要分布在两个区间,1μm~5μm 和 20~30μm,颗粒大小差异较大,这与松烟的粒度分布在两个不同区间的特征较为吻合。对于雷錫墓出土墨锭粒径相对松烟较小的原因,我们认为主要与墨锭在制作过程中经历了反复捶打,以至于使原松烟颗粒在反复的相互摩擦中使粒径变小。

在此,结合扫描电镜与透射电镜的分析结果,进一步确定雷錫墓出土墨锭是由松烟制作而成。对导致整体粒径分析结果相对偏小问题的解释,我们初步认为与墨锭在制作过程中经历了反复的捶打有关。

三、结论

通过对江西南昌东晋雷錫墓出土的墨锭的研究,并与当代传统工艺生产的松烟、油烟以及工业生产的炭黑进行比较分析,得出以下主要结论:

(1)在颗粒形态方面,松烟颗粒呈较为规则的近球体,颗粒边缘比较光滑;油烟颗粒为较不规则的聚集体,但其单一颗粒形态类似于松烟颗粒;炭黑颗粒形态包括较不规则的圆形和椭圆形,颗粒边缘不光滑,有棱角。

(2)在颗粒大小方面,松烟颗粒大小分布不均一,差距较大,主要分布在 5~10nm 和 100nm,油烟颗粒大小比较均匀,主要分布在 5~11nm 左右;炭黑颗粒较小,分布较为均匀,分布于 3~5nm。

(3)通过将考古样品的分析结果与标准松烟、油烟和炭黑的分析结果进行比对后,可以发现,考古样品在形态和大小上都与松烟一致,所以初步判定江西南昌东晋雷錫墓中出土的墨块是松烟墨。

注释:

- ① 解玉林、陈元生:《墨的保存研究》,《文物保护与考古科学》2002 年增刊。
- ② 张炜、刘红兵、郭时清:《古墨的制作工艺及保存问题的探讨》,《文物保护与考古科学》1995 年第 1 期。
- ③ 吴来明、徐方圆、解玉林等:《古墨保存自然老化问题的调查研究》,《文物保护与考古科学》2006 年第 4 期。
- ④ 邱建辉、徐雷雷、徐方圆等:《丙烯酸酯改性明胶古墨锭修复胶的试验研究》,《文物保护与考古科学》2010 年第 2 期。
- ⑤ 庄兴业:《台湾地区书画用墨的传统制法与成分检测分析研究》,台湾云林科技大学文化遗产维护研究所,2001 年。

(责任编辑:刘慧中)