

南昌明宁靖王妃墓出土 纺织品平金线的 SEM 分析

周 旻 汪自强

一、引 言

2001年12月,在江西省南昌市西北部抢救性发掘了一座明代墓葬。这是一座单人砖室券顶墓,坐北朝南,墓室中央放一具楠木棺。棺内除随葬金、银饰品外,还出土大量的丝麻纺织品,包括礼服、棉袄、裤、裙、鞋、被褥等。从墓志得知,墓主吴氏为宁系藩王宁靖王之妻。该墓出土了一批保存完好、制作精美、款式丰富的纺织品,为研究中国服装和纺织史提供了实物资料。

在众多纺织品中,以一套完整的明代皇室女眷礼服尤为引人注目,这是一套明代朝廷命妇参加册封、庆典活动的正规礼服,由朝廷根据命妇等级赏赐而得,一共包括团翟纹缎地妆金凤纹云肩袖冠服、妆金花卉纹裙、压金彩绣云霞翟纹霞帔、妆金盘凤纹鞠衣、素缎大衫,是目前我国现存最早、保存最完好的后妃礼服,堪称精品,它是继北京定陵以来的又一次重大发现,在很大程度上体现了明代的丝绸品种、丝织工艺、纹饰纹样、服饰特色的最高水平,为人们研究明代纺织品提供了宝贵实例。

整套服饰出土时金光灿烂,熠熠生辉,宁靖王妃实是盛装出土。出土之后,文保人员对之进行了常规的保护处理,但考虑到这批加金织物的珍贵性,在深入保护研究之前,决定对之进行多方面的分析测试,旨在为后续的保护工作提供一定的依据和指导。在此,仅对纺织品中平金线的 SEM 分析进行介绍。

二、加金织物与平金线

金具有美丽的金黄色光泽,具有良好的化学稳定性,永久不变色、抗氧化、防潮湿、耐腐蚀、防变霉、防虫咬、防辐射,是人类较早利用的金属之一。人们对黄金的赞美如“金枝玉叶”、“金碧辉煌”,所描述的就是黄金工艺的一个重要品种——金箔,即用黄金锤成的薄片。

金箔是中华民族传统工艺品,源于东晋,成熟于南朝,流行于宋、齐、梁、陈各朝,今南京龙潭地区(江宁)是金箔的发源地,相传至今已有近1700年历史。据考证,金箔的发明者为一名炼丹家——西晋句容人葛洪,由此也可看出金箔的起源与炼丹有着密不可分的联系。我国制作金箔的历史悠久,河南安阳殷墟就有金箔出土,殷墟出土的金箔厚度,仅 $0.01 \pm 0.001\text{mm}$ 。山东临淄郎家庄一号东周墓出土的金箔上压印有蟠龙纹,湖南长沙马王堆汉墓出土有用金箔或金粉屑绘贴的服装。河北遵化东陵慈禧陵墓铭文,就是典型的金箔制品。

古法制金箔是先将金提纯,再经千锤百炼的敲打,成为面积 2.5cm^2 的金叶,然后夹在用煤油熏炼成的乌金纸里,再经6~8小时的手工锤打,使金叶成箔,面积相当于金叶的四十倍左右,再裁成方形即成。目前,南京龙潭地区依然保存着传统的金箔制作工艺:化金→倒条→下条→拍叶→做捻子→打开子→装家生→打了戏→出具→切金箔→检验包装,前后共历经十余道工序。

金为贵重金属,打制金箔的主要目的在于增加器物装饰性的同时,减少黄金的用量,文献中所记载的“凡色至于金,为人间华美贵重,故人工成箔而后施之”,即是明证。

为了追求纺织品的装饰效果,人们通过各种手段将金应用于纺织品上,即加金纺织品。纺织品的加金手段非常多,本文中所讨论的对象主要为织金,即以平金线和圆金线为纹纬的织金妆花缎。纺织品中织金大约始于战国,最早不是用在丝织品而是毛织品上,汉代文献中就有毛织品中加金的记载;到了唐代,加金织物的品种已经十分丰富,《唐六典》中详细记载了当时的加金织物共14种,其中由于织造的有“拈金”和“织金”等;辽宋金元时期,中国历史上出现了民族大融合,游牧民族屡屡入主中原。众所周知,游牧民族对金的喜好和追求十分强烈,这种审美需求大大刺激了加金织物的生产,此时出现了大量使用金银线的纺织品,如“拈金番缎”、“纳石矢”等;到了明清,精美绝伦的织金妆花缎出现。

三、出土纺织品平金线的 SEM 分析

(一) SEM 分析原理

随着科学技术的发展,人们已经不满足于仅仅借助光学显微镜来观察未知世界,对

显微分析技术的要求越来越高，尤其对显微镜的分辨能力更是如此。1933年，在电子波动性假设和旋转对称不均匀磁场可作为一个聚焦电子束的透镜的理论基础上，柏林技术大学的 Knoll 和 Ruska 发明了世界上第一台电子显微镜，这是人类认知微观世界的漫长历程中的一次巨大飞跃。迄今为止，扫描电子显微镜已经广泛应用于科学研究的各个领域。

SEM 为 Scanning Electrical Microscope 的缩写，即扫描电子显微镜，其分辨能力扩展到纳米级，比光学显微镜高出 1000 倍。其主要工作原理是：一束高能初级电子束通过磁扫描线圈，在样品表面进行规则行扫描。高能初级电子束与样品表面相互作用时，会产生背散射电子流和次级发射电子流，两个电流携带着样品表面微观结构的全部信息，采用半导体探头对两个电子流进行接收并将之转变为可识别的电信号，将电信号放大投射到屏幕上，便显现出样品表面微观结构的放大影像，最后将此影像拍摄成照片。

SEM 的主要功能是提供样品表面的微观结构图像，主要优点在于不消耗样品，这对珍贵文物的分析测试极其有利，同时与能谱分析相结合，可以有效分析表面成分。目前，它在文物保护领域的应用日益广泛。

本文中主要利用 SEM 对南昌明宁靖王妃墓出土纺织品的平金线进行表面形态分析和表面元素分析，并参照元代平金线的 SEM 分析测试结果对之解释。

（二）扫描电镜观察

为了对南昌明宁靖王妃墓出土纺织品的平金线有个大致印象，特别选取了一幅普通放大镜下的平金线图像，见图 1。

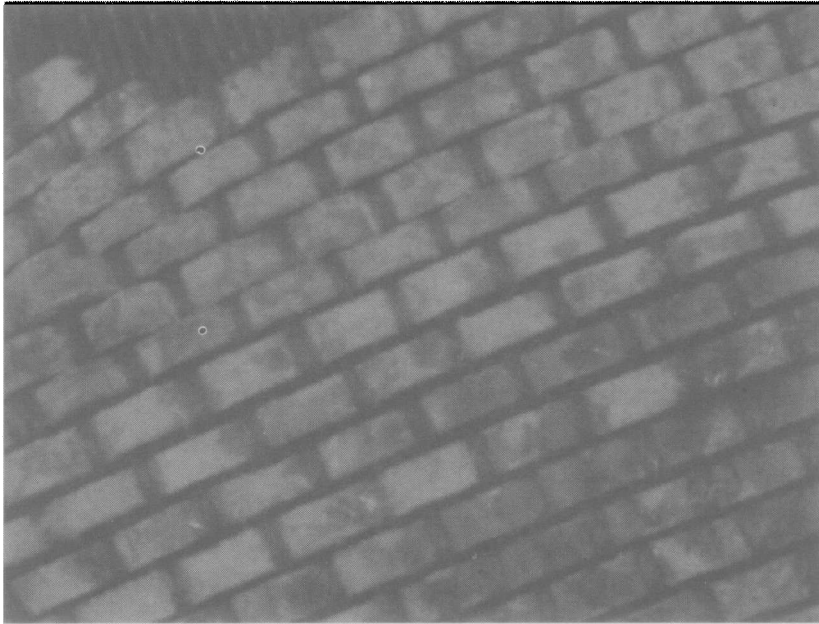


图 1 放大镜下的平金线（明）

从妆金花卉纹裙的背面隐蔽浮长处截取平金线样品，大约 5mm。从不同角度对平金线进行扫描电镜观察，观察结果如下：

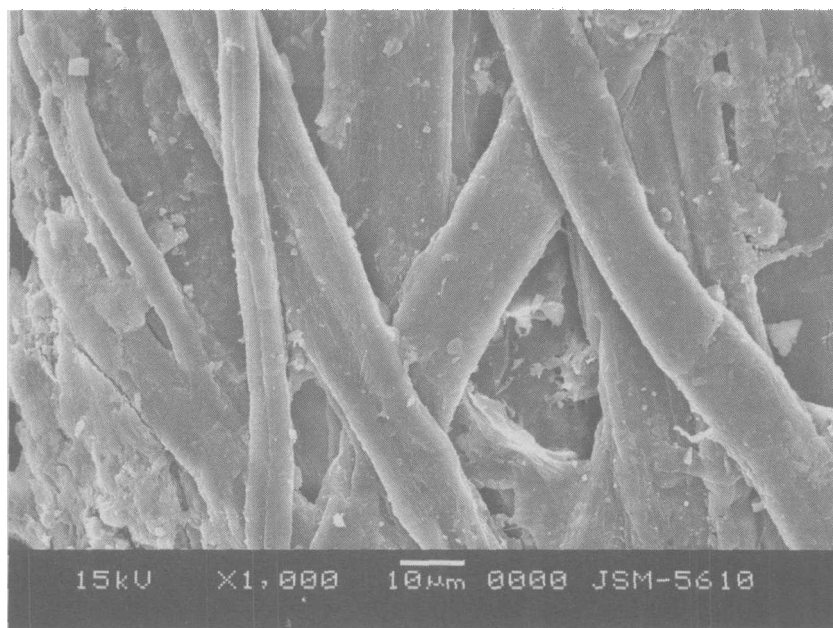


图2 平金线反面，15KV，1000倍（明）

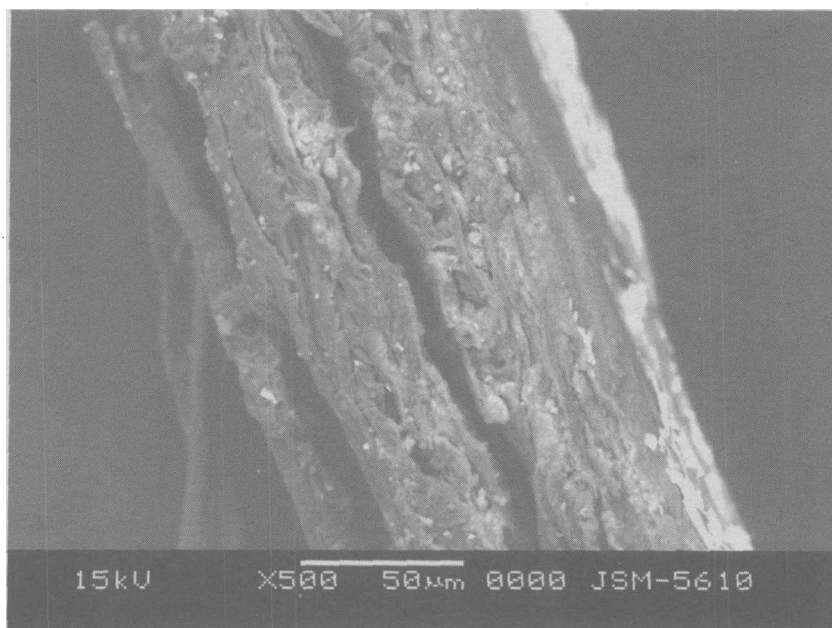


图3 平金线侧面，15KV，500倍（明）

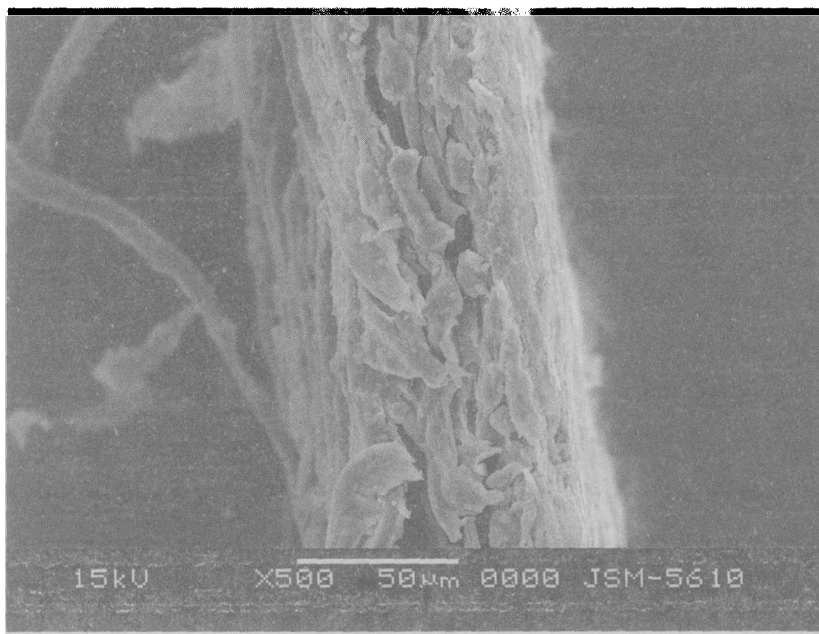


图4 平金线横截面, 15KV, 500倍(明)

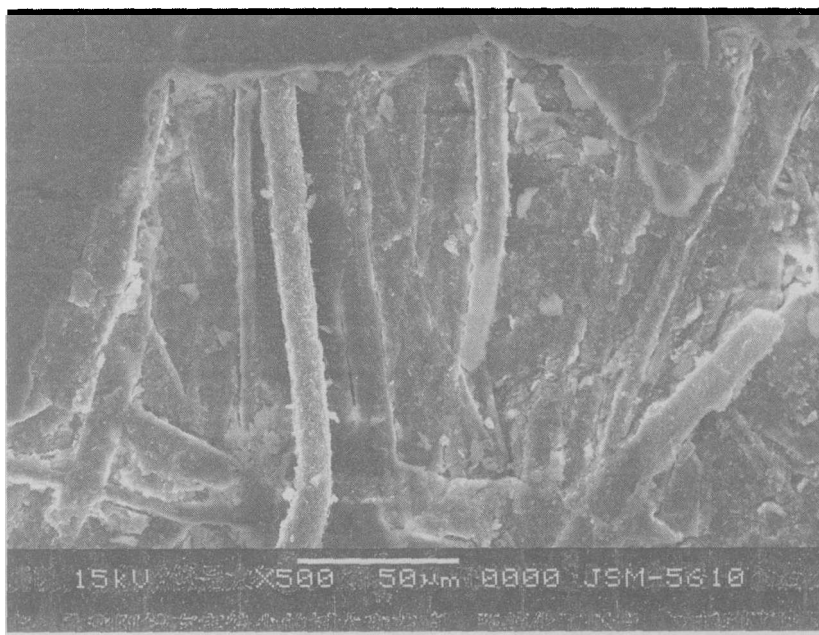


图5 平金线正面(金已缺损区域), 15KV, 500倍(明)

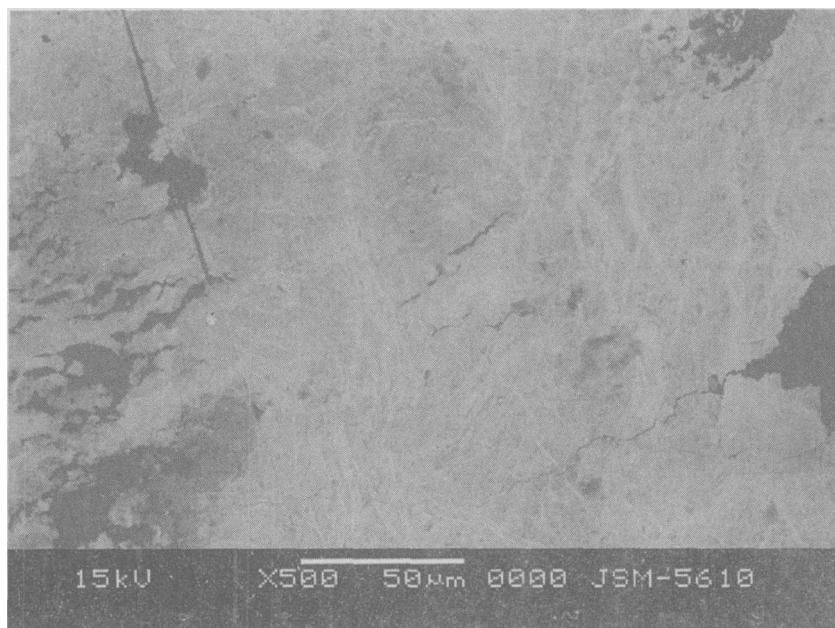


图6 平金线正面（金未缺损区域），15KV，500倍（明）

形态观察结果如下表所示：

表1 明代平金线形态描述

图号	部位	描述
1	总体	平金线的宽度稍有不一
2	反面	背衬有明显的竹类纤维特征
3	侧面	金箔很薄，背衬中有明显裂缝
4	横截面	背衬有明显竹类纤维特征
5	正面（金已缺损）	金箔大块脱落，显露出背衬的竹类纤维特征
6	正面（金未缺损）	金箔覆盖性尚好，有细微裂痕

（三）扫描电镜能谱分析

利用扫描电子显微镜能谱对平金线的正面（金未缺损区域）和反面进行了元素分析，结果如下表所示：

表2 明代平金线能谱分析

Element	正面		反面	
	Weight%	Atomic%	Weight%	Atomic%
C	18.99	51.61	38.66	50.10
O	13.59	27.74	45.42	44.19
Al	3.65	4.41	4.10	2.37
Si	4.83	5.61	4.30	2.39
Cu	1.59	0.82	0.00	0.00
Ag	2.28	0.69	0.43	0.43
Au	55.08	9.13	6.03	0.48
Ca			1.06	0.41
total	100.00		100.00	

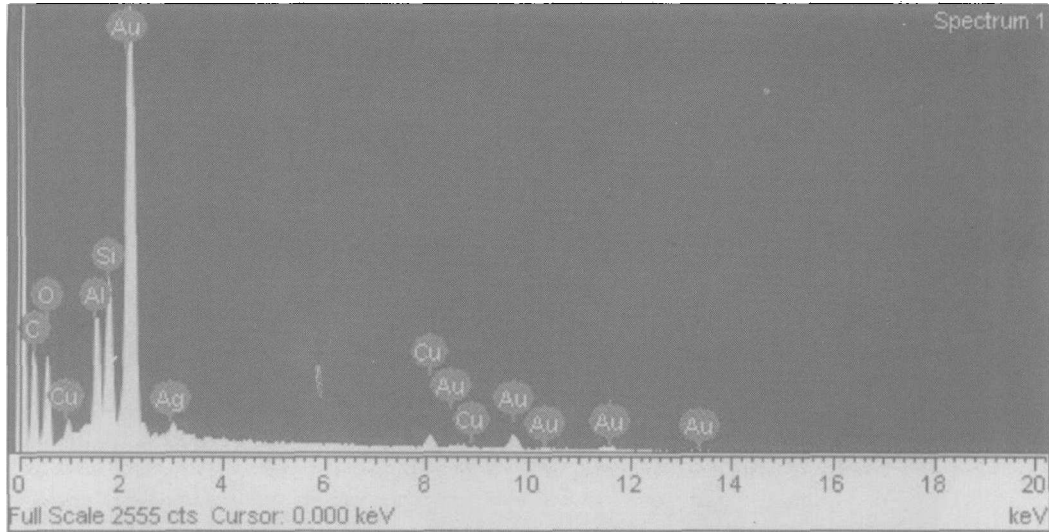


图7 平金线正面（金未缺损区域）能谱（明）

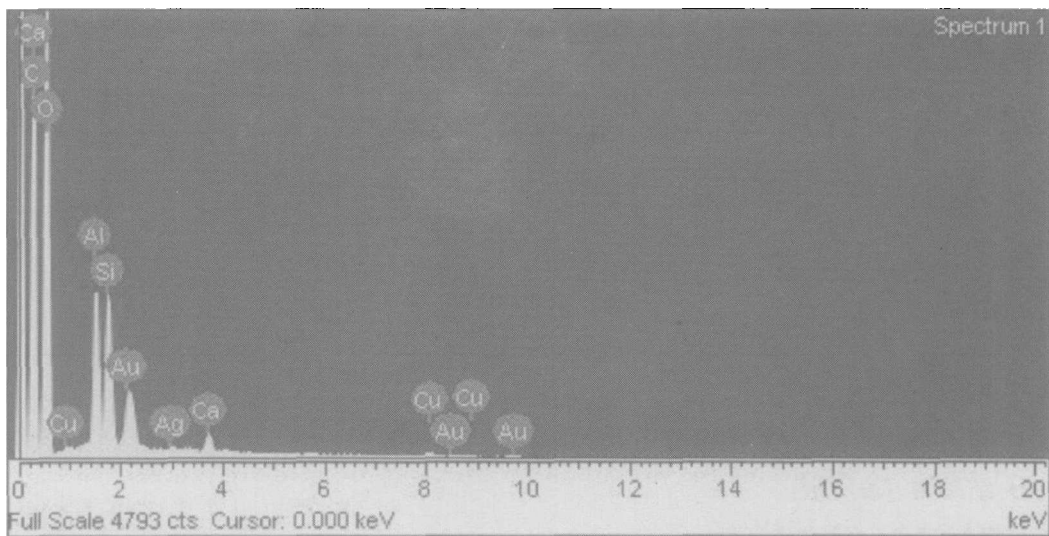


图8 平金线反面能谱（明）

本文特意选取了元代平金线的 SEM 分析测试结果，希望通过两者的参照和对比，更加深入地揭示明代平金线的特点。

表3 元代平金线形态描述

图号	部位	描述
9	正面	金面完整，覆盖性好
10	反面	具有典型的皮类纤维特点
11	横截面	金箔和背衬的厚度相当，结合较好

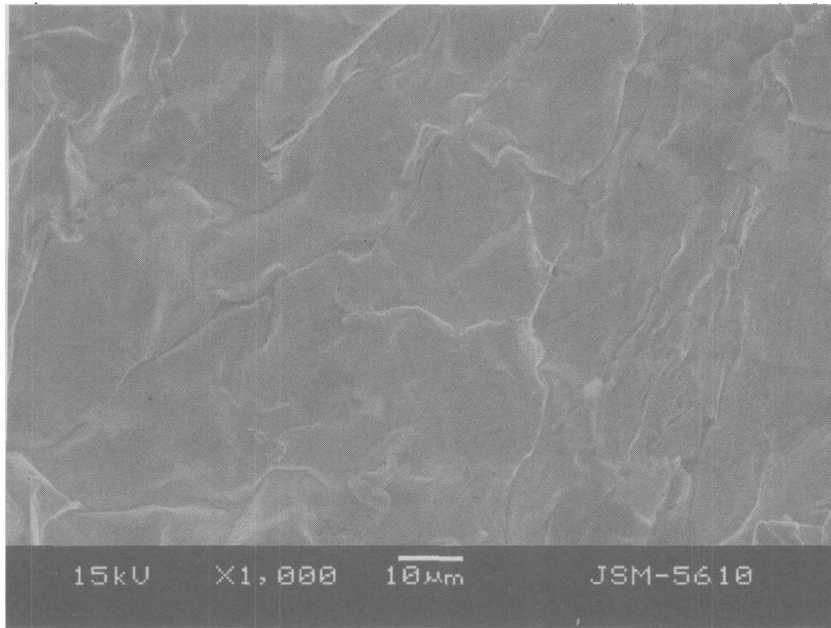


图9 平金线正面 (元)

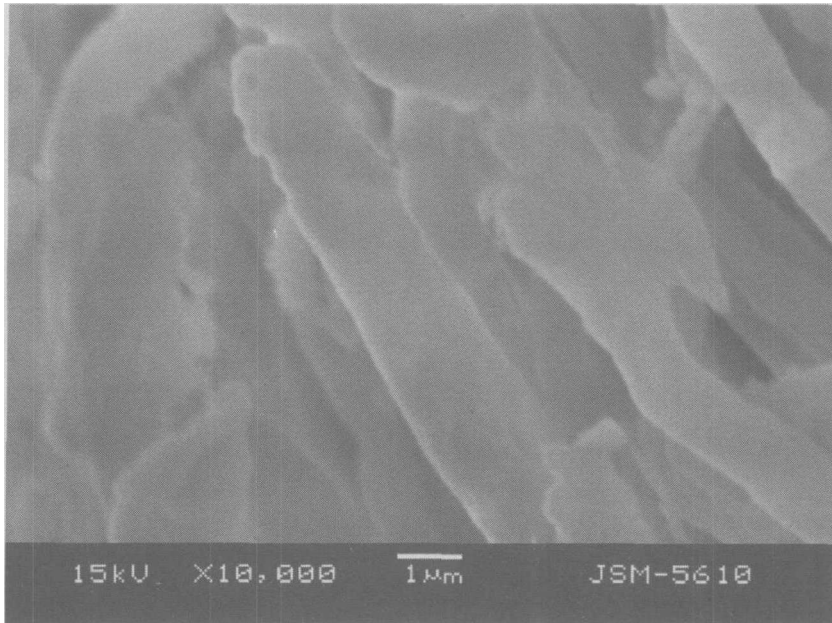


图10 平金线反面 (元)

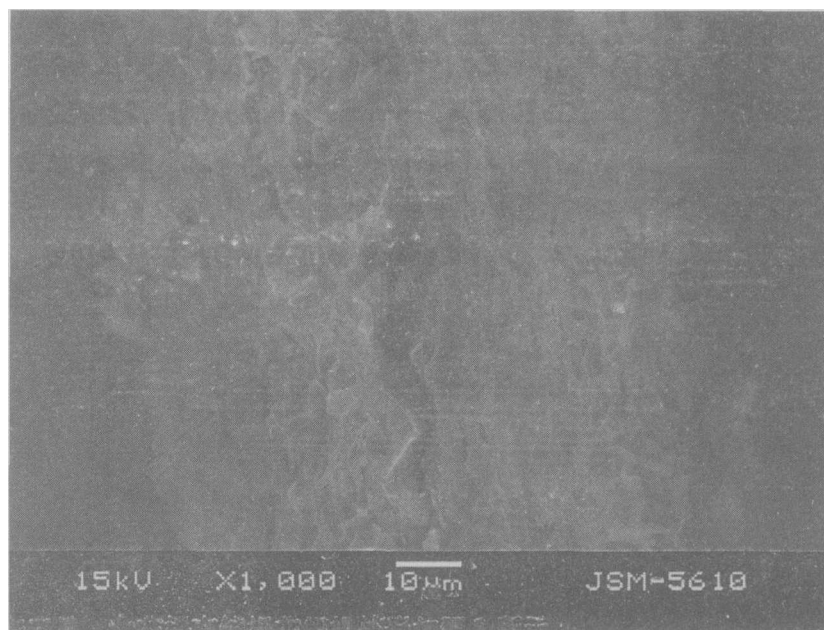


图11 平金线横截面 (元)

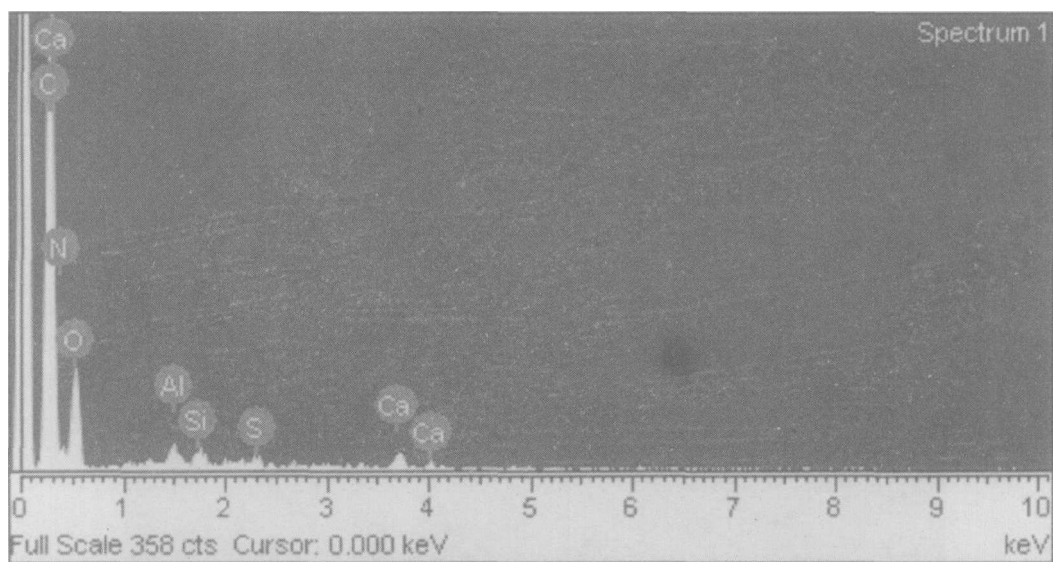


图12 平金线正面能谱 (元)

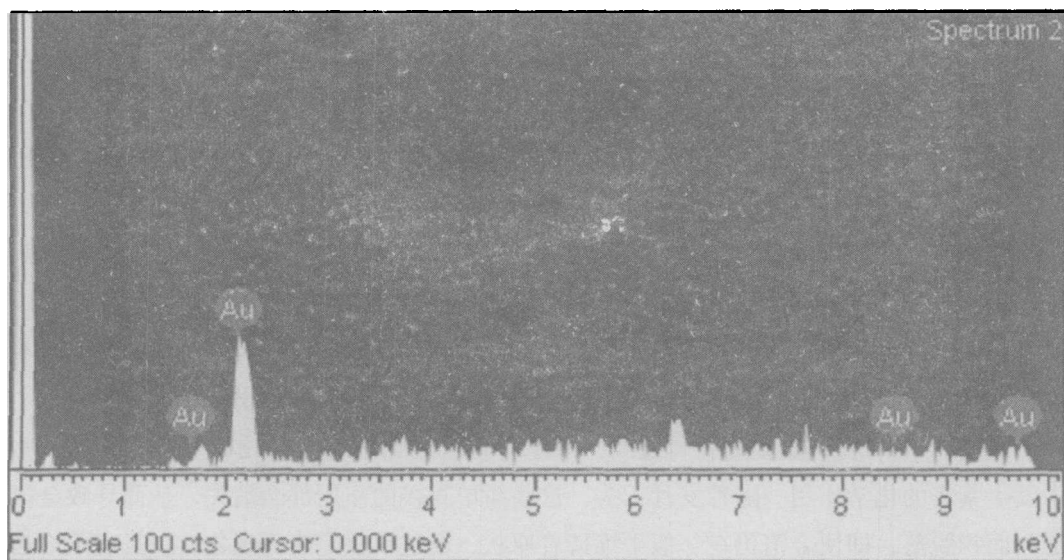


图 13 平金线反面能谱 (元)

表 4 元代平金线能谱分析

Element	正面		反面	
	Weight%	Atomic%	Weight%	Atomic%
C			46.96	56.78
N			17.21	16.77
O			29.24	24.94
Al			0.75	0.38
Si			0.77	0.37
S			0.58	0.25
Ca			1.48	0.50
Au	100	100		
total	100.00		100.00	

四、结果与讨论

(一) 明代平金线的形态分析

从图 1 可见,平金线的宽度只是稍有不同,几乎相差无几,可见当年手工制作工艺水平的高超;

从图 2 可见,金箔在平金线厚度中只占极小比例,也就是说,金箔很薄,表明当年金箔制作工艺已臻完美,可以将金属槌揲至薄如蝉翼的水平,史称“飞金”。制作金箔的主要和惟一方法就是锻打,自商代起一直沿用至今。早期由于未采用隔层材料,只能逐片锻打,厚度也不可能太薄。随着隔层材料的使用,特别是至迟在明代使用的乌金纸,使金箔的厚度大大降低。从最早的逐张锻打发展到目前的一次锻打 1000~2000 张,生产效率有了极大提高。目前,南京金线金箔总厂一直采用传统工艺流程进行金箔和平金线的加工;

从图2、4、5可见,背衬具有明显的竹类纤维特征,这与《天工开物》中皮纸的记载大不相同。通过走访南京传统民间艺人,可以确定背衬材料即为江南常见的苦竹。据民间艺人描述:在冬季将已生多年的苦竹伐下,浸泡在水中,经历三冬三夏,制成竹纸,俗称“毛边纸”,即为平金线的背衬。制作平金线之前,先用沸水冲淋竹纸,并用大石块压实,几天后将之取出,悬挂沥干水分,将干未干之时,把2~3层竹纸经纬交错地叠加在一起,取紫檀木棒槌打,使纸紧密结合。在其表面涂刷一些掺有蜃灰(即贝壳粉)的胶黏剂,将金箔贴附其上,尔后裁剪成平金线。

从图3可见,有一道整齐的裂缝贯穿于背衬中部,可以推测,因为年代久远,原本依靠外部机械槌打结合在一起的竹纸,已经不再紧密,竹纸出现分层现象;

从图5、6可见,金箔与背衬之间,只是存在着物理附着力和胶黏剂的黏结力,并未发生紧密的化学作用。随着岁月长久,这些简单直接的作用都会消失,从而导致金箔的大面积脱落,即便金箔仍在,似乎维持着原状,但这仅仅是表面现象,一旦有不恰当的外力作用其上,金箔势必会从业已存在的细小裂纹处开裂脱落。这种状况无疑对后续的保护工作带来重重障碍。

(二) 明代平金线的能谱分析

分析图7、8可知,C、O、Al、Si应该来自地下水或其他的污染,Cu、Ag、Au应同为金箔的成分,Ca应来自于胶黏剂中所添加的蜃灰。

由于Ag和Au常与各自的矿物共生在一起,或成天然合金共成一体,因此自然界中,Au中常常包含0%~30%的Ag,由于Ag的熔点(960.8℃)比Au的熔点(1064℃)低,所以在熔炼Au的过程中,Ag始终不能除去。随着冶金技术的发展,出现了金银分离术,才能提炼出纯度较高的金。从质量比数据来看,Au为55.08%,占大多数;Ag为2.28%,相对比例不大,可见当时的冶炼技术已经能够得到纯度很高的金了。另外,占1.59%的Cu,可能是制作金箔时特意添加的。纯金柔软,强度不足,难以锻打出极薄的金箔,因此在传统的金箔制作过程中并不使用纯金,而是依照一定比例添加其他金属,使其合金化,以增加金的强度,Cu的色泽与Au相似,加上价格低廉,所以成为最主要的添加元素。仅在反面存在1.06%的Ca,从平金线的制作工艺推测,Ca也许来自于胶黏剂中掺加的蜃灰。蜃灰为贝壳粉,主要化学成分是CaCO₃。众所周知,CaCO₃具有弱碱性,无形中为平金线创造了一个缓冲体系,可以在相当长的时间内中和平金线从外界吸收来的酸分,使平金线维持在一个中性状态,这对于延长平金线的使用寿命是极其有效的。可以毫不夸张地说,我国古代劳动人民早就发明了无酸纸。

五、结语

以上为南昌明宁靖王妃墓出土纺织品中平金线的SEM分析。通过形态观察和能谱分析,可以更加直接、深入、详细、全面地了解文物的现状,为后续的科学保护研究提

供有力的依据和参考。这也许是所有分析检测工作的初衷和目标。

之所以在本文中引述元代平金线的 SEM 分析测试结果,主要目的在于设置一个参比对象,以便更好地考察明代平金线的状况。从外观上看,明代的平金线颜色偏白,元代的平金线颜色发红。同时,在清洗明代和元代纺织品的时候,两者的表现也不尽相同——前者平金线的金容易流失,后者的金箔则相对稳定。这些客观存在的差异,一定有其深层次的原因。对比明代和元代的平金线,可以发现两者之间存在着明显的差异,包括:

金箔的含金量不同,明代的金箔纯度远远不及元代的金箔,这也许是金箔表现色彩不同的原因。金箔的质量有好有坏,据清代工部则例,金箔有“红金”、“黄金”之别,晚清以来,又有“库金箔”、“苏大赤”、“田赤金”诸多称谓。“库金箔”颜色发红,金的成色最好,张子也最大,约三寸三见方。“苏大赤”颜色正黄,成色较差,张子约二寸八分见方。颜色浅而发白的叫“田赤金”,颜色如金而实际上是用银来熏成的叫“选金箔”。自然,金箔的成色越好,就越不易脱落。

金箔所占的比例和绝对厚度不同。元代平金线中,金箔和背衬的比例相当,大于明代金箔的厚度,所以元代金箔虽历经更长久岁月,但金面依然完好,明代金箔的金面已经出现不同程度的裂纹,这也是明代金箔流失的原因之一。

背衬的材料不同。由能谱分析来看,明代平金线的背衬为植物纤维,元代平金线的背衬为动物纤维。采用动物纤维制作平金线,较早见于明代宋应星的《天工开物》,其中五金第八黄金条语说:“秦中造皮金者,硝扩羊皮使最薄,贴金其上,以便裁服饰用,皆煌煌至色存焉。”结合对中亚一带 12~14 世纪加金织物的研究,可知在制作平金线时,取一些质地柔软的动物皮子,如薄羊皮、鱼鳔、牛肠、膀胱等,经过硝皮后绷平晾干,然后将大漆或其他蛋白胶涂刷于皮子上,再贴上金箔,使成金皮纸,尔后裁剪为细丝,即得平金线。至于用竹纸为背衬制作平金线,也许是另一种工艺。

综上所述,南昌明宁靖王妃墓出土纺织品平金线在表现形态和元素成分上都存在一些不足,为后续的清洗保护工作带来一定难度。如何在去除纺织品表面的污染物的同时,确保金箔的不流失,两者之间的确存在着矛盾,有待于今后深入研究。

参考文献

- [1] 廉海萍:《古代金箔制作工艺调查》,《文物保护与考古科学》。
- [2] 马清林:《文物保护和科学鉴定》。

(作者单位:中国丝绸博物馆)