

两种近代美国时装用圆金线结构与能谱测试研究

刘美玲¹,赵 丰²,张国伟²,何进丰¹,吴子婴¹

(1. 浙江理工大学材料与纺织学院,杭州 310018;2. 中国丝绸博物馆丝织品文物保护国家文物局重点科研基地,杭州 310002)

摘 要:应用万能显微镜、实体显微镜、扫描电子显微镜、能谱仪等对两种美国时装用圆金线进行结构测试和能谱测试,分析其制造原料和结构特征,结果表明:两种芯线不同的圆金线的外观呈现扁平状特征,一种芯线是单根低捻蚕丝,另一种芯线则是双股棉线,二芯线 and 外包扁金线的捻向均相反;对其包缠扁金线进行能谱分析,其中一种为铜锌合金表面镀金,另一种为纯铜质表面镀金。两种圆金线与现代试样有较大差异,推测为近代圆金线产品。

关键词:金银线;圆金线;扁金线;结构;能谱分析;近代美国时装

中图分类号: TS109 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3851 (2016) 04-0492-06 **引用页码:** 070102

0 引 言

金银线作为一种装饰性纺织用线,因其富丽豪华的光泽效果,自古以来备受世人青睐。古时金银线用贵重原料金、银制造而成,按照其制造方法的不同有扁金线和圆金线(拈金线)之分。金银线作为装饰用线用途广泛,如我国历代皇帝御用服装、国外地毯、各种刺绣如中国的云锦,希腊在拜占庭时期也曾流行金线刺绣^[1]。金银线或金属纤维是最早的人造纤维^[2]。我国关于金银线的记载最早可见于汉代文献^[3];一种毛织物加金,称为“罽(音 jì)衣金缕”;后《唐六典》(738年)介绍的14种用金方法中“拈金”和“织金”两种可用于织造;宋元时期是传统金银线使用的繁荣期;关于传统金银线制造工艺的详细记载则出现于明代宋应星编著的《天工开物》(1637年)。国外对于金银线的使用亦有悠久的历史,其关于金银线的记载最早可追溯至基督教的《旧约全书》时代(约公元前2世纪),后历经数次革新。罗马人曾一度将金箔捶打至厚度仅有0.2 μ m。国外圆金线的出现约在公元1000年,几个世纪后塞浦路斯曾出现过动物膜镀金制成的圆金线;中世纪后期由中国传入的镀金桑皮纸使得圆金线更加耐用,公元1600年以后,贵重金属的使用量大幅度减少,直至19世纪左右,镀金

银、镀金铜都作为金线的“仿制品”长久使用^[4]。

本文所选取研究的样品来源于美国古董时装收藏家丽蒂娅·葛顿(Lydia Gordon)女士收藏的一批样品中的两件时装布料残片。丽蒂娅·葛顿女士的藏品时间跨度为18世纪晚期以来200多年,包括18世纪末的服装约10件,19世纪服装数量很大,有数百件之多,20世纪上半叶为主,20世纪下半叶为辅。这两件时装布料大量使用金银线营造出华贵的质感,对这两种金银线进行结构测试和能谱测试,并与现代样品进行对比,以期推测其生产年代,丰富近代金银线发展史料。

1 实验部分

1.1 测试样品

测试样品类型为圆金线,共4件,其中2件为美国时装用金银线(编号为1号、2号),取样于中国丝绸博物馆,系美国古董时装收藏家丽蒂娅·葛顿收藏,另2件是现代圆金线样品(编号为3号、4号),由台州金长城金丝有限公司提供。

1.2 测试方法与过程

1.2.1 纵向结构测试

将4件测试样品分别置于M165C实体显微镜(LEICA公司)下,在相同条件下,对其纵向结构进

收稿日期:2015-08-10

基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BHA58F01)

作者简介:刘美玲(1990-),女,山东寿光人,硕士研究生,主要从事纺织品文物要素研究与创新方面的研究。

通信作者:吴子婴,E-mail:hzwy@zstu.edu.cn

行观察,并用仪器自带软件测量其包缠角度。将样品用导电胶贴于样品台上,置于 JCM-6000 台式扫描电子显微镜(JEOL 公司)中,在 15kV 电压、高真空状态下,对其纵向结构进行观察。

1.2.2 横截面结构测试

将测试试样逐根包埋于粘胶纤维中,使用 Y172 型哈氏切片器(常州纺织仪器厂)进行切片,获得样品横截面切片,置于 VANOX AHB-K1 型万能显微镜(OLYMPUS 公司)下,观察测试试样横截面形状结构,判断其芯线组成纤维的类型,并获取 1000 倍放大图象。扫描电子显微镜对其横截面面结构进行观察,并使用仪器软件自带测量工具对样品进行直径等数据测量。

1.2.3 芯线结构测试

对样品表面包缠的扁金线解捻,使其褪下露出芯线,置于 M165C 实体显微镜(LEICA 公司)下,观察其芯线的捻向、捻度及染色与否。

1.2.4 能谱测试

分别对 2 件美国时装用圆金线样品和 1 件现代圆金线样品的表面以及截面使用 INCA 能谱仪(OXFORD 公司)进行能谱定性分析,工作电压为 20 kV,判别并比较美国时装用和现代圆金线样品表面包覆的扁金线材料元素组成及区别。

2 实验结果与讨论

2.1 圆金线结构分析

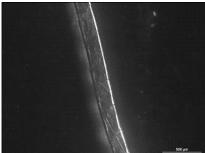
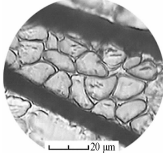
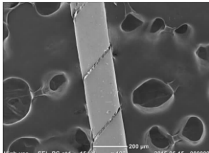
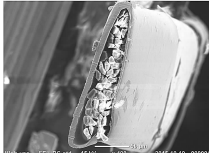
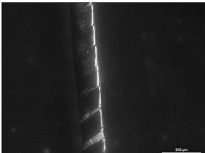
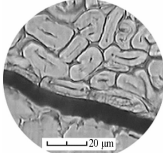
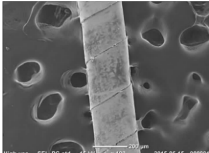
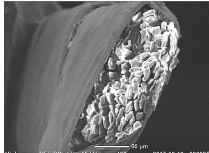
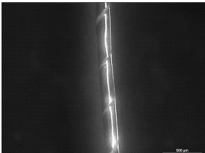

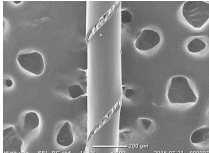
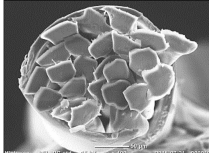
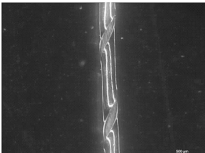
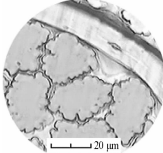
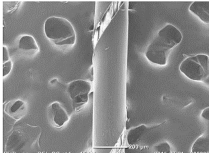
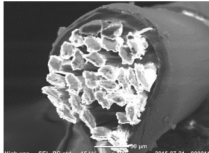
表 1 是 1-4 号样品分别在实体显微镜 50 倍率下

的纵向图像、万能显微镜 1000 倍率下的横截面图像、扫描电子显微镜 100 倍率下的纵向图像和 400 倍率下的横截面图像。由表 1 可知,1 号、2 号样品均为金银线品种中的圆金线,由扁金线以螺旋状包裹于芯线外层,且 1 号、2 号两者均为扁平状,3 号、4 号为圆柱状。1 号、2 号的这种扁平状横截面的特征分布较为均匀,并且所有 1 号、2 号样品均为扁平状,与 3、4 号样品存在明显差异。纵向实体图片显示,与两种现代圆金线相比,1 号、2 号二者表面光泽较弱。尽管 1、2 号样品年代不明确,仍可推测这两者是由于保存时间较长,表面金属光泽损伤而减弱。此外,1—4 样品表面包缠的扁金线捻向均为 Z 向,1 号、2 号样品较 3 号、4 号现代样品来说,包缠更为紧密。

在万能显微镜下观察试样,发现 1 号样品芯线横截面成不均匀的三角形,判断为蚕丝;2 号为腰圆形有中腔,判断为棉;图片中的黑色条状区域为样品表面包裹的扁金,因不透光呈现为黑色。3 号、4 号样品的芯线材料已知,3 号为涤纶长丝,截面为规整圆形,4 号为花瓣形人造丝,并染成红色。3 号、4 号的试样外包扁金线为两层结构,其中较厚一层为透明无色的膜,外层为较薄的染色(金色或红色)层。

由以上分析可知,1、2 号样品的外观结构及组成材料均与现代样品有较大的差异。

表 1 1—4 号样品形貌观察结果汇总

样品编号	纵向实体图片	横截面图片	纵向 SEM 图片	横截面 SEM 图片
1				
2				
3				
4				

将4件样品进行退捻,并将表面扁金线剥下,露出芯线结构,在实体显微镜50倍率下进行拍摄,得到图1所示的1—4号样品解捻结构图。如图1可见,1号美国时装圆金线为单股纱,S捻向,捻度较低,与3号、4号现代圆金线类似;1号样品芯线染成黑色,染成黑色的原因与黑色纱线交织成织物。2号美国时装圆金线的芯线则为双股棉线,单纱和合股捻向均为S捻,未染色。3—4号现代样品的芯线均为低捻长丝,S捻向,其中3号芯线染成与表面颜色相近的金黄色,4号芯线染成与表面相近的红色。

与现代样品相比,1号样品和2号样品芯线的捻度明显偏大。路智勇^[5]曾讨论过圆金线传统手工搓捻的工艺过程和成形机理,圆金线外层的扁金线看似螺旋缠绕而成,而实际是利用加捻芯线自然松捻过程中产生的回旋力,使得扁金箔条自然捻绕于其外层,并有一副欧洲国家在1711年的铜版画印证圆金线以此工艺制作而成。经此制成的圆金线,其芯线捻向与外层扁金线包缠捻向相反,1号、2号样品恰符合此规律,推测为相同原理工艺制成。

现代金银线^[6]的发展始于1946年美国的杜贝克门公司将醋酸丁酸酯纤维素薄膜粘合在金属铝箔的两面,然后切割制成金银线。1950年,美国在涤纶薄膜表面真空镀铝制成金银线。现代金银线基本都是在涤纶薄膜两面或者单面真空镀铝,表面染色后切割而成,可直接作为扁金线使用,亦可加以其他制造工艺,如与其他纱线复合加捻,或包缠于其他纱线外层制成圆金线,来满足织造过程和产品美观要求,3、4号样品显然属于后者。

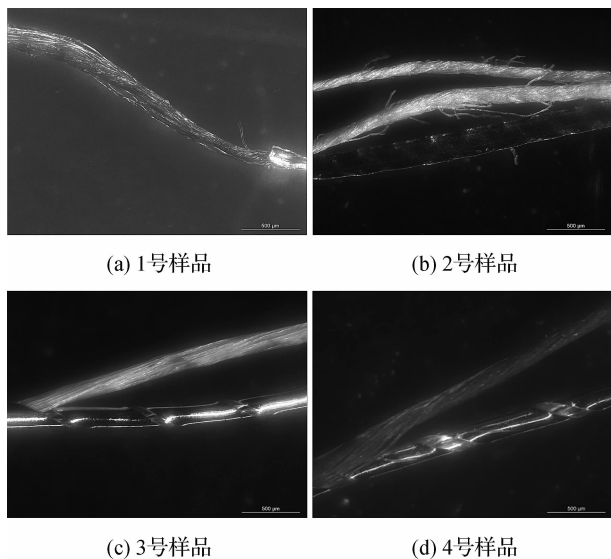


图1 1—4号样品解捻结构

自现代金银线发展以来,传统的金银线工艺逐渐被淘汰,除极少量传统名贵织物仍使用传统金银线外,现代织物基本不使用传统金银线。

2.2 圆金线结构的基本数据

用实体显微镜和扫描电镜自带的测量软件对1—4号样品进行直径(长径)、包缠角度、扁金线宽度测量得到结果见表2。由表2数据可知,1号样品长径与现代圆金线直径更为接近,2号样品长径相对较大。与3号、4号现代圆金线相比较,1号、2号的包缠角度明显偏大,比现代圆金线包缠紧密。而表面扁金线的宽度,1号、2号则明显比现代样品窄。

表2 1—4号样品结构数据汇总

样品编号	直径(长径) / μm	包缠角度 / $^{\circ}$	扁金线宽度 / μm
1	196.2	43.6	260.0
2	248.0	68.2	239.5
3	189.0	39.7	330.2
4	196.0	26.4	362.0

注:包缠角度为外包扁金倾斜方向与圆金线轴向的夹角;扁金线宽度指其两平行边之间的垂直距离。

2.3 能谱分析

表3为1号样品的表面及横截面能谱测试结果。表3显示:该样品外层包缠的扁金线主要成分为金属Cu,其表面比重高达67.09%,横截面比重在95%左右,因铜与金的颜色最为接近,且价格相比较金、银更加便宜,故在金银线的发展过程中,铜曾作为贵重材料金的替代品,文献中亦有关于我国古代捻铜线、捻银线的记载。除Cu外,表面能谱分析显示还有Au、Ag存在,并且比例分别达到了10.54%和8.04%,但横截面内外层均无Au和Ag,可见,Au、Ag是镀在扁金线表面,因金属Cu比Au、Ag性质活泼,易氧化失去光泽,表面镀金可大大弥补这一缺陷。18世纪曾流行的荷兰饰金便是一种镀金铜,随使用时间光泽变暗^[4]。1号样品扁金线的横截面测试结果中,发现少量的金属Zn,比重在2%以上。基于Christopher Pinchbeck^[7]早在1732年提出的将Cu与Zn制成合金的理论可知,控制二者比例,便可制造出延展性良好的纯金线替代品。因此推测1号样品扁金线横截面中的金属Zn为合金成分。而对于表面和断面中均出现的金属Ta和断面中出现的金属Al,由于其含量太少,推测为金属中存在的杂质,可忽略处理。非金属元素C在表面的比重为11.05%,与表面所镀Au、Ag接近,O在表面的比重为2.61%,但C和O在横截面测试结果中的比重大大减小,可能为存放时间较长,表面污染和表面氧化所致。

表 3 1 号样品表面扁金线的能谱分析

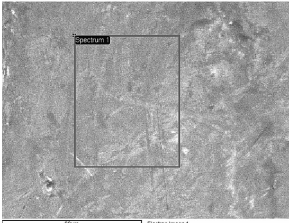
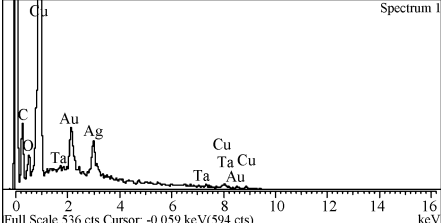
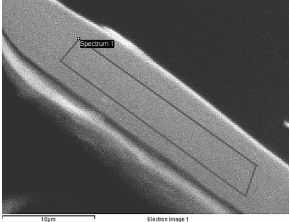
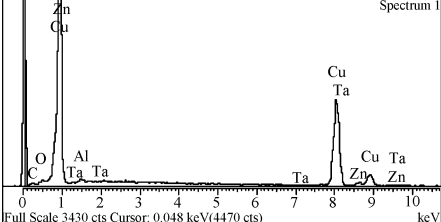
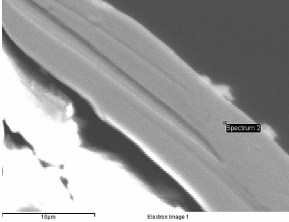
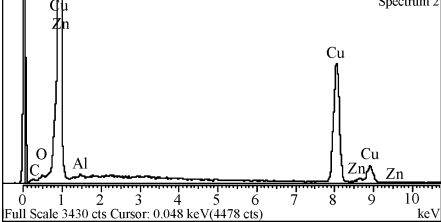
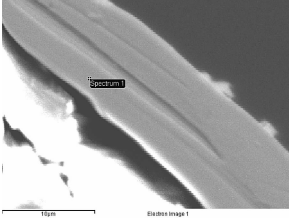
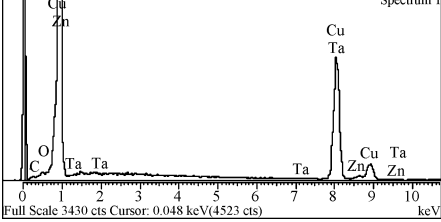
区域	SEM 图片	能谱图
表面		
横截面		
横截面外层		
横截面内层		

表 4 为 2 号样品的能谱测试结果。表 4 显示其扁金线亦是铜质,且由横截面能谱测试结果可知,2 号样品的扁金线为纯铜质, Cu 的比重达到 90%,并非合金。2 号样品同样仅在表面镀以 Au、Ag,目的与 1 号样品相同。但 2 号扁金线中 Au、Ag 比重相

近,均为 3%左右。2 号样品横截面外层中同样出现微量的金属 Ta,做忽略处理。1 号和 2 号样品中表面镀金均为 Au、Ag 混合,推测是因为金银矿物共生,Au 的熔点比 Ag 的高,因此熔炼的 Au 纯度不高所致^[8]。

表 4 2 号样品表面扁金线的能谱分析

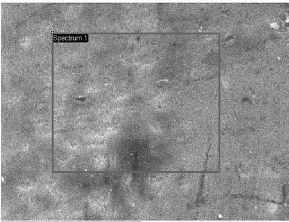
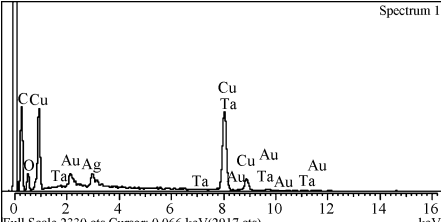
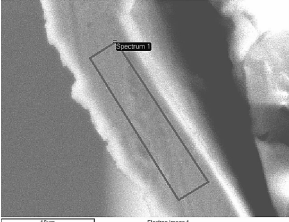
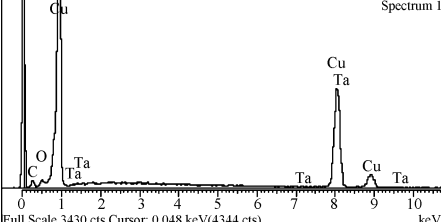
区域	SEM 图片	能谱图
表面		
横截面		

表 4 续


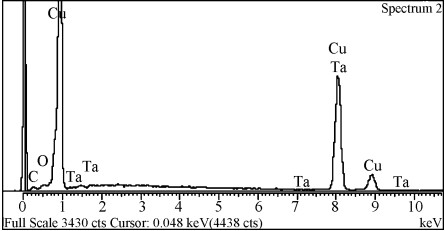
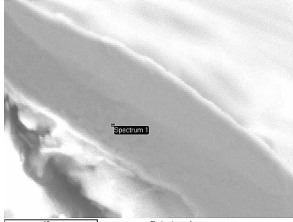
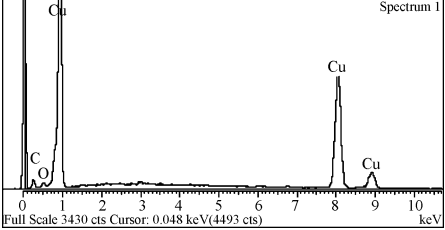
区域	SEM 图片	能谱图
横截面外层		
横截面内层		

表 5 是现代包缠扁金线试样的内、外表面以及横截面的能谱测试结果。由外表面的能谱图可见,主要为非金属元素 C、O、N,其中 C 元素比重 60%左右,O 元素为 20%左右,N 元素比重小于 10%,判断来源于薄膜和染料。外表面有金属元素 Al 和 Cr 的存在,比重分别为 8.32%和 9.07%,可见现代扁金线试样外表面镀铝,但其内表面并无 Al 元素,判断其只有单面镀铝;金属 Cr 一般出现在纺织品染色的媒染剂中,这也证明现代扁金线是薄膜表面镀铝

然后染色而成。现代扁金线试样横截面能谱测试显示,横截面按照由外表面到内表面的次序分层,其 Al 元素的比重呈减少趋势,Al 的比重分别为横截面外层 3.18%,横截面中层 0.18%,横截面内层未出现 Al,这跟内外表面的分析结果一致。横截面中层出现的微量 Si 元素,比重仅为 0.09%,可忽略处理。此外,横截面中均未出现 N 元素,可见 N 元素来源于表面染料,且扁金线内外表面均有染色。

表 5 现代样品表面扁金线的能谱分析

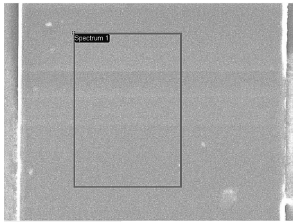
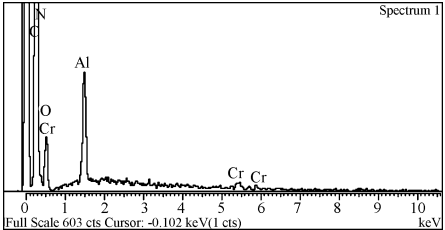
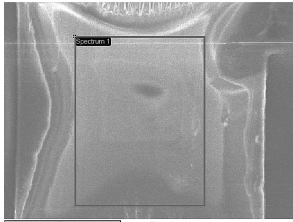
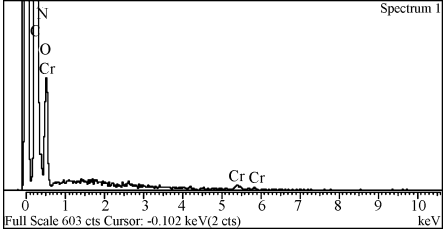
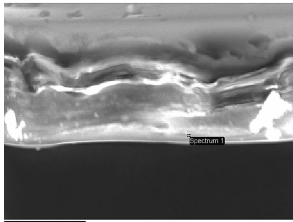
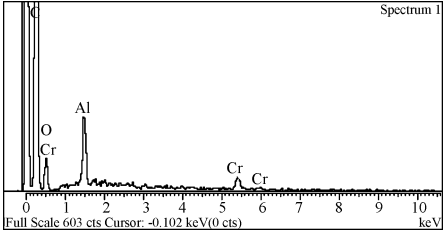
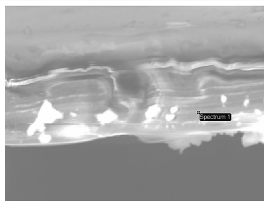
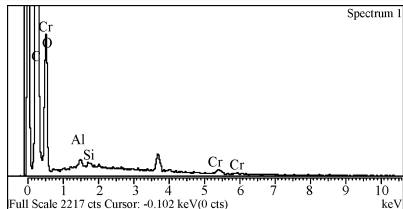

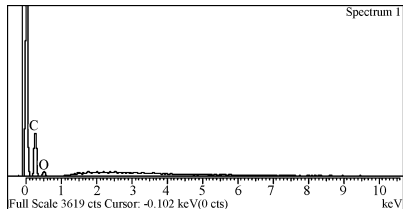
区域	SEM 图片	能谱图
外表面		
内表面		
断面外层		

表 5 续

区域	SEM 图片	能谱图
断面中层		
断面内层		

3 结 论

a)两种金银线均为圆金线,且被处理为扁平状。其中 1 号样品以染成黑色的低捻蚕丝单纱为芯线,外包缠镀金的铜锌合金扁金线,芯线 S 捻,外层扁金线包缠 Z 捻。2 号样品则以原色双股棉线为芯线,外包缠镀金铜扁金线,芯线 S 捻,外层扁金线包缠 Z 捻。

b)1、2 号样品与现代圆金线有很大的不同,结合样品来源背景时间、圆金线的发展历程以及 1 号、2 号样品的原料组成和结构特征,推断这两种金银线属于近代产品。

参考文献:

[1] 周启澄,屠恒贤,程文红. 纺织科技史导论[M]. 上海:东华大学出版社,2002:98.

- [2] 丝织教研室. 丝织材料学[M]. 苏州:苏州丝绸工学院, 1982:243.
- [3] 中国大百科全书总编辑委员会《纺织》编辑委员会. 中国大百科全书纺织[M]. 北京:中国大百科全书出版社, 1998:133.
- [4] SCHREIER B A, BRESEE R R. History of decorative metallic yarns [C]// Manhattan:Book of Papers, National Technical Conference of AATCC,1979:137-140.
- [5] 路智勇. 试论“捻金线”命名的合理性[J]. 文博,2014 (1):70-74.
- [6] 张在钜. 金银线的生产沿革和展望[J]. 上海纺织科技, 1980(8):1-4.
- [7] LEENE J. Textile Conservation[M]. Washington ,D C: Smithsonian ,1972:218.
- [8] 周旸,汪自强. 南昌明宁靖王妃墓出土纺织品平金线的 SEM 分析[C]// 中国文物保护技术协会第三次学术年会论文集,杭州:2004:142—153.

Research on Two Circular Metallic Yarn Structures and Energy Spectrum Test Used in American Fashion

LIU Meiling¹, ZHAO Feng², ZHANG Guowei², HE Jinfeng¹, WU Ziyang¹

(1. College of Materials and Textiles, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Key Scientific Research Base of Textile Conservation, State Administration for Culture Heritag, China National Silk Museum, Hangzhou 310002, China)

Abstract: Universal microscope, stereoscopic microscope, scanning electron microscope and EDS (Energy Disperse Spectroscopy) were applied for structure test and energy spectrum test of circular metallic yarns used in American fashion. The manufacturing raw materials and structure features were analyzed. It is found that the two kinds of circular metallic yarns with different core yarns present flat feature. One kind of core yarns is single low-twist silk, and the other kinds of core yarns is double cotton yarns. Twist direction of both core lines and flat gold yarn is opposite. By energy spectrum analysis (EDS), one is overgilded by pinchbeck alloy, and the other is overgilded by pure copper. Both circular gold yarns differ a a lot. It is speculated that they are modern circular gold yarns.

Key words: metallic yarn; circular gold yarn; flat gold yarn; structure; energy spectrum analysis; Americah fashion

(责任编辑:张祖尧)