

多光谱摄影技术在印绘纺织品文物信息提取中的应用 ——以正德八年诰命为例

杨海亮^{1,2}, 周 旸^{1,2}, 刘 剑^{1,2}, 俞国璋³

(1. 中国丝绸博物馆, 浙江杭州 310002; 2. 纺织品文物保护国家文物局重点科研基地(中国丝绸博物馆), 浙江杭州 310002;
3. 新昌县文管会, 浙江新昌 312500)

摘要: 为了探讨多光谱摄影技术在纺织品文物信息无损提取中的实用性, 利用多光谱成像系统和微型光谱仪对正德八年诰命中破损的纹理组织、模糊的墨书字迹进行识别。在对诰命的图像信息提取后发现, 多光谱的红外光波段对纺织品文物上的墨书字迹具有较好的识别作用; 在颜色复杂或肉眼无法识别细微纹理的情况下, 结合提取对象的反射光谱, 可以较好获取织物颜色和纹理信息, 完善和补充纺织品文物的相关信息。多光谱摄影技术在纺织品文物信息无损分析方面具有较好的实用性。

关键词: 多光谱成像系统; 纺织品文物; 信息提取; 无损分析
中图分类号: K876.9 **文献标识码:** A

0 引言

近 10 多年来, 多光谱摄影技术在文物保护领域有了重要进展。这种非介入或无损的调查方法在壁画保护方面已得到了越来越广泛的应用, 已被证明是文物保护学家和修复工作者的有力工具。它首先被用来进行绘画技法的科学调查和复原研究, 也可用于研究古代档案或纺织品文物上的模糊文字显示和颜色显示以及保护方法的评估。国外利用多光谱及高光谱对文物进行无损分析的研究成果较多, 主要集中在油画颜料、墓葬地理信息^[1]等。国内对多光谱在文物方面的应用研究则刚刚起步^[2,3], 有关纺织品文物的多光谱无损信息提取的报道极少。本研究以正德八年的诰命为研究对象, 利用多光谱成像系统对其信息进行无损提取, 探讨多光谱摄影技术在纺织品文物中的实用性, 为纺织品文物信息无损提取技术提供一定参考。

1 样品特征

本次实验对象为正德八年的何鉴诰命, 该诰命为青灰、杏黄、米黄三色织绶, 底织云鹤图案, 但现存的诰命已分为两段, 共长 325cm, 宽 30cm。

第一段首端为青灰色, 上织首尾相错的龙纹, 两龙之间织有篆体“奉天诰命”四字, 但破损

较为严重, 是本次实验的拍摄部位之一。相接的杏黄色绶上, 用馆阁体书写诰命内容, 从“奉天承运皇帝制曰……”起, 叙述职掌兵部责任的重大, 以及当时已被封为“太子太保兵部尚书”何鉴的事迹。

第二段首端也为青灰色绶, 内容为尚书何鉴的任职履历, 从初任的宜兴知县起至太子太保兵部尚书的今职, 共有十五任职衔。但是由于年代久远, 字迹较为模糊, 此段也是本次实验的拍摄部位之一。接着杏黄色绶上写的是何鉴已故妻子石氏有“从夫之义”, 从赠夫人的原封诰加赠为一品夫人, 最后一节的米黄色绶上写“正德八年二月十二日”的签发日期, 上印“制诰之宝”玉玺图章, 古代皇家印章制作较为正式, 手工刻制玉石印章的过程中, 玉石表面会出现独一无二的纹理, 肉眼分辨不出, 印章也作为本次实验的拍摄部位之一。最后有半个“××之宝”的玉玺, 盖在签发字号上, 尚有半个大印留存在朝廷的存根上(图 1)。

2 实验方法

2.1 图像信息提取

多光谱成像是通过成像光谱仪记录被检验物体在一定光谱范围内密集均匀分布的多个窄波段单色光的反射光亮度分布或荧光亮度分布, 形成由许多

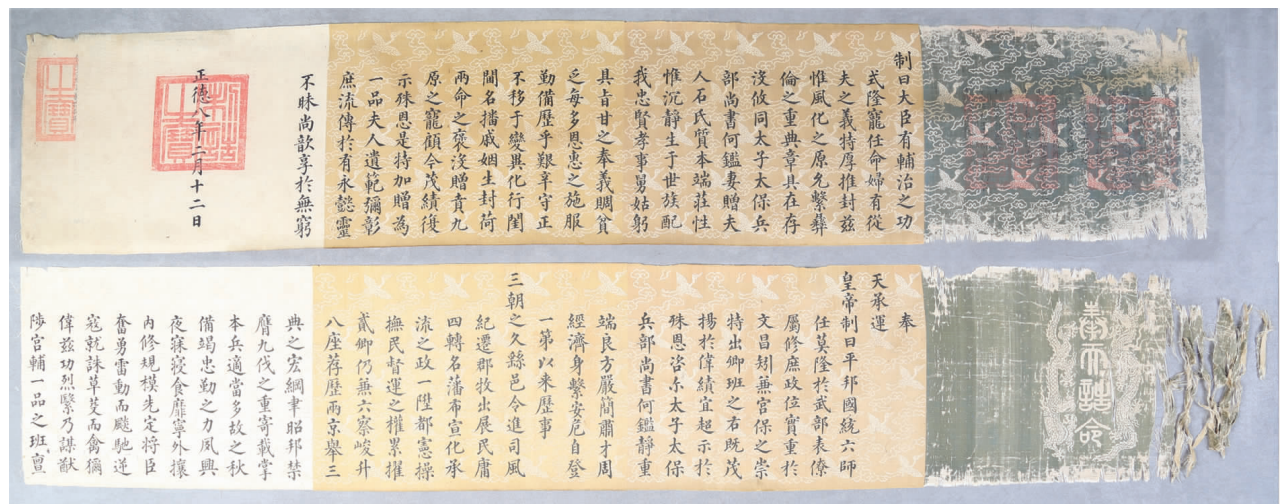


图 1 现存的何鉴诰命(两段)

Fig. 1 The existing Imperial Edict for Hejian

单色光谱影像构成的光谱影像集(图 2),光谱成像记录的光谱影像集包含了检测物体在多幅等间隔波长位置的窄波段单色光亮度分布影像,将摄入光源经过过滤,同时采集可见光谱和红外光等波段的数字图像,并进行分析处理的技术^[6]。它是光谱分析技术(特征敏感波段提取)和计算机图像处理技术有机结合,同时可以弥补光谱仪抗干扰能力较弱和 RGB 图像波段感受范围窄的缺点。

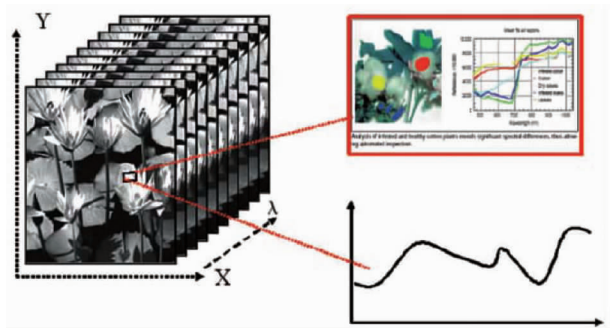


图 2 多光谱成像原理示意图^[5]

Fig. 2 Sketch map of multi spectral imaging

本工作采用 Spectro Cam 多光谱成像系统(美国海洋薄膜公司)对诰命的两个取样部位,龙纹“奉天诰命”部位、十五任职衔墨书进行拍摄。

滤光波长:在拍摄过程中,利用 8 个标准滤光片(表 1),并配合系统软件模拟运算提取图像信息。其中滤光片(PF)1—6 为可见光波段,而滤光片(PF)7 和 8 包含不可见的红外光波段。外部光源:白炽灯。

2.2 反射光谱获取

采用 QE65000 科研级微型光谱仪(美国海洋光学公司)获取红色印章的反射光谱。

表 1 标准滤光片的中心波长和谱带宽度

Table 1 Central wavelength and spectral band width of the standard filter (nm)

滤光片	中心波长	谱带宽度
1	425	100
2	475	100
3	550	100
4	615	100
5	650	100
6	675	100
7	775	100
8	850	100

光纤类型:200 μm 入射光纤和 600 μm 接收光纤。

外部光源:HPX-2000 氙灯(美国海洋光学公司)。

3 实验结果

3.1 破裂病害的识别

纺织品文物主要由天然动植物纤维织造而成,埋藏环境与保存环境中的光、温湿度、有害气体、污染物等极易对织物纤维造成腐蚀,以致纤维强力下降,易使织物出现破裂,进而导致残缺和糟朽等。对于细微破裂之处,常受织物表面颜色而使视觉干扰,不能准确快速观察到一些细微的破裂部位,所以通过多光谱图像进行观察识别。配置滤光片的多光谱,在拍摄时可以形成每个像素只有一个采样颜色的图像,即灰度图像,图像上每个像素点的灰度值都存在不同波段下的光谱吸收反射特性信息。因此,可以采破裂之处与文物完好部位差距最大的

光谱波段的多光谱图像来进行细微破裂病害的检测,即可观察丝织品文物的纹理细节,从而找出细微破裂之处。

本研究对圣旨中颜色为深绿的部位进行拍摄,观察该部位的纹理细节,快速找出一些破裂之处,从而对该部位进行病害评估。利用滤波片 7 (PF7) 条件进行部位拍摄(图 3)形成灰度图像,表面深绿色已过滤,细微破裂之处清晰可见,相比显微镜观察更加便捷快速。

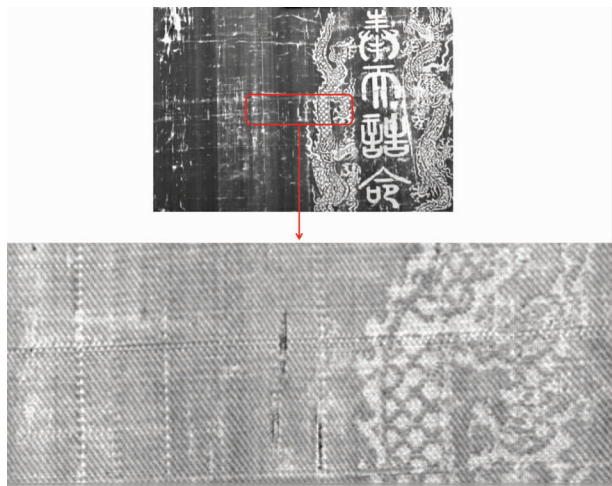


图3 细微破损之处(PF7 条件下)

Fig.3 Observation for tiny damage (PF7)

3.2 墨书字迹的提取

在背景颜色和图案较为丰富的丝织品文物上书写的墨书,由于埋藏环境和保存环境的影响,出现污染和褪色现象,导致墨书字迹不清晰或被污迹覆盖无法识别。可通过多光谱进行拍摄,利用滤波片 (PF) 7 和 8 包含不可见的红外光波段,在过滤掉可见光的颜色反射波段的同时,可透过表层观察到一定的图像信息^[4,5]。



(a) PF4 条件下的图像



(b) PF6 条件下的图像

图5 可见光滤光条件下的图像
Fig.5 Image using visible light filter

本研究测试的诰命在保存过程中,由于年代久远,加之背景颜色较深,其中一些墨书字迹用肉眼识别较为困难,如十五任职衔部位(图 4)。



图4 十五任职衔的局部墨书字迹
Fig.4 Ink writing as official title

该部位图案颜色种类较多(黄色图案、红色印章、绿色衬底),这些颜色经过不同滤光片仍有颜色反射,呈现出的图像中仍有这些颜色图案信息(图 5),墨书字迹仍不够清晰,而在滤波片 (PF) 7 和 8 的条件下具有较为清晰的墨书字迹(图 6)。

十五任职衔内容为:“初任直隸常州府宜興縣知縣;二任山西道監察禦史;三任河南府知府;四任山東布政司左參政;五任四川布政司右布政使;六任本司左布政使;七任都察院右副都禦史;八任刑部右侍郎;九任本部左侍郎;十任本部左侍郎兼都察院左僉都禦史;十一任南京兵部尚書;十二任刑部尚書;十三任兵部尚書;十四任太子少保兵部尚書;十五任今職。”

对于图 4 中较为模糊的红色印章,需要先对红色印章的颜色做反射光谱测试,得出该红色印章的反射特征峰,利用微型光纤光谱对红色区域进行 3

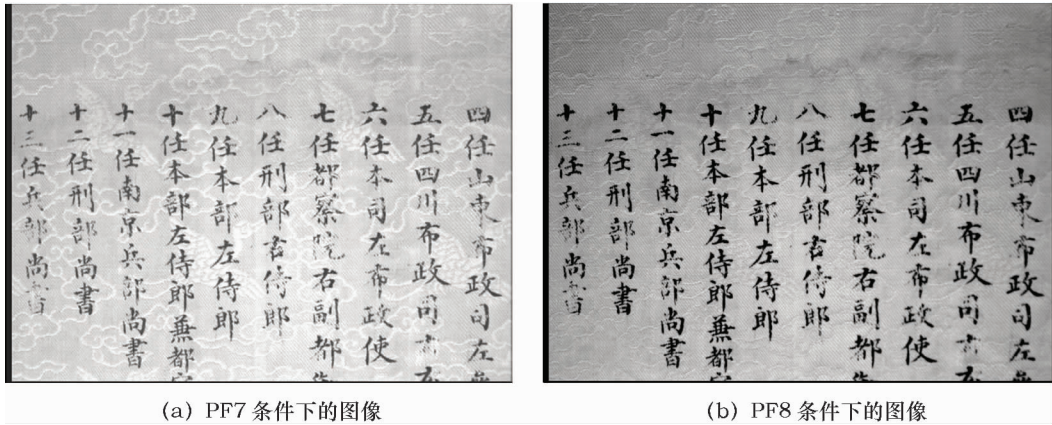


图 6 含有红外光波段滤光条件下的图像

Fig.6 Image using infrared light filter

个位点测试后, 结合前人对古代常用红色颜料的反射光谱特征分析^[6-9], 根据其 3 个位点反射光谱的特征反射波段都为大于 640nm, 如图 7 所示, 认为该红色印章的主要成分为朱砂。

利用光纤光谱得到红色印章的反射特征光谱

后, 由于本研究所使用的滤光片的带宽为 100nm, 对于图 4 中红色朱砂含量较少的情况, 需要配置带宽值较小的如中心波长为 640nm, 带宽为 20nm 的定制滤光片, 可更好地识别红色印章图案, 这也是本研究下一步的主要工作。

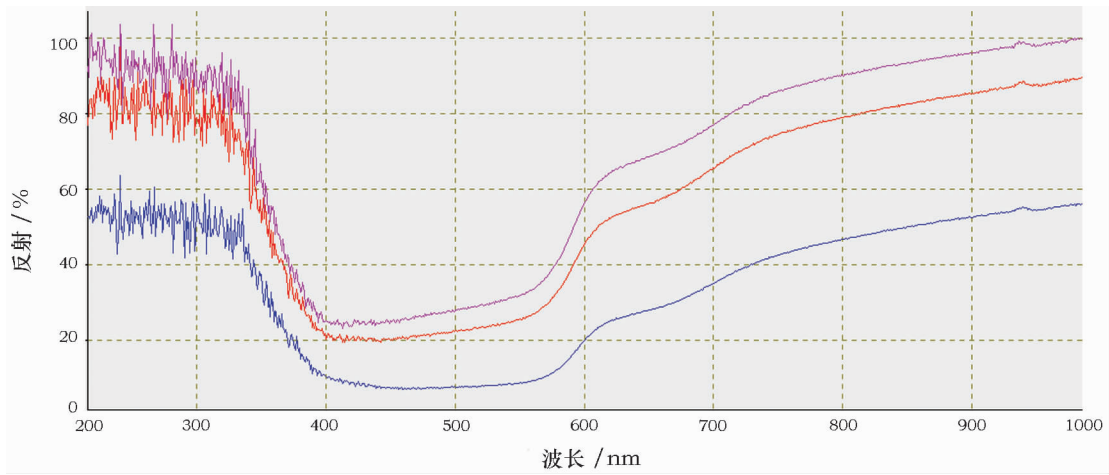


图 7 红色印章的反射光谱

Fig.7 Reflectance spectra on red seal

4 结 论

通过多光谱对浩命中破裂病害、墨书字迹的测试分析, 认为多光谱对于印绘丝织品文物的无损信息提取具有方便快捷的特点, 同时可以提取一些肉眼无法辨别, 显微观察无法获取的图像信息。多光谱摄影技术作为一种图像信息无损提取技术, 对于纺织品文物信息的无损提取, 如印染字迹识别、织物纹理组织、颜色图案纹理识别等, 具有重要的实用意义。

参考文献:

[1] Alexopoulou A A, Kaminari A A, Panagopoulos A, *et al.* Multi-spectral documentation and image processing analysis of the papyrus

of tomb II at Daphne, Greece[J]. *J Archaeol Sci*, 2013, 40:1242 - 1249.

[2] 徐楠, 单长吉, 吴德兰, 等. 多光谱成像技术在中国书画保护方面的应用[J]. *韶通师范高等专科学校学报*, 2007, 24(12): 10 - 11.

XU Nan, SHAN Chang - ji, WU De - lan, *et al.* The application of multi - spectral imaging technology in protecting Chinese painting [J]. *J Zhaotong Teach Coll*, 2007, 24(12): 10 - 11.

[3] 柴勃隆, 王小伟, 汤爱玲, 等. 多光谱摄影在莫高窟壁画现状调查及绘画技法研究中的初步应用[J]. *敦煌研究*, 2008(6): 54 - 58.

CHAI Bo - long, WANG Xiao - wei, TANG Ai - ling, *et al.* Preliminary application of multi spectral photography and painting techniques in the investigation of the status of the Mogao Grottoes murals

[J]. *Dunhuang Res*, 2008(6):54-58.

[4] 连园园,李 伟,王桂强,等. 光谱成像检验同种同色涂抹掩盖字迹研究[J]. *刑事技术*,2011(1):23-28.

LIAN Yuan-yuan, LI Wei, WANG Gui-qiang, *et al.* Examination of covered handwriting by spectral Imaging[J]. *Forensic Sci Technol*,2011(1):23-28.

[5] 曹广涛,巍 巍,余鹏程. 多光谱技术检验添改字迹初探[J]. *森林公安*,2011(5):23-25.

CAO Guang-tao, WEI Wei, YU Peng-cheng. Detection for add to writing on using multispectral inspection technology[J]. *Forest Public Secur*,2011(5):23-25.

[6] 王丽琴,党高潮,赵 静. 光导纤维反射光谱技术在彩绘文物颜料无损分析鉴定中的应用[J]. *光谱学与光谱分析*,2008,28(8):1721-1725.

WANG Li-qin, DANG Gao-chao, ZHAO Jing. Nondestructive analysis and identification of pigments on colored relics by fiber optic reflectance spectroscopy[J]. *Spectr Spectr Anal*, 2008, 28(8):1721-1725.

[7] 范宇权,李燕飞,于宗仁,等. 莫高窟第 285 窟南壁多光谱无损分析初步报告[J]. *敦煌研究*,2007(5):49-53.

FAN Yu-quan, LI Yan-fei, YU Zong-ren, *et al.* The assessment of salt exclusion effect with paper strip of salt spot test for mural detachment grouting in Cave 85 of the Mogao Grottoes[J]. *Dunhuang Res*,2007(5):49-53.

[8] 何秋菊,李 涛,施继龙,等. 道教人物画像颜料的原位无损分析[J]. *文物保护与考古科学*,2010,22(3):61-68.

HE Qiu-ju, LI Tao, SHI Ji-long, *et al.* Taoism portrait pigment in situ nondestructive analysis[J]. *Sci Conserv Archaeol*, 22(3):61-68.

[9] 武敬青. 颜料和丝织品类文物材料光致变色的分子光谱评价研究[D]. 上海:华东理工大学,2012.

WU Jing-qing. Molecular spectroscopy evaluation of photochromic pigments and textile relics materials[D]. Shanghai:East China University of Science and Technology, 2012.

The use of multispectral photography technology to extract information from printed textiles
——analysis of a piece of an imperial edict dated to the eighth year
of the Ming Emperor, Zheng De

YANG Hai-liang^{1,2}, ZHOU Yang^{1,2}, LIU Jian^{1,2}, YU Guo-zhang³
(1. China National Silk Museum, Hangzhou 310002, China;
2. Key Scientific Research Base of Textile Conservation, State Administration for Cultural Heritage, Hangzhou 310002, China;
3. Xinchang Heritage Management Committee, Xinchang 312500, China)

Abstract: Multispectral photography technology can be used as a non-destructive method to extract information from textiles. A multispectral imaging system and a micro spectrometer were used to identify and record the damaged textures and blurred ink writings on a piece of an imperial edict dated to eighth year of the Zheng De Emperor (Ming dynasty, 1513 AD). It is found that the multiple wavelength-IR spectrum is very useful for identifying the ink writings. In combination with spectral analysis, the method could extract both textile color and texture information, especially when the textile colors are complicated and un-identifiable by the naked eye. The information so-obtained could be used to complete and supplement the information on the textile relic. Multispectral photography is a practical and non-destructive method to extract information from ancient textiles.

Key words: Multi-spectral imaging system; Ancient textile; Nondestructive analysis; Information extraction
(责任编辑 潘小伦)