

文章编号:1005-1538(2009)增刊-0053-007

# 图像处理方法在研究纳米薄膜试片腐蚀特性中的应用

庞宁<sup>1</sup>, 黄华<sup>1</sup>, 吴来明<sup>2</sup>, 陈建民<sup>3</sup>, 齐春<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学图像处理与识别研究所, 陕西西安 710049;

2. 馆藏文物保存环境国家文物局重点科研基地, 上海博物馆, 上海 200050;

3. 复旦大学环境科学与工程系, 上海 200433)

**摘要:** 采用纳米薄膜试片代替块状金属试片, 可以有效的解决藏展材料评估筛选中的测试周期长, 误差大的问题, 对薄膜试片进行数据化分析则可以避免人为主观判断的影响。本工作首先对圆形的薄膜试片进行检测, 然后采用基于 K 均值聚类的图像分割算法对试片图像进行分割, 得到试片被腐蚀的面积比例, 同时与人工观察的试片腐蚀程度进行比较判断。结果显示, 本方法可以有效的对薄膜试片的腐蚀程度进行数据化评判, 从而能够较为客观准确的对材料进行评估筛选。

**关键词:** 藏展材料评估筛选; 纳米薄膜试片; K 均值聚类算法; 图像检测

**中图分类号:** G264; X80      **文献标识码:** A

## 0 前言

文物不可再生, 为使其免遭人为和自然的损坏, 保护就成为首要任务。博物馆是文物保存的一个重要场所, 对文物的有效保护除了完善健全管理制度外, 文物的保存环境亦直接影响文物的“寿命”<sup>[1]</sup>。近年来, 随着我国经济的飞速发展, 基本建设的不断扩大, 自然资源的大量开发, 交通运输的迅速增加, 环境污染呈发展趋势, 我国已成为世界上大气污染最严重的国家之一。博物馆处在整个社会的大环境中, 环境质量恶化使文物受损影响日益明显, 且呈不断加剧的趋势。除社会的大环境外, 博物馆内各种材料的使用也会对文物的保存环境有很大影响, 只有对博物馆文物保存环境有比较全面和准确的了解才能有效地对文物加以保护。快速分析和评估博物馆内各种藏展材料对馆内环境的影响, 对文物的有效保护十分重要。目前对藏展材料进行测量的方法很多, 有诸如金属挂片法、碘-叠氮化钠法、贝尔斯坦法、PH 法等<sup>[2]</sup>。

陈晖等提出了一种基于图像处理的藏展材料快速评估方法, 首先利用纳米薄膜试片法<sup>[3]</sup>制作检测藏展材料的铜试片和银试片, 采用与 Oddy 法类似

的过程对材料进行实验, 但时间大为减少。本工作然后通过专门的图像采集装置对实验后的薄膜试片进行图像采集, 最后利用基于 K 均值聚类的图像分割算法对试片图像进行分割, 进而得到试片被腐蚀的面积比例, 并与人工观察的试片腐蚀程度进行比较判断, 结果显示本文的方法可以对藏展材料进行快速评估, 与人工目测的结果基本一致。

## 1 纳米薄膜试片法

1973 年大英博物馆的 Oddy 先生提出了一种称为“Oddy”测试法的藏展材料的检测方法<sup>[4]</sup>, 该方法用铅片、铜片、银片作为检测腐蚀气体探头。实验时将一片金属片与样品材料放在实验瓶中, 同时放入 1mL 纯水(相对湿度高)。试验瓶完全密封, 加温到 60℃, 保温 28 天。每个实验重复两次。每次实验做一次空白样, 然后对实验结果进行目测评估。如果样品材料造成的金属试片腐蚀物不多于空白实验金属试片上的腐蚀物, 则材料是合格的。除了观察评估腐蚀程度外, 对金属试片的腐蚀同时也能让人们大致了解样品材料释放的腐蚀气体, 如硫化物一般腐蚀银片, 有机酸、醛类物质一般腐蚀铅片, 氯化物、氧化物、硫化物可腐蚀

收稿日期:2009-07-11; 修回日期:2009-08-27

基金项目:国家科技支撑计划资助(2006BAK20B01)

作者简介:庞宁(1984—), 女, 硕士研究生, 通讯地址:西安交通大学电子与信息工程学院图像处理与识别研究所, E-mail:O\_ning@stu.xjtu.edu.cn

铜片,其他气体也会引起试片的腐蚀。Oddy 测试法的一个不便之处是实验时间比较长,需要 28 天,另外腐蚀结果由人工目测进行评估。

采用薄膜试片方法进行藏展材料的实验,主要是用银纳米薄膜试片代替 Oddy 测试法中的块状银片。试片以直径 20.0mm、厚度 1.0mm 的玻璃圆片为基质,使用真空离子蒸镀法,真空至 1.33mPa,将纯度  $\geq 99.9\%$  的银 0.6g 镀膜于 100 片基片上,得到了用于实验的银试片,用同样的方法可以获得铜纳米薄膜试片。采用与 Oddy 法类似的过程进行材料试验,周期大约为 14 天,比 Oddy 法缩短了一半,有利于实验的快速进行。

对各种不同材料进行这种实验,得到腐蚀试片,然后通过专门的图像采集装置对实验后的铜试片和

银试片进行图像采集,利用图像处理的方法进行检测与评估,并和人工目测结果进行比较。

## 2 试片图像的分割

### 2.1 图像中圆形试片的检测

本实验使用的铜和银试片都是圆形的,故图像的分割就必须在圆形范围内进行,而采集到的图像是矩形的,以矩阵的形式存储数据,所以需要在矩形图像中检测圆形试片。实验中使用的圆形试片的直径是不变的,圆片的圆心在一定的范围内变化,这些都可以作为先验信息。先采用 sobel 算子作用于图像,得到大概的圆形轮廓,然后运用 Hough 变换检测出圆形试片的边缘。结果如图 1、2 所示。



图 1 圆形试片的检测-铜片

Fig. 1 The detection of circle for copper specimen

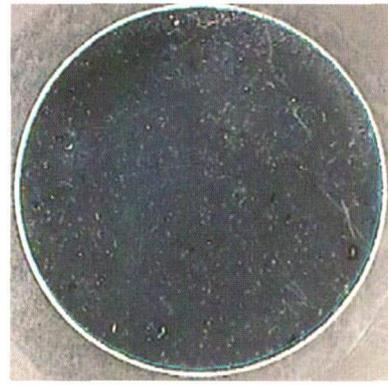


图 2 圆形试片的检测-银片

Fig. 2 The detection of circle for silver specimen

### 2.2 具有加权系数的 K 均值聚类算法

聚类分析就是将数据对象分组成为多个类或簇,同一个簇中的对象之间具有较高的相似度,而不同簇中的对象差别较大<sup>[5]</sup>。通过聚类,人们能够认识密集的和稀疏的区域,从而发现数据的整体分布模式,还能找到数据间的相互关系。关于聚类分析目前已经有 K 均值、CURE、ISODATA 等很多算法,而且在实践中得到了应用。K 均值算法是解决问题的一种经典算法,是一种无监督的聚类算法。

K 均值方法是基于划分的聚类方法,在目前的聚类分析中应用最为广泛。其基本思想为:对于给定的聚类数目 K,首先随机创建一个初始划分,然后采用迭代方法通过将聚类中心不断移动来尝试着改进划分。

K 均值聚类:输入一个数据集和一个整数 K (簇的个数),输出的是一个聚类划分。首先初始化中心  $C_i$ ,然后将输入样本  $X(p)$  按最近邻域规则分组,即将  $\{X(1), X(2), \dots, X(p)\}$  分配给中心为

$C_i (i=1, 2, \dots, K)$  的输入样本聚类集合  $S_i (i=1, 2, \dots, K)$ 。要求满足:

$$d_i = \min_j \|x^{(p)} - c_j\| \quad i=1, 2, \dots, K \quad (1)$$

然后,根据样本  $S_i$  的平均值调整中心  $C_i$ 。重复以上步骤,直到中心的分布不再变化。

K 均值算法具体过程如下:

1) 初始化:设置类别数 K。每个类别的聚类中心赋初值  $\{C_1(1), C_2(1), \dots, C_K(1)\}$ ,其中,  $C_j(l)$  代表第 l 次迭代的聚类中心值。初始值可以是任意的,其决定着 K-均值算法的性能,一般随机选取,本文也是如此。

2) 样本划分:划分所有的样本矢量。通过这一步使每个样本矢量  $X(p)$  与 K 类中之一相联系,其划分条件为:  $X(p) \in S_j(l)$ , 如果:

$$\|X^{(p)} - C_j(l)\| < \|X^{(p)} - C_i(l)\| \quad (2)$$

对于所有的  $i=1, 2, \dots, K, i \neq j$ 。其中,  $S_j(l)$  代表第 l 次迭代时类别 j 的全体。上式中的距离用加权的颜色欧氏距离判定:

$$d_{i,j} = \sqrt{w_1(R_i - R_j)^2 + w_2(G_i - G_j)^2 + w_3(B_i - B_j)^2} \quad (3)$$

或者

$$d_{i,j} = \sqrt{w_1(Y_i - Y_j)^2 + w_2(Cb_i - Cb_j)^2 + w_3(Cr_i - Cr_j)^2} \quad (4)$$

本试验中暂且取  $w_1 = w_2 = w_3 = 1$ 。

3) 计算新的聚类中心:用在步骤2)中建立的新类的所有成员集合,来重新计算每类的中心位置,使类别中的每个矢量到新的聚类中心的距离之和最小。特别地,我们希望最小化  $J_j$ :

$$J_j = \sum_{X^{(p)} \in S_j(l)} \|X^{(p)} - C_j(l+1)\|^2, j=1,2,\dots,K \quad (5)$$

$C_j(l+1)$  是使上面的公式最小化的所有样本  $S_j(l)$  的平均值。因此,新的聚类中心用如下的公式计算:

$$C_j(l+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{X^{(p)} \in S_j(l)} X^{(p)} \quad (6)$$

其中,  $N_j$  是步骤2)中属于  $S_j$  的样本矢量的数量。

4) 检查收敛:收敛情形是在步骤3)中没有任何聚类中心再变化其位置。这种情况在数学上可表示成:

$$C_j(l+1) = C_j(l) \quad j=1,2,\dots,K \quad (7)$$

如果满足上面的公式,那么算法收敛。否则再回到步骤2)继续迭代。

### 3 试片分割结果

试片图像采用上述的 K 均值算法进行分割,分割的结果一定程度上能够反映不同的藏展材料的腐蚀程度,从而得出其对博物馆内环境的影响。试片的分割结果本应该与空白试片进行对比,进一步的去除空白试片的影响。但通过大量的统计实验可以看出,藏展材料腐蚀部分的直方图低亮度区并不包含空白试片腐蚀部分的直方图,高亮度部分两者范围基本相同。这就是说空白的藏展材料的腐蚀影响并不是很大,故可以忽略不计,从而可以进行进一步的腐蚀分级划分,最终可以评估藏展材料对博物馆内环境的影响。以下给出了一个铜片(图3)和银片(图4)的分割结果。铜片中绿色的表示腐蚀的部分,腐蚀部分的平均 YCbCr 值分别为 179.49、119.90、133.56;腐蚀部分占整个圆的面积百分比为 47.74%;剩余部分的平均 YCbCr 值分别为 128.07、118.61、133.68;剩余部分占整个圆的面积百分比为 52.26%。从以上结果可以看出,通过对腐蚀部分面积比例和平均的 YcbCr 三色值的分析,试片腐蚀的程度很好的反映

了出来,为进一步的评估博物馆内的材料提供了极大的便利;银片的绿色代表腐蚀部分,腐蚀部分的平均 YCbCr 值分别为 111.95、131.43、122.52;腐蚀部分占整个圆的面积百分比为 9.67%;剩余部分的平均 YCbCr 值分别为 77.45、132.05、122.46;剩余部分占整个圆的面积百分比为 90.33%。可以看出,试片上的小块雾状白色腐蚀被很好的分割了出来,试片的腐蚀程度也显而易见。根据试片的腐蚀程度,进行腐蚀的分级划分,最终对藏展材料进行评估。



图3 利用 K 均值聚类算法的分割结果—铜片

Fig.3 The segmentation results of copper using K - means clustering algorithm

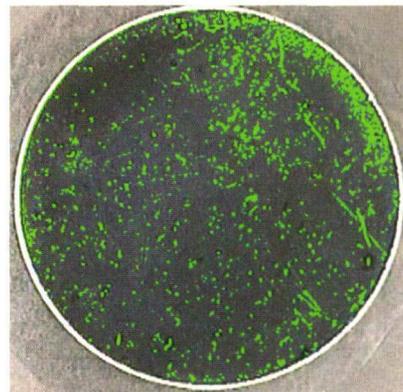


图4 利用 K 均值聚类算法的分割结果—银片

Fig.4 The segmentation results of silver using K - means clustering algorithm

运用相同的方法对大量的铜、银试片进行处理,结果如表1至表6所示,可以看出,大部分试片分割的结果与目测的结果相符,而当试片被严重腐蚀、甚至几乎全部被腐蚀时,分割是把试片按腐蚀程度的不同又进行了分类。同时由于图像的复杂性,以及受外界噪声的影响,使得有些分割结果与目测结果有一定的误差。

表 1 铜 1 试片的分割结果

Table 1 The result of segmentation of No. 1 copper test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	大面积紫色腐蚀,严重	55.08	151.13	111.21	141.47	44.92	115.82	113.02	138.81
防火板	大面积紫色腐蚀,比较 严重	81.74	97.24	118.41	136.01	18.26	159.85	122.74	131.93
紫色蒙布	大量深色腐蚀点	47.62	120.79	120.27	131.41	52.38	185.99	114.06	136.36
蓝色块毯	边缘淡紫色腐蚀,大块 雾状腐蚀	44.11	198.94	122.87	131.75	55.89	160.34	120.59	133.95
青色防火板	大片紫色腐蚀	61.84	160.85	117.06	139.78	38.16	127.85	117.06	138.00
5mm 中密度板	基本腐蚀完全	93.92	184.14	124.90	128.95	6.08	117.19	121.42	129.46
12mm 中密度板	基本腐蚀完全	90.28	97.70	121.17	134.41	9.72	156.33	116.31	138.05
18mm 木工板	大片绿色和紫色腐蚀斑	49.77	156.73	123.63	129.29	50.23	198.23	122.19	130.56
蓝色防火板	大片绿色和紫色腐蚀	74.48	186.59	126.11	128.60	25.52	133.48	122.55	132.77
石膏板	大片深紫色斑点	61.74	106.53	115.46	136.10	38.26	148.22	114.22	138.32
空白	深色腐蚀点	13.54	162.47	113.31	138.23	86.46	100.05	116.61	135.97

表 2 铜 2 试片的分割结果

Table 2 The result of segmentation of No. 2 copper test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	大面积紫色腐蚀,严重	46.21	98.60	116.11	137.20	53.79	132.79	114.72	138.71
防火板	大面积紫色腐蚀,比较 严重	50.06	145.29	118.77	136.19	49.94	94.11	118.18	136.56
紫色蒙布	大量深色腐蚀点	53.14	102.15	117.66	134.80	46.86	158.92	115.62	136.85
蓝色块毯	中间紫色腐蚀点	32.26	128.07	118.61	133.68	67.74	179.49	119.90	133.56
青色防火板	大片紫色腐蚀	46.44	157.26	115.73	139.45	53.76	99.76	115.78	137.90
5mm 中密度板	基本腐蚀完全	97.52	204.81	127.12	127.80	2.48	90.36	125.93	126.47
12mm 中密度板	基本腐蚀完全	91.33	180.97	125.62	127.83	8.67	205.22	124.09	131.11
18mm 木工板	大片绿色和紫色腐蚀斑	67.69	188.64	127.16	131.47	32.31	151.81	127.85	130.72
蓝色防火板	大片绿色和紫色腐蚀	66.58	144.98	125.73	130.19	33.42	185.25	126.14	129.33
石膏板	大片深紫色斑点	57.35	156.27	114.09	136.22	42.65	110.42	116.12	134.35
空白	深色腐蚀点	10.22	118.31	116.78	135.24	89.78	84.60	118.79	133.79

表 3 铜 3 试片的分割结果

Table 3 The result of segmentation of No. 3 copper test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	大面积紫色腐蚀,严重	59.60	135.35	111.33	140.84	40.40	106.00	112.34	139.59
防火板	大面积紫色腐蚀,比较 严重	60.37	109.53	118.77	135.60	39.63	75.85	119.73	135.17
紫色蒙布	大量深色腐蚀点	49.67	178.98	114.28	135.61	50.33	107.79	121.34	129.92

(续表3)

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
蓝色块毯	边缘紫色腐蚀,大块雾状腐蚀	57.46	195.72	124.56	130.70	42.54	154.58	123.11	132.04
青色防火板	大片紫色腐蚀	46.62	152.83	117.76	137.34	53.58	93.58	117.97	136.93
5mm 中密度板	基本腐蚀完全	81.14	186.24	129.71	126.18	18.86	154.13	125.65	131.08
12mm 中密度板	基本腐蚀完全	85.20	190.91	126.78	128.03	14.80	207.6	121.40	133.26
18mm 木工板	大片绿色和紫色腐蚀斑	61.35	194.49	118.69	134.88	38.65	146.76	119.66	134.04
蓝色防火板	大片绿色和紫色腐蚀	60.37	136.90	126.31	129.67	39.63	176.25	126.41	129.05
石膏板	大片深紫色斑点	58.34	154.95	117.22	134.32	41.66	86.37	118.05	134.32
空白	浅白雾状腐蚀	8.04	176.06	112.84	138.54	91.96	123.14	114.76	136.50

表 4 银 1 试片的分割结果

Table 4 The result of segmentation of No. 1 silver test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	基本无变化	9.67	111.95	131.43	122.52	90.33	77.45	132.05	122.46
防火板	基本无变化	11.10	123.09	135.38	118.14	88.90	162.12	137.47	116.26
紫色蒙布	基本无变化	15.84	129.39	135.05	119.95	84.16	85.19	132.93	121.66
蓝色块毯	整片雾状腐蚀,白色腐蚀点	46.27	171.67	135.30	119.37	53.73	95.15	132.88	121.69
青色防火板	基本无变化	11.61	137.15	130.59	123.17	88.39	86.10	131.61	122.80
5mm 中密度板	边缘较深白色雾状	29.93	159.88	132.78	122.49	70.07	101.62	130.69	123.62
12mm 中密度板	较浅白色雾状腐蚀	16.20	149.16	135.75	118.88	83.80	111.59	134.17	119.96
18mm 木工板	较浅白色雾状腐蚀斑	21.08	175.86	132.71	121.48	78.92	133.6	132.23	122.59
蓝色防火板	较深白色雾状腐蚀	30.84	201.73	133.59	121.67	69.16	162.69	132.33	122.29
石膏板	较浅白色雾状腐蚀	30.20	135.06	131.33	122.89	69.80	98.65	130.85	123.24
空白	基本无变化	7.60	126.98	134.62	120.67	92.40	93.96	133.08	121.79

表 5 银 2 试片的分割结果

Table 5 The result of segmentation of No. 2 silver test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	基本无变化	13.13	110.63	131.77	122.07	86.87	70.61	130.72	123.80
防火板	浅白雾状腐蚀	26.73	111.40	132.81	121.48	73.27	83.96	133.16	121.83
紫色蒙布	大块白色雾状腐蚀	42.96	168.02	137.37	117.34	57.04	117.15	134.27	120.14
蓝色块毯	整片雾状腐蚀,白色腐蚀点	77.06	196.69	133.78	120.02	22.94	140.33	132.34	121.73
青色防火板	浅白雾状腐蚀	36.25	143.47	133.70	121.14	63.75	107.99	132.88	121.47
5mm 中密度板	白色腐蚀点,浅雾状腐蚀	37.67	167.09	136.05	119.18	62.33	132.33	133.17	121.33
12mm 中密度板	较浅白色雾状腐蚀	43.16	125.29	132.54	122.12	56.84	99.22	132.21	122.16

(续表 5)

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
18mm 木工板	较浅白色雾状腐蚀斑	40.24	132.37	133.07	121.91	59.76	95.36	133.51	121.41
蓝色防火板	较深白色雾状腐蚀	45.52	155.59	135.60	119.58	54.48	129.22	134.41	120.64
石膏板	较浅白色雾状腐蚀	28.26	144.30	135.16	119.32	71.74	96.51	133.97	120.49
空白	浅白雾状腐蚀	10.14	146.51	136.48	118.71	89.86	100.10	132.91	121.11

表 6 银 3 试片的分割结果

Table 6 The result of segmentation of No. 3 silver test piece

型号	目测情况	分割情况							
		腐蚀部分 百分比/%	腐蚀部分 平均亮度 Y	腐蚀部分 平均蓝色 度 Cb	腐蚀部分 平均红色 度 Cr	剩余部分 百分比 /%	剩余部分 平均亮度 Y	剩余部分 平均蓝色 度 Cb	剩余部分 平均红色 度 Cr
硅酸钙板	基本无变化	10.77	117.59	134.67	120.23	89.23	83.31	133.38	121.38
防火板	基本无变化	6.38	103.43	132.91	121.32	93.62	80.28	133.22	121.50
紫色蒙布	小块白色雾状腐蚀	31.80	111.05	134.01	120.52	68.20	78.05	132.43	122.02
蓝色块毯	整片雾状腐蚀, 白色腐蚀点	72.78	197.14	135.12	120.04	27.22	159.42	134.39	120.54
青色防火板	浅雾状腐蚀	54.12	178.84	134.99	119.26	45.88	138.77	134.94	120.05
5mm 中密度板	较深白色雾状腐蚀	15.39	159.07	131.48	121.83	84.61	110.21	132.56	121.75
12mm 中密度板	较浅白色雾状腐蚀	42.03	146.37	133.43	121.77	57.97	114.86	131.98	122.50
18mm 木工板	较浅白色雾状腐蚀斑	40.86	191.10	130.64	123.01	59.14	145.65	131.76	122.14
蓝色防火板	较深白色雾状腐蚀	36.58	160.89	134.17	119.70	63.42	136.14	133.54	121.37
石膏板	较浅白色雾状腐蚀	48.62	132.94	134.54	120.26	51.38	102.49	133.69	120.47
空白	基本无变化	9.42	121.64	133.80	120.71	90.58	90.01	133.02	121.58

## 4 讨论

本实验分别针对铜试片和银试片各作了 3 组, 每组包含 12 种不同的藏展材料, 每组还做了一个空白的试片进行对比, 分割结果见表 1 至表 6, 通过对以上表中的实验结果进行观察, 并与人工目测结果进行比较, 大部分结果一致。但有些试片会有误差, 当试片被严重腐蚀时, 本实验将腐蚀的部分按程度的不同进行了分类, 致使腐蚀部分面积百分比与目测结果有一定的误差, 所以, 当试片腐蚀严重的时候, 应将试片图像分为多类, 首先将腐蚀的和非腐蚀的划分开, 然后再根据腐蚀程度的不同将腐蚀部分进行分类, 这也是我们今后进一步要做的工作。

## 5 结论

通过专门的图像采集装置对实验后的铜试片和银试片进行图像采集, 利用基于 K 均值聚类的图像分割算法对试片图像进行分割, 进而得到试片被腐

蚀的面积比例, 并与人工观察的试片腐蚀程度进行比较判断, 结果显示使用本文的方法对藏展材料进行快速评估与人工判断的结果基本一致, 图像处理方法检测腐蚀面积精度高, 可以得到较为客观准确的检测结果, 从而避免传统方法中人为主观因素带来的误差。

### 参考文献:

- [1] 陈元生, 解玉林. 博物馆文物保存环境质量标准研究[J]. 文物保护与考古科学, 2002, 14(12): 152-191.  
CHEN Yuan-sheng, XIE Yu-lin. Studies on museum environmental standards[J]. Sci Conserv Archaeol, 2002, 14(12): 152-191.
- [2] 潘晓通. 博物馆室内建筑、装饰、展柜材料的检测方法[J]. 文物保护与考古科学, 2006, 18(3): 45-46.  
PAN Xiao-tong. The detection methods of the materials of architecture, decoration and showcase in museum[J]. Sci Conserv Archaeol, 2006, 18(3): 45-46.
- [3] 陈晖, 张敏, 陈建民, 等. 银纳米薄膜试片在博物馆藏材方面的应用[C]//中国化学会第 26 届学术年会环境化学分会论文集, 2008.  
CHENG Hui, ZHANG Min, CHEN Jian-min, et al. The application

- of nanometer membrane in evaluating materials used in storage and display cases of museum collections[C]//Chinese Chemical Society 26th Annual Conference Proceedings of Environmental Chemistry sub-venues,2008.
- [4] Oddy W A. An unsuspected dangere in display [J]. Museums J, 1973,73:27-28.
- [5] Wojciech Bieniecki, Szymon Grabowski. Nearest neighbor classifiers for color image segmentation[Z]. TCSET,2004.
- [6] 杨淑莹. 图像模式识别[M]. 北京:清华大学出版社,2006:201-203.
- YANG Shu-ying. Image Pattern Recognition[M]. Beijing: Tsinghua University Press,2006:201-203.

## The application of image processing method in the study of the corrosion characteristics of metal nanometer film coupon

PANG Ning<sup>1</sup>, HUANG Hua<sup>1</sup>, WU Lai-ming<sup>2</sup>, CHENG Jian-min<sup>3</sup>, QI Chun<sup>1</sup>

(1. Institute of Image Processing and Recognition, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Key Scientific Research Base of the Museum Environment, State Administration for Cultural Heritage, Shanghai Museum, shanghai 200050, China;

3. Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** The usage of metal nanometer film coupon can effectively reduce the long term test period and the operator error in selection of storage or display materials in museum, and the digital analysis of metal nanometer film coupon can avoid the human caused error. In this paper, the circular metal nanometer film coupon is detected first, and then corroded images is segmented and the area using K-means clustering algorithm is calculate. The classification results compared with that of human beinas made and results are found almost the same. It is demonstrated that the proposed method can evaluate the materials used in museum collections storage and display rapidly and accurately.

**Key words:** Materials used for storage and display of museum collections; Nano-film coupon; K-means clustering algorithm; Image detection