

环境因素对有机质材料色度影响的试验研究

田金英,王春蕾

(故宫博物院文物保护科技部实验室,北京 100009)

摘要: 为了开展环境因素对有机质材料色牢度影响的研究,及寻找不同的文物陈列展览与藏品保存所适宜的环境,必需了解文物环境的质量状况,探讨环境因素对文物造成的影响及变化规律。为此,选择故宫博物院有代表性的文物陈列展览与藏品保存的环境为试验场所,对该试验场所环境温湿度进行检测分析,同时在该环境中摆放试验样品,对试验样品的颜色变化进行不定期的检测。经过试验样品色牢度的检测和试验数据的整理分析,得出了相同环境下,丝织品试验样品色牢度变化比绘画颜料色牢度的变化大;三种不同温湿度的环境,对丝织品试验样品色牢度变化影响也不相同,其中,红色样品变化最敏感。相对绘画颜料,不同环境温湿度变化对其造成的影响较小。

关键词: 环境因素;色牢度;丝织品;纸样;染料;颜料

中图分类号: K876.9;K877.5;K876.6;K879.4 **文献标识码:** A

0 引言

自然界环境因素众多,文物材质包罗万象,人们的生存离不开环境,植物、动物和文物也是如此。随着科学技术的发展,环境因素对人体健康的影响越来越引起人们的重视,而文物保护科学研究的专家们更加关注环境对文物造成的破坏,想从根本上寻找文物保管与使用中引起损坏的原因,尽可能地控制文物在保存和使用过程中由环境因素导致的文物损坏。

从20世纪80年代中期,我们就开始展开研究不同质地文物所适宜的保存环境,如有机质文物(纺织品、绘画、竹、木、牙雕等),无机质文物(金属、砖、石等)。由于这些文物分子结构的不同,需要的保存环境有着很大区别。如果把它们放在同样环境条件中保存,必然会引起某些文物材质受到影响,最终导致文物的损坏。为了寻找不同文物材质最适宜的保存环境,我们从1998年至2005年期间,开展了环境对有机质材料(丝绸制品和宣纸)颜色色差影响的试验研究。

1 试验

1.1 试验环境

本试验选择了三种不同的环境条件。自然环境;每天早8点至17点有空调设备,17点至第二天早8点关闭空调设备的展室环境和昼夜恒温恒湿的库房

环境。

1.1.1 自然环境展室——体和殿 它是以原古建筑设计的展览室,室内所有的不同质地的文物都是随着自然环境的变化而变化,为了减少室外环境对文物的影响,一般情况下不开门窗,整个环境处于封闭状态。这种环境条件下的试验,只要对环境的温湿度因子进行一年的检测,以此检测数据为参考依据,就可以说明该环境对丝织品和纸张颜色的影响程度。

1.1.2 不断变化的环境展室——绘画馆 该环境条件比较特殊,每天早8点上班后工作人员将空调设备打开,17点闭馆时把空调设备关闭。夏天是制冷,冬天是加温。总之,一年四季均由空调设备控制展室内环境温、湿度的变化。需要说明的是,在本展室的最南部有10米左右的不可移动的壁画展览,它与整个绘画馆的环境有很大差别,我们在此位置也摆放了一组试验样品,安装了环境温、湿度的自动检测记录仪。

1.1.3 昼夜恒温恒湿的环境——地库 这是故宫博物院20世纪90年代启用的恒温恒湿库房,它是本次试验所选择的最佳试验环境。昼夜温度差范围 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度差范围 $\pm 5\%$ 。

我们将制作好的实验样品,摆放在以上三种不同环境中,同时又在样品摆放处安装温、湿度自动检测记录仪,观测记录环境因素的变化,然后对实验样品进行不定期的色差测试,观察环境对试验样品的影响程度。

1.2 试验样品的制备

收稿日期:2006-11-02;修回日期:2007-01-09

作者简介:田金英(1955—),女,1980年毕业于清华大学基本有机化学专业,副研究馆员,通信地址:北京景山前街4号,E-mail: tianjinying@hotmail.com

1.2.1 古代丝织品样品的制备 选择红、米、蓝、黄四种不同颜色的古代衣服边角料,把它们裁成 10cm × 10cm 的方形,以便试验过程中不定期检测。在摆放到展室之前,用 TC - P II G 型全自动测色色差计进行初始检测,同时做好检测位置的标记,然后再摆放在以上的不同环境中。

1.2.2 宣纸样品的制备 为了研究不同环境对不同绘画颜色的影响程度,制备宣纸样品。我们请绘画技术人员,在无色宣纸表面涂上石青、石绿、灰、黄

四种颜色,选择较均匀的部位裁成 10cm × 10cm 的方形,以便检测。在摆放到展室之前,用 TC - P II G 型全自动测色色差计进行初始检测,同时做好检测位置的标记,然后再摆放在以上三种不同环境中。

1.3 试验样品的摆放位置

1.3.1 体和殿内的样品摆放位置(图 1) 直接将三组平行试验样品摆放在展室的东侧、西侧和中间。同点安装温、湿度全自动检测记录仪。



图 1 体和殿内样品摆放位置
Fig.1 Sample place of Tihe palace

1.3.2 绘画馆(展柜内)的样品摆放位置(图 2) 将带有试验样品的试验板,摆放在不同展柜内的书

画展览架下边,温、湿度检测记录仪摆放在展柜门后不明显的位置,尽量不给观众带来负面影响。



图 2 绘画馆(展柜内)样品摆放位置
Fig.2 Sample place of paiting galary

1.3.3 一期地库织绣库房的样品摆放位置(图 3) 在同一库房内,选择三个不同位置,找到支撑

点,将三组平行试验样品摆在库房靠里墙、中间和门口。

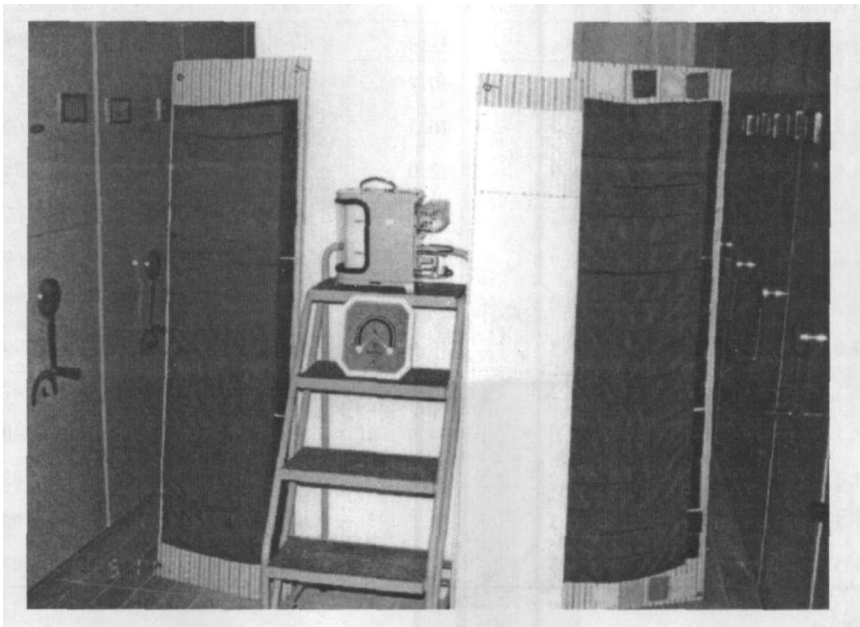


图3 地库织绣库房样品摆放位置
Fig.3 Samples place of first-stage underground warehouse - textile warehouse

1.4 试验仪器设备

开展环境因素对有机质材料色牢度影响的试验研究,主要使用两台仪器进行检测。一是上海环境气象仪器厂生产的全自动检测记录的温、湿度计;二是北京光学仪器厂1987年生产的TC-PⅡG型全自动测色色差计。

1.4.1 温湿度计(图4) 环境温湿度的检测工作



图4 温湿度计
Fig.4 Thermometer and hygrometer

2 试验结果

与摆放试验样品同时进行。在三种不同环境中,每一组平行试验样品放置处,各安装一台温、湿度计进行检测记录。这些温、湿度计需要每周更换一次记录纸,最后由人工进行数据处理。

1.4.2 TC-PⅡG测色色差计(图5) 该仪器在本试验过程中,起着非常重要的作用,用它不定期对试验样品的色度变化进行检测。

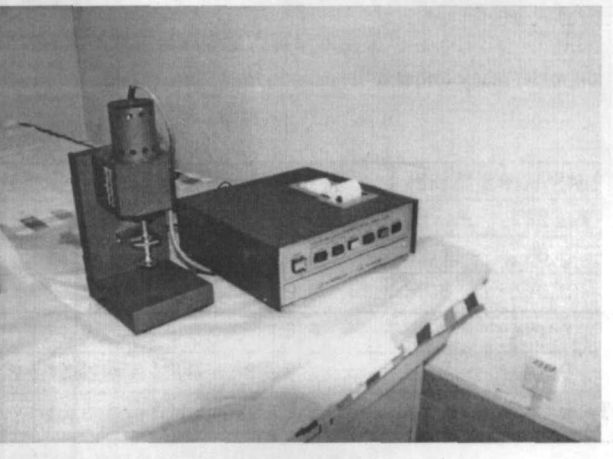


图5 色度计
Fig.5 Colorimeter

2.1 试验环境温、湿度的检测结果

三种不同环境温湿度检测结果如表1~3所示。

表1 体和殿环境气象因子温湿度检测记录结果

年月	温度的月平均值和最高最低最大波动值/℃				相对湿度的月平均值和最高最低最大波动值/%			
	$T_{\text{平均}}$	$T_{\text{最高}}$	$T_{\text{最低}}$	$T_{\text{波动}}$	$RH_{\text{平均}}$	$RH_{\text{最高}}$	$RH_{\text{最低}}$	$RH_{\text{波动}}$
1998.9	26.9	30.0	23.5	6.5	93.4	96.0	85.0	11.0

(续表 1)

年月	温度的月平均值和最高最低最大波动值/℃				相对湿度的月平均值和最高最低最大波动值/%			
	$T_{\text{平均}}$	$T_{\text{最高}}$	$T_{\text{最低}}$	$T_{\text{波动}}$	$RH_{\text{平均}}$	$RH_{\text{最高}}$	$RH_{\text{最低}}$	$RH_{\text{波动}}$
10	21.4	26.7	16.0	10.7	89.7	95.5	74.0	21.5
11	13.2	22.3	6.0	16.3	85.1	92.7	60.9	31.8
12	7.8	13.0	1.0	12.0	89.0	94.5	74.5	20.0
1999.1	6.2	13.7	2.2	11.5	85.3	93.5	69.0	24.5
2	8.6	16.0	4.9	11.1	82.0	87.3	69.0	18.3
3	9.7	12.2	7.0	5.2	88.0	94.0	78.0	16.0
4	16.0	21.2	10.3	10.9	89.8	94.2	79.3	14.9
5	22.5	30.3	19.3	10.7	86.2	93.2	47.2	46.0
6	27.2	31.0	17.0	14.0	88.2	93.5	80.5	13.0
7	29.3	32.3	25.0	7.3	92.9	95.7	82.8	12.9
8	28.5	31.0	25.3	5.7	94.2	96.9	90.0	6.9
9	24.5	29.5	19.3	10.2	93.6	95.2	87.9	7.3

表 2 绘画馆环境气象因子温湿度检测记录结果

Table 2 The experiment record of environmental meteorological factor humiture

年月	温度的月平均值和最高最低最大波动值/℃				相对湿度的月平均值和最高最低最大波动值/%			
	$T_{\text{平均}}$	$T_{\text{最高}}$	$T_{\text{最低}}$	$T_{\text{波动}}$	$RH_{\text{平均}}$	$RH_{\text{最高}}$	$RH_{\text{最低}}$	$RH_{\text{波动}}$
1998.9	22.6	25.0	19.0	6.0	62.1	66.0	56.5	9.5
10	17.1	20.5	10.7	9.8	52.6	73.2	25.5	47.7
11	12.4	14.9	9.9	5.0	42.8	61.3	19.2	42.1
12	8.9	12.2	3.0	9.2	34.7	42.0	20.2	21.8
1999.1	13.7	16.2	11.0	5.2	26.3	29.5	17.5	12.0
2	13.8	16.0	10.0	6.0	27.9	30.0	24.9	15.1
3	14.6	17.0	12.8	4.2	31.7	37.9	26.9	11.0
4	14.9	18.4	10.8	7.6	40.4	51.0	36.8	14.2
5	18.9	22.0	16.0	6.0	48.2	77.8	44.0	33.8
6	20.9	24.5	18.9	5.6	62.1	78.0	56.0	22.0
7	22.9	25.0	20.0	5.0	63.1	68.3	57.5	10.8
8	22.3	24.9	20.1	4.8	67.8	82.7	57.0	25.7
9	18.5	22.1	14.2	7.9	64.4	77.2	47.0	30.2

表 3 一期地库织绣库房环境气象因子温湿度检测记录结果

Table 3 The experiment record of environmental meteorological factor humiture of first - stage underground warehouse - textile warehouse

年月	温度的月平均值和最高最低最大波动值/℃				相对湿度的月平均值和最高最低最大波动值/%			
	$T_{\text{平均}}$	$T_{\text{最高}}$	$T_{\text{最低}}$	$T_{\text{波动}}$	$RH_{\text{平均}}$	$RH_{\text{最高}}$	$RH_{\text{最低}}$	$RH_{\text{波动}}$
1998.9	15.4	16.5	14.5	2.0	52.6	54.9	49.0	2.0
10	15.4	16.5	14.3	2.2	52.7	54.0	51.0	3.0
11	16.2	18.2	13.7	4.5	52.2	54.0	49.2	4.8
12	15.2	16.0	14.3	1.7	53.9	59.5	50.0	9.5
1999.1	15.0	17.0	14.2	2.8	53.7	56.0	50.5	5.5
2	15.0	16.0	14.0	2.0	53.2	55.3	50.9	4.4
3	15.2	15.9	14.5	1.4	53.6	56.9	50.2	6.7

(续表3)

年月	温度的月平均值和最高最低最大波动值/℃				相对湿度的月平均值和最高最低最大波动值/%			
	$T_{\text{平均}}$	$T_{\text{最高}}$	$T_{\text{最低}}$	$T_{\text{波动}}$	$RH_{\text{平均}}$	$RH_{\text{最高}}$	$RH_{\text{最低}}$	$RH_{\text{波动}}$
4	14.1	15.0	12.3	2.7	54.1	56.2	50.0	6.2
5	15.0	15.9	14.0	1.9	54.4	56.0	51.7	4.3
6	14.4	15.0	13.2	1.8	53.9	55.0	52.0	3.0
7	14.5	15.8	13.0	2.8	53.9	55.3	52.0	3.3
8	15.0	16.0	13.9	2.1	53.1	54.2	51.3	2.9
9	15.9	17.2	14.0	3.2	53.1	54.7	51.0	3.7

2.2 丝织品和纸张样品的色差检测结果 月至2005年3月整个实验期间分别对试验样品进
2.2.1 丝织品试验样品色差的检测 从1998年9 行了4至7次的色差检测,结果见表4~6。

表4 体和殿展室内丝织品试验样品色差变化

Table 4 The change of chromatic aberration of silk experimental sample in the exhibition room of Tihe palace

样品 颜色	样品 编号	1998年9月	1999年9月	ΔE	2000年11月	ΔE	2001年5月	ΔE	2001年12月	ΔE
黄色	4	48.26	49.63	1.37	49.17	0.91	49.85	1.59	45.75	-2.51
	5	48.18	48.07	-0.11	48.02	-0.16	50.40	2.22	45.67	-2.51
	6	48.16	47.99	-0.17	47.88	-0.28	49.90	1.74	45.67	-2.49
米色	4	27.98	29.22	1.24	30.14	2.16	48.11	20.13	29.35	1.37
	5	27.03	27.98	0.95	30.39	3.36	47.88	20.85	29.68	2.65
	6	27.18	27.58	0.40	28.30	1.12	47.98	20.80	27.97	0.79
红色	4	100.85	98.97	-1.88	93.00	-7.85	96.71	-4.14	82.54	-18.31
	5	102.16	99.85	-2.31	92.80	-9.36	96.64	-5.52	83.34	-18.82
	6	99.43	95.88	-3.55	98.06	-1.37	93.61	-5.82	83.26	-16.17
蓝色	4	84.51	80.13	-4.38	75.24	-9.27	69.25	-15.26	70.29	-14.22
	5	81.60	80.15	-1.45	74.30	-7.30	69.43	-12.17	69.32	-12.28
	6	83.88	81.64	-2.24	77.06	-6.82	69.63	-14.25	71.45	-12.43

表5 绘画馆展柜内的丝织品试验样品色差变化

Table 5 The change of chromatic aberration of silk experimental sample in Painting gallery

样品 颜色	样品 编号	1998年 5月	1999年 6月	ΔE	2000年 11月	ΔE	2001年 5月	ΔE	2001年 12月	ΔE	2002年 11月	ΔE	2004年 3月	ΔE	2005年 3月	ΔE
黄色	1	48.63	48.30	-0.33	48.38	-0.25	49.79	1.16	45.66	-2.97	46.13	-2.50	45.79	-2.84	45.07	-3.56
	2	48.31	48.35	0.04	49.00	0.69	50.65	2.34	45.56	-2.75	45.81	-2.50	45.67	-2.64	样品丢失	
	3	48.35	47.82	-0.53	48.52	0.17	49.85	1.50	45.57	-2.78	45.65	-2.70	45.68	-2.67	45.55	-2.80
米色	1	27.37	27.94	0.57	28.61	1.24	47.93	20.56	28.22	0.85	27.80	0.43	28.17	0.80	29.22	1.85
	2	28.11	28.33	0.22	28.30	0.19	48.10	19.99	27.63	-0.48	28.27	0.16	28.63	0.52	样品丢失	
	3	28.92	30.12	1.20	31.03	2.11	48.04	19.12	29.72	0.80	31.06	2.14	30.51	1.59	30.39	1.47
红色	1	98.91	98.99	0.08	99.17	0.26	95.00	-3.91	83.28	-15.63	85.72	-13.19	83.63	-15.28	83.06	-15.85
	2	104.51	95.69	-8.82	93.49	-11.02	95.61	-8.90	84.36	-20.15	84.68	-19.83	86.47	-18.04	样品丢失	
	3	104.06	94.90	-9.16	93.70	-10.36	98.60	-5.46	84.61	-19.45	85.77	-18.29	85.10	-18.96	83.32	-20.74
蓝色	1	84.40	84.26	-0.14	79.49	-4.91	70.04	-14.36	73.46	-10.94	73.01	-11.39	72.67	-11.73	70.03	-14.37
	2	84.46	81.78	-2.68	80.42	-4.04	69.67	-14.79	72.78	-11.68	72.00	-12.46	71.51	-12.95	样品丢失	
	3	85.37	82.79	-2.58	79.76	-5.61	71.27	-14.10	72.62	-12.75	72.67	-12.70	73.20	-12.17	70.76	-14.61

表 6 一期地库织绣库房的丝织品试验样品色差变化

Table 6 The change of chromatic aberration of silk experimental sample in the first - stage underground warehouse - textile warehouse

样品 颜色	样品 编号	1998 年 5 月	1999 年 6 月	ΔE	2000 年 11 月	ΔE	2001 年 5 月	ΔE	2001 年 12 月	ΔE	2002 年 11 月	ΔE	2004 年 3 月	ΔE	2005 年 3 月	ΔE
黄色	7	48.32	48.33	0.01	48.01	-0.31	49.89	1.57	45.74	-2.58	46.36	-1.96	46.39	-1.93	46.12	-2.20
	8	49.72	48.32	-1.40	48.06	-1.66	50.28	0.56	45.87	-3.85	45.91	-3.81	46.67	-3.05	47.34	-2.38
	9	48.16	48.12	-0.04	48.19	0.03	50.04	1.88	45.81	-2.35	46.00	-2.16	46.43	-1.73	46.65	-1.51
米色	7	28.84	29.40	0.56	29.24	0.40	48.19	19.35	28.18	-0.66	28.51	-0.33	28.36	-0.48	28.26	-0.58
	8	28.21	29.32	1.11	28.54	0.33	48.23	20.02	27.83	-0.38	28.04	-0.17	27.79	-0.42	27.88	-0.33
	9	26.98	27.60	0.62	27.20	0.22	48.24	21.26	26.36	-0.62	26.83	-0.15	26.61	-0.37	26.04	-0.94
红色	7	102.20	98.55	-3.65	100.62	-1.58	95.93	-6.27	84.64	-17.56	83.22	-18.98	88.44	-13.76	87.38	-14.82
	8	99.96	98.25	-1.71	101.88	1.92	96.84	-3.12	85.87	-14.09	87.21	-12.75	84.82	-15.14	86.40	-13.56
	9	102.01	96.44	-5.57	100.85	-1.16	96.77	-5.24	85.85	-16.16	87.28	-14.73	88.20	-13.81	87.59	-14.42
蓝色	7	84.60	80.11	-4.49	80.00	-4.60	68.54	-16.06	73.36	-11.24	72.39	-12.21	72.45	-12.15	73.69	-10.91
	8	84.81	82.95	-1.86	82.46	-2.35	70.05	-14.76	74.02	-10.79	73.95	-10.86	73.65	-11.16	73.43	-11.38
	9	83.62	81.66	-1.96	81.02	-2.60	69.60	-14.02	74.94	-8.68	73.94	-9.68	76.23	-7.39	74.24	-9.38

2.2.2 纸质试验样品颜色色差值的检测 在三种不同 环境温湿度下纸质样品颜色色差值结果见表 7~9。

表 7 体和殿展室内纸样试验样品色差变化

Table 7 The change of chromatic aberration of paper experimental sample in the exhibition room of Tihe palace

样品 颜色	样品 编号	1998 年 5 月	1999 年 6 月	ΔE	2000 年 11 月	ΔE	2001 年 5 月	ΔE	2001 年 12 月	ΔE
石绿	4	27.26	28.10	0.84	28.72	1.46	48.88	21.62	28.06	0.80
	5	27.97	29.18	1.21	28.96	0.99	49.15	21.18	28.83	0.86
	6	27.58	27.88	0.30	27.82	0.24	49.19	21.61	27.74	0.16
石膏	4	45.61	45.79	0.18	44.92	-0.69	48.62	3.01	42.54	-3.07
	5	49.18	49.54	0.36	49.10	-0.08	49.61	0.43	45.98	-3.20
	6	45.59	45.45	0.14	44.46	-1.13	48.33	2.74	42.21	-3.38
灰色	4	58.28	56.42	1.86	55.59	-2.69	57.63	-0.65	50.32	-7.96
	5	55.83	55.57	0.26	49.17	-6.66	53.55	-2.28	46.60	-9.23
	6	57.52	55.45	2.07	52.34	-5.18	55.37	-2.15	49.25	-8.27
黄色	4	30.31	29.79	0.52	29.81	-0.50	48.23	17.92	28.89	-1.42
	5	30.72	30.10	0.62	29.42	-1.30	49.19	18.47	28.00	-2.72
	6	30.64	28.32	2.32	27.90	-2.74	49.09	18.45	27.25	-3.39

表 8 绘画馆展柜内纸样试验样品颜色色差值变化

Table 8 The change of chromatic aberration of paper experimental sample in the exhibition counter of Painting gallery

样品 颜色	样品 编号	1998 年 5 月	1999 年 6 月	ΔE	2000 年 11 月	ΔE	2001 年 5 月	ΔE	2001 年 12 月	ΔE	2002 年 11 月	ΔE	2004 年 3 月	ΔE	2005 年 3 月	ΔE
石绿	1	27.73	27.74	0.01	28.45	0.72	49.29	21.56	27.98	0.25	28.10	0.37	28.68	0.95	28.63	0.90
	2	27.41	27.52	0.11	27.80	0.39	49.46	22.05	27.35	-0.06	27.66	0.25	27.52	0.11	样品丢失	
	3	26.61	28.21	1.60	27.90	1.29	48.82	22.21	27.94	1.33	27.84	1.23	28.16	1.55	28.59	1.98
石膏	1	46.06	44.91	-1.15	43.83	-2.23	48.28	2.22	41.62	-4.44	41.27	-4.79	41.59	-4.47	40.61	-5.45
	2	48.74	48.83	0.09	47.57	-1.17	49.15	0.41	45.58	-3.16	43.90	-4.84	44.06	-4.68	样品丢失	
	3	46.50	45.67	-0.83	44.02	-2.48	48.84	2.34	42.73	-3.77	42.27	-4.23	42.31	-4.19	41.73	-4.77

(续表 8)

样品 颜色	样品 编号	1998 年 5 月	1999 年 6 月	ΔE	2000 年 11 月	ΔE	2001 年 5 月	ΔE	2001 年 12 月	ΔE	2002 年 11 月	ΔE	2004 年 3 月	ΔE	2005 年 3 月	ΔE
灰色	1	55.55	53.16	-2.39	51.02	-4.53	54.50	-1.05	47.81	-7.74	47.03	-8.52	样品丢失			
	2	57.42	55.39	-2.03	53.75	-3.67	56.28	-1.14	49.73	-7.69	49.28	-8.14	48.72	-8.70	样品丢失	
	3	56.15	51.08	-5.07	48.71	-7.44	53.46	-2.69	46.68	-9.47	46.26	-9.89	46.56	-9.59	45.90 -10.25	
黄色	1	30.58	28.21	-2.37	27.46	-3.12	49.08	18.50	26.90	-3.68	27.75	-2.83	27.60	-2.98	27.06 -3.52	
	2	30.30	28.35	-1.95	27.47	-2.83	49.04	18.74	27.13	-3.17	27.37	-2.93	27.31	-2.99	样品丢失	
	3	29.73	28.88	-0.85	29.40	-0.33	48.26	18.53	28.37	-1.36	29.02	-0.71	29.83	0.10	29.35 -0.38	

表 9 一期地库织绣库房纸样试验样品颜色色差变化

Table 9 The change of chromatic aberration of paper experimental sample in the first - stage underground warehouse - textile warehouse

样品 颜色	样品 编号	1998 年 5 月	1999 年 6 月	ΔE	2000 年 11 月	ΔE	2001 年 5 月	ΔE	2001 年 12 月	ΔE	2002 年 11 月	ΔE	2004 年 3 月	ΔE	2005 年 3 月	ΔE
石绿	7	27.65	27.74	0.09	27.35	-0.30	49.69	22.04	26.61	-1.04	27.03	-0.62	27.00	0.65	27.02	-0.63
	8	29.11	29.12	0.01	29.03	-0.08	50.07	20.96	28.10	-1.01	28.33	-0.78	28.29	0.82	28.16	-0.95
	9	26.94	27.53	0.59	27.04	0.10	49.55	22.61	26.45	-0.49	26.84	-0.10	26.62	0.32	26.72	-0.22
石青	7	45.59	45.27	-0.32	45.03	-0.56	48.07	2.48	43.31	-2.28	43.03	-2.56	43.17	2.42	43.55	-2.04
	8	45.08	44.84	-0.24	44.81	-0.27	47.96	2.88	43.06	-2.02	42.95	-2.13	42.95	2.13	43.34	-1.74
	9	50.45	49.46	-0.99	49.24	-1.21	49.17	-1.28	47.07	-3.38	46.77	-3.68	46.85	3.60	47.05	-3.40
灰色	7	56.37	56.40	0.03	56.01	-0.36	57.64	1.27	53.16	-3.21	53.44	-2.93	53.38	2.99	53.43	-2.94
	8	56.94	54.68	-2.26	54.46	-2.48	56.71	-0.23	52.13	-4.81	52.03	-4.91	51.95	4.59	52.03	-4.91
	9	56.12	54.58	-1.54	54.00	-2.12	56.50	0.38	52.31	-3.81	52.07	-4.05	52.09	4.03	51.75	-4.37
黄色	7	30.74	30.05	-0.69	29.61	-1.13	49.76	19.02	28.75	-1.99	28.95	-1.79	28.15	2.59	28.04	-2.70
	8	30.03	29.06	-0.97	28.53	-1.50	49.76	19.73	27.63	-2.40	27.78	-2.25	27.21	2.82	27.16	-2.87
	9	28.72	27.83	-0.89	27.24	-1.48	49.52	20.80	26.49	-2.23	26.45	-2.27	25.82	2.90	25.98	-2.74

3 结果与结论

3.1 环境温、湿度对丝织品和纸样色牢度影响的分析

本试验颜色和色差的测定方法,采用等效国际标准 ISO 105/J01——1987《纺织品颜色和色差的测定》。它适用于测量一种纺织品试样的颜色和测定任何形式的纺织品的两个试样的色差。应用标样与试样进行对比。本方法可用于有色样品。最适用于纺织工业,以表示纺织品试样的颜色或定量两个试样间色差的大小。

全自动测色色差计是利用人眼对颜色的微小差别,具有非常敏锐的观察力。颜色实质上就是可见光的辐射能量刺激人眼而引起的感觉,所以颜色测量必然以眼睛的功能为基础。不同的人对不同物体的颜色特性观察结果多少有些差别。因此,国际照明委员会规定眼睛响应的标准值,即标准观察者的光谱三刺激值,而任何一种物体的颜色都由三刺激值 X、Y、Z 或它的导出量来表示,它

与标准观察者的光谱三刺激值与标准光源的相对光谱,物体的光谱透过率和光谱反射率之间有着非常密切的关系。

TC-PⅡG 型全自动测色色差计,是利用仪器内部的光源照明来测量物体的透过率或反射率的光电积分测色,通过颜色玻璃滤光片和光电探测器适当组合来模拟标准观察者对颜色的三种响应。它可以直接测出物体色的三刺激值 X、Y、Z,它与各种导出量是通过计算机迅速运算而得出,从微型计算机的打印机上输出表示颜色的三刺激值,色度坐标、色差、摆渡等物理量值。整机性能:测色的准确度≤0.01,重复性≤0.01,测量时间约 5 秒。

色牢度有两种评级标准,沾色评级标准和变色评级标准,本试验选用变色评级标准分析试验结果。

表 10 变色评级标准

Table 10 The standard rating table

评级标准	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5
ΔE	≤13.6	≤11.6	≤8.2	≤5.6	≤4.1	≤3.0	≤2.1	≤1.3	≤0.4

3.2 体和殿展室内试验样品的色差变化分析

按照表 10 评级标准对试验结果进行评级。体和殿展室内试验环境对试验样品的影响关系成正比。试验环境的好与坏,直接影响了试验样品的强度和色度。所以,在试验过程中过高的温湿度变化,造成试验样品的损坏。由于展室内部维修等诸多原因,导致该试验过早终止。

依据表 10 色差评级标准对试验数据(表 11)进行分析:丝织品的红、蓝两色对环境温、湿度敏感,褪色程度与实验时间成正比。随时间延长,色变速度加快。经过 3 年红、蓝两色色差变化已到 1

级,说明褪色已经非常严重。在同样环境条件下,黄、米两色对温、湿度的敏感性较低,相对色牢度较好,它们色差值变化在 3~5 级范围,色牢度有褪色变化,没有到极大变化的程度。这 4 种颜色色差敏感程度排序为:红色>蓝色>黄色>米色。同一展室环境的绘画颜料色差变化比丝织品染料色彩变化好很多。它们之间最敏感的是灰色,变化最高级 1~2 级,褪色非常严重;石青 3~4 级,黄色 3~4 级,褪色不是太严重;石绿 4~5 级,微小变化。纸样颜色色差敏感程度排序为:灰色>石青>黄色>石绿。

表 11 体和殿试验样品的试验结果评级表
Table 11 The rating table of experimental record of experimental sample in Tihe palace

丝样颜色	ΔE 值范围	一年	二年	三年
红色	ΔE	$1.3 < \Delta E < 4.1$	$1.3 < \Delta E < 11.6$	$\Delta E \geq 13.6$
	评级	3~4	2	0
蓝色	ΔE	$1.3 < \Delta E < 5.6$	$5.6 < \Delta E < 11.6$	$11.6 < \Delta E \leq 13.6$
	评级	3~4	2	1
黄色	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$	$2.1 < \Delta E < 3$
	评级	4~5	4~5	4
米色	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 4.1$	$0.4 < \Delta E < 3.0$
	评级	5	3~5	4~5
纸样颜色	ΔE 值范围	一年	二年	三年
灰色	ΔE	$0 < \Delta E < 2.1$	$3.0 < \Delta E < 8.2$	$5.6 < \Delta E < 11.6$
	评级	4~5	2~3	2
石青	ΔE	$\Delta E < 0.4$	$0.4 < \Delta E < 1.3$	$3.0 < \Delta E < 4.1$
	评级	5	4~5	3
黄色	ΔE	$0.4 < \Delta E < 3.0$	$0.4 < \Delta E < 3.0$	$3.0 < \Delta E \leq 4.1$
	评级	4~5	4~5	3
石绿	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 2.1$	$0 < \Delta E < 1.3$
	评级	5	4~5	5

3.3 绘画馆(展柜内)试验样品的色差变化分析

根据 6 年多的实验数据(表 12)可见,丝织品样品在 3 年之内褪色非常严重,3 年后的色差数据已没有办法用国家标准^[1]来评价褪色程度。这一试验结果充分证明,大红色随时间的延长色度不断下降,对环境温、湿度变化非常敏感,但是,大红颜色的

褪色速度最快是 3 年之内,它随着时间的延长色度变化相对规律。蓝色基本与红色变化程度相近。黄色和米色色度变化甚小,经过 6 年的试验后还能到 4~5 级。这一问题还需要进一步从染料本身的性能进行研究,它与染料的氧化性、合成工艺、染色工艺等有着密不可分的关系。

表 12 绘画馆试验样品试验结果评级表
Table 12 The rating table of experimental record of experimental sample in Painting gallery

丝样颜色	ΔE 范围	一年	二年	三年	四年	五年	六年
红色	ΔE	$0 < \Delta E < 11.6$	$0 < \Delta E < 11.6$	$\Delta E > 13.6$	$13.6 < \Delta E; \Delta E < 13.6$	$\Delta E > 13.6$	$\Delta E > 13.6$
	评级	2~5	2~5	0	1~0	0	0
蓝色	ΔE	$0 < \Delta E < 3.0$	$4.1 < \Delta E < 8.2$	$8.2 < \Delta E < 13.6$	$11.6 < \Delta E < 13.6$	$11.6 < \Delta E < 13.6$	$\Delta E > 13.6$
	评级	3~4	2~3	1~2	1~2	1~2	0
黄色	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$\Delta E < 1.3$	$2.1 < \Delta E < 3.0$	$2.1 < \Delta E < 3.0$	$2 < \Delta E < 3$	$3.0 < \Delta E < 4.1$
	评级	5	5	3~4	3~4	3~4	3

(续表 12)

丝样颜色	ΔE 范围	一年	二年	三年	四年	五年	六年
米色	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0.4 < \Delta E < 3.0$	$0.4 < \Delta E < 2.1$	$\Delta E > 2.1$
	评级	5	4~5	5	4~3	4	4
纸样颜色	ΔE 范围	一年	二年	三年	四年	五年	六年
灰色	ΔE	$2.1 < \Delta E < 5.6$	$3.0 < \Delta E < 8.2$	$5.6 < \Delta E < 11.6$	$8.2 < \Delta E < 11.6$	$8.2 < \Delta E < 11.6$	$\Delta E > 8.2$
	评级	3~4	2~3	1~2	1~2	1~2	1~2
石青	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0.4 < \Delta E < 3.0$	$3.0 < \Delta E < 5.6$	$4.1 < \Delta E < 5.6$	$4.1 < \Delta E < 5.6$	$4.1 < \Delta E < 5.6$
	评级	4~5	3~4	3~4	3	3	3
黄色	ΔE	$0.4 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 4.1$	$0 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 4.1$
	评级	3~4	3~5	4~5	4~5	4~5	3~5
石绿	ΔE	$0 < \Delta E < 2.1$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 2.1$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 2.1$	$0 < \Delta E < 2.1$
	评级	4	4~5	4	4~5	4	4

3.4 一期地库织绣库试验样品的色差变化分析

在地库试验环境中大红色丝绸样品(表 13),一年颜色褪色到 2~4 级,3 年色度值为 $\Delta E > 13.6$,发展到不能用色牢度级别进行衡量。蓝色两年内褪色保持在 3~4 级范围内,3 年后褪色降为 2 级,6 年后该试验结束,色牢度一直保持 2 级,色度变化趋向稳定。黄色两年之内色牢度保持在 4~5 级,3 年到 6

年一直保持在 3~4 级小变化范围,也是 3 年后趋于稳定。米色表现更为突出,经过 6 年的试验,色牢度变化均在微小变化范围内。

绘画颜料的色牢度变化经 6 年试验后,灰色、石青颜色色差变化保持着 3~4 级内的微小变化和明显变化之间;黄色和石绿保持在 4~5 级,属于极微变化和微小变化范围内。

表 13 地库织绣库房试验样品试验结果评级表

Table 13 The rating table of experimental record of experimental sample in underground warehouse – textile warehouse

丝样颜色	ΔE 范围	一年	二年	三年	四年	五年	六年
红色	ΔE	$1.3 < \Delta E < 5.6$	$0.4 < \Delta E < 2.1$	$\Delta E > 13.6$	$13.6 < \Delta E; \Delta E < 13.6$	$\Delta E > 13.6$	$\Delta E > 13.6$
	评级	2~4	4~5	0	1~0	0	0
蓝色	ΔE	$1.3 < \Delta E < 5.6$	$2.1 < \Delta E < 5.6$	$8.2 < \Delta E < 11.6$	$8.2 < \Delta E < 13.6$	$5.6 < \Delta E < 13.6$	$8.2 < \Delta E < 11.6$
	评级	4~3	4~3	2	2	2	2
黄色	ΔE	$0 < \Delta E < 2.1$	$0 < \Delta E < 2.1$	$2.1 < \Delta E < 4.1$	$1.3 < \Delta E < 4.1$	$1.3 < \Delta E < 4.1$	$1.3 < \Delta E < 3.0$
	评级	4~5	4~5	4~3	4~3	4~3	4~3
米色	ΔE	$0.4 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 0.4$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 0.4$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$
	评级	4~5	5	4~5	5	4~5	4~5
纸样颜色	ΔE 范围	一年	二年	三年	四年	五年	六年
灰色	ΔE	$0 < \Delta E < 3.0$	$0 < \Delta E < 3.0$	$3.0 < \Delta E < 5.6$	$2.1 < \Delta E < 5.6$	$2.1 < \Delta E < 5.6$	$2.1 < \Delta E < 5.6$
	评级	4	4	2~3	3~4	3~4	3~4
石青	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$	$1.3 < \Delta E < 4.1$	$2.1 < \Delta E < 4.1$	$2.1 < \Delta E < 4.1$	$2.1 < \Delta E < 4.1$
	评级	4~5	4~5	3~4	3~4	3~4	3~4
黄色	ΔE	$0.4 < \Delta E < 1.3$	$0.4 < \Delta E < 2.1$	$1.3 < \Delta E < 3.0$	$1.3 < \Delta E < 3.0$	$2.1 < \Delta E < 3.0$	$2.1 < \Delta E < 3.0$
	评级	4	4	4	4	4	4
石绿	ΔE	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 0.4$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$	$0 < \Delta E < 1.3$
	评级	4~5	5	4~5	4~5	4~5	4~5

4 结 论

1) 环境因素对染料色彩牢度的影响比对绘画颜料色彩牢度的影响大。参照牢度评定级标准,对三种不同环境,不同试验样品的试验结果进行分析判断影响程度。丝织品试验样品的红、蓝、黄、米与

纸样品的灰色、黄色、石青、石绿颜色牢度比较,说明了环境因素对染料色彩牢度的影响比对绘画颜料色彩牢度的影响大得多。在四种不同色彩的丝织品试验样品中,大红与蓝色发生特别明显的变化。大红色尤为突出,三年之内色牢度衰竭很快,已发展到无法用色牢度级别来衡量。更加需要关注的是,四年

之后褪色程度相对稳定,尽管颜色变化是随时间的延长而加大,但是这种变化日趋缓慢。黄色和米色与环境因素的变化对色牢度的影响较小。经过 6 年的试验后,这两种样品的色牢度还能保持 3~4 级,个别的还能保持 5 级,这就是古代丝织品至今还能保持相对艳丽色彩的缘故吧。另外,也说明了不同颜色的染料,自身分子结构不同,化学性质上的差异,再加上印染工艺的影响等等,导致不同颜色的不同耐候性能。

2) 4 种颜料中,石绿色颜料牢度最好。绘画颜料也是如此,在这次试验中,没有红色的颜料进行同

色比较。就目前的 4 种不同颜料试验样品中,在三种不同环境里灰色变化较明显,它与大红色的丝绸试验样品的褪色程度相比也是很小的。黄色、石青和石绿,经过 6 年试验后,它们的色牢度依然能保持较小变化或在明显变化范围内。这 4 种颜料当中只有石绿色牢度最好,保持微小变化。

参考文献:

[1] 纺织部标准化研究所编. 纺织品基础标准方法标准汇编(续编一)[S]. 北京:中国标准出版社,1990:421.
Standards Institute of Textile Industry Ministry. Standard of foundation standard methods [S]. Beijing: China Standard Press. 1990:421.

Investigation of the environment – factor influence on the color degree of organic materials

TIAN Jin – ying, WANG Chun – lei

(Conservation Technology Department , The Palace Museum , Beijing 100009 , China)

Abstract: In order to have proper environmental conditions for housing relics in the museums, the variation regularity of environment factors and its influence on the relics should be well understood. In this study, the environmental temperature and humidity of the exhibition and storage rooms of the Palace Museum were monitored. Besides, the color variation of four kinds of silk goods and painting papers with different colors exhibited or storied in these environments were also measured. The 5 – year experimental data analyzed show that the changing degree of the sample color depends on the nature of the materials. Among the silk goods in the same conservation condition, the red one is the most sensitive to the environment. On the other hand, the pigments of the painting are less affected by different environmental temperature and humidity.

Key words: Environment factor; Color fastness; Silk goods; Paper pattern; Dyestuff; Pigment