

# 恒温恒湿环境对绘画颜料色牢度影响的试验研究

田金英

**摘要：**本试验研究是在 20 世纪 90 年代末开始进行的一项长达 6 年的试验，是围绕故宫博物院文物藏品的保存环境的特殊性开展的研究。这项试验研究选择了三种不同情况的库房和展室环境为试验场地。本文主要讲述恒温恒湿地库环境对绘画颜料色牢度的影响，通过对实验场地内部环境温湿度进行检测，同时摆放实验样品，不定期测试样品色差值的变化，最后把大量的试验数据进行整理分析，弄清试验环境与绘画颜料的影响关系。

**关键词：**试验环境 恒温恒湿 色牢度 绘画颜料

## 一、引言

环境是以人类为主体，是人类生存、繁衍所必需的。人类的生存离不开环境，文物保存也是如此。为了寻找与文物保存和利用相适应的环境，我们从 20 世纪 80 年代中期就展开了不同质地文物所适宜的保存环境的研究，力求解决这一问题。经过多年的努力，在 1998 年 9 月至 2004 年 12 月，开展了环境对有机质材料纤维强度和色牢度影响的试验。

## 二、试验

### （一）试验环境

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。

### （二）试验样品的制备

为了研究不同环境对不同绘画颜色的影响程度，我们请绘画技术人员在无色宣纸表面涂上石青、石绿、灰、黄四种绘画颜色，放置在室内阴凉处自然干燥，晾干后再选择较均匀的部位裁成  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  的方形，以便检测。在摆放到展室之前，用自动测色色差计进行初始检测，同时做好检测位置的标记，然后再摆放在以上环境中。

### (三) 一期地库织绣库房的试验样品摆放位置照片 (图1)

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织绣库房靠在最里面墙、中间柱子和门口侧墙面上。

### (四) 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生产的全检测。一是上海环境气象仪器厂自动检测记录的温湿度计; 二是北京光学仪器厂1985年生产的TC-P II G。

环境温湿度的检测工作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 (图2)。

本试验用全自动测色色差计不定期对试验样品的色度变化进行检测 (图3)。

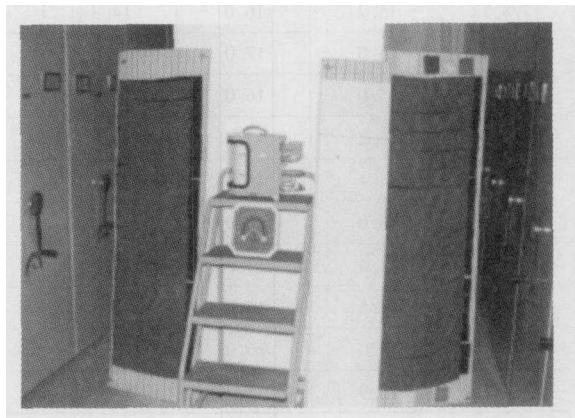


图1 一期地库织绣库的试验样品摆放位置



图2 毛发湿度计

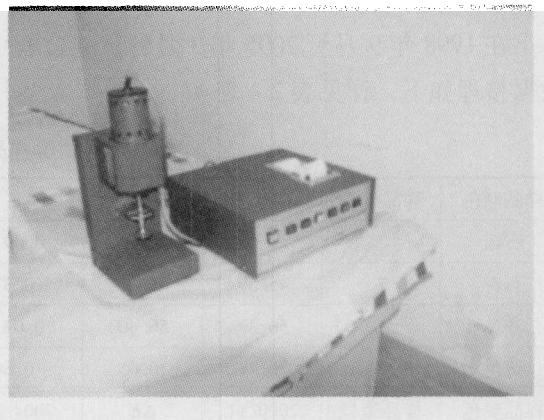


图3 自动色差计

### (五) 一期地库试验场地环境的检测结果整理

1998年9月至1999年9月, 一期地库的织绣库房室内环境温湿度的检测记录检测结果整理如下, 详见表1。

表1 地库环境温湿度的检测记录检测结果整理

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 平均/℃	T 最高/℃	T 最低/℃	T 波动/℃	RH 平均/%	RH 最高/%	RH 最低/%	RH 波动/%
1998.9	15.4	16.5	14.5	2.0	52.6	54.9	49.0	2.0
1998.10	15.4	16.5	14.3	2.2	52.7	54.0	51.0	3.0

续表

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 平均/℃	T 最高/℃	T 最低/℃	T 波动/℃	RH 平均/%	RH 最高/%	RH 最低/%	RH 波动/%
1998.11	16.2	18.2	13.7	4.5	52.2	54.0	49.2	4.8
1998.12	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
1999.2	15.0	16.0	14.0	2.0	53.2	55.3	50.9	4.4
1999.3	15.2	15.9	14.5	1.4	53.6	56.9	50.2	6.7
1999.4	14.1	15.0	12.3	2.7	54.1	56.2	50.0	6.2
1999.5	15.0	15.9	14.0	1.9	54.4	56.0	51.7	4.3
1999.6	14.4	15.0	13.2	1.8	53.9	55.0	52.0	3.0
1999.7	14.5	15.8	13.0	2.8	53.9	55.3	52.0	3.3
1999.8	15.0	16.0	13.9	2.1	53.1	54.2	51.3	2.9
1999.9	15.9	17.2	14.0	3.2	53.1	54.7	51.0	3.7

### 三、绘画颜色色差值的检测试验结果

在 1998 年 9 月至 2005 年 3 月的试验过程中, 不定期对试验样品的绘画颜色进行了 7 次检测, 数据整理如下, 详见表 2 ~ 表 4。

表 2 7 号试验样品色差值检测数据整理表

样品颜色	样品编号	1998.5	1999.6	$\Delta E$	2000.11	$\Delta E$	2001.12	$\Delta E$	备注
石绿	7	27.65	27.74	0.09	27.35	-0.3	26.61	-1.04	
石青	7	45.59	45.27	-0.32	45.03	-0.56	43.31	-2.28	
灰色	7	56.37	56.40	0.03	56.01	-0.36	53.16	-3.21	
黄色	7	30.74	30.05	-0.69	29.61	-1.13	28.75	-1.99	
样品颜色	样品编号	2000.11	$\Delta E$	2004.3	$\Delta E$	2005.3	$\Delta E$		
石绿	7	27.03	-0.62	27.00	0.65	27.02	-0.63		
石青	7	43.03	-2.56	43.17	2.42	43.55	-2.04		
灰色	7	53.44	-2.93	53.38	2.99	53.43	-2.94		
黄色	7	28.95	-1.79	28.15	2.59	28.04	-2.70		

表 3 8 号试验样品色差值检测数据整理表

样品颜色	样品编号	1998.5	1999.6	$\Delta E$	2000.11	$\Delta E$	2001.12	$\Delta E$
石绿	8	29.11	29.12	0.01	29.03	-0.08	28.10	-1.01
石青	8	45.08	44.84	-0.24	44.81	-0.27	43.06	-2.02
灰色	8	56.94	54.68	-2.26	54.46	-2.48	52.13	-4.81
黄色	8	30.03	29.06	-0.97	28.53	-1.5	27.63	-2.4
样品颜色	样品编号	2002.11	$\Delta E$	2004.3	$\Delta E$	2005.3	$\Delta E$	
石绿	8	28.33	-0.78	28.29	0.82	28.16	-0.95	

续表

样品颜色	样品编号	2002. 11	$\Delta E$	2004. 3	$\Delta E$	2005. 3	$\Delta E$
石青	8	42. 95	-2. 13	42. 95	2. 13	43. 34	-1. 74
灰色	8	52. 03	-4. 91	51. 95	4. 59	52. 03	-4. 91
黄色	8	27. 78	-2. 25	27. 21	2. 82	27. 16	-2. 87

表 4 9 号试验样品色差值检测数据整理表

样品颜色	样品编号	1998. 5	1999. 6	$\Delta E$	2000. 11	$\Delta E$	2001. 12	$\Delta E$
石绿	9	26. 94	27. 53	0. 59	27. 04	0. 1	26. 45	-0. 49
石青	9	50. 45	49. 46	-0. 99	49. 24	-1. 21	47. 07	-3. 38
灰色	9	56. 12	54. 58	-1. 54	54. 00	-2. 12	52. 31	-3. 81
黄色	9	28. 72	27. 83	-0. 89	27. 24	-1. 48	26. 49	-2. 23
样品颜色	样品编号	2002. 11	$\Delta E$	2004. 3	$\Delta E$	2005. 3	$\Delta E$	
石绿	9	26. 84	-0. 1	26. 62	0. 32	26. 72	-0. 22	
石青	9	46. 77	-3. 68	46. 85	3. 60	47. 05	-3. 40	
灰色	9	52. 07	-4. 05	52. 09	4. 03	51. 75	-4. 37	
黄色	9	26. 45	-2. 27	25. 82	2. 90	25. 98	-2. 74	

## 四、试验结果

### (一) 环境温湿度理论分析

据资料得知, 环境气象因素温湿度过高或过低都不利于文物的保存和使用, 当大气环境温度和湿度升高时, 利于昆虫和霉菌的生长, 容易对有机质文物造成损害, 纺织品褪色加快, 纤维强度降低。

### (二) 一期地库 (织绣库房) 环境分析

地库是故宫博物院 20 世纪 90 年代启用的恒温恒湿的库房环境。我们对地库环境温湿度的检测结果与地库建筑时设计设定的温湿度相似。全年月平均温度为 13.2℃ ~ 16.3℃, 最高温度为 18.2℃, 最低温度为 11.9℃, 温度最大波动值为 4.3℃。全年月平均最高相对湿度为 60.0%, 最高相对湿度为 61.7%, 最低相对湿度为 37.3%, 最大波动值为 12.2%, 总体接近国家标准, 是较满意的文物保存使用环境。

### (三) 环境温湿度对绘画颜料色牢度影响分析

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。

整机性能: 测色的准确度 $\leq 0.01$ , 重复性 $\leq 0.01$ , 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。

#### (四) 地库库房内绘画颜色试验样品的色差值变化

按表5评级标准对试验结果进行评级。地库库房室内试验环境对试验样品的影响关系，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，在试验过程中过大的温湿度变化，会造成试验样品的损坏。

表5 评级标准表

评级标准	1	1~2	2	2~3	3	3~4	4	4~5	5
$\Delta E$	$\leq 13.6$	$\leq 11.6$	$\leq 8.2$	$\leq 5.6$	$\leq 4.1$	$\leq 3.0$	$\leq 2.1$	$\leq 1.3$	$\leq 0.4$

三组平行试验样品色差值变化范围见表6。

表6 三组平行试验样品色差值变化范围

样品编号	样品颜色	色差之变化范围	样品编号	样品颜色	色差之变化范围	样品编号	样品颜色	色差之变化范围
7	石绿	$0 < \Delta E < 2$	8	石绿	$0 < \Delta E < 2$	9	石绿	$0 < \Delta E < 1$
7	石青	$0 < \Delta E < 3$	8	石青	$0 < \Delta E < 3$	9	石青	$0 < \Delta E < 4$
7	灰色	$0 < \Delta E < 4$	8	灰色	$0 < \Delta E < 5$	9	灰色	$0 < \Delta E < 5$
7	黄色	$0 < \Delta E < 3$	8	黄色	$0 < \Delta E < 3$	9	黄色	$0 < \Delta E < 3$

同一环境的绘画颜料色差变化最敏感的是灰色，色差变化值为2~3级，色差变化比较明显；石青3~4级，黄色4级，有较明显变化；石绿5级，极微变化。纸样颜色色差敏感程度排序为：灰色 > 石青 > 黄色 > 石绿。

## 五、结 论

我们参照牢度评定级标准，对不同试验样品的试验结果进行分析研究，了解到环境对绘画颜料的影响程度。首先需要说明，断定色差变化的评级标准，级别为五档，1~5，数字越大说明影响越小，相反，数值越小，说明影响越严重。经过7年试验，4种绘画颜料三组平行试验样品试验结果比较一致，在这几种颜色中灰色变化较为明显，石青和黄色褪色程度相近，石绿变化最小，参考定级标准，它7年后的监测数据还保持在极微变化范围内，说明了故宫博物院这种地库环境适合绘画文物的保存。

作者单位：田金英，故宫博物院

联系方式：北京市景山前街4号，邮编100009