

— 0 年 · ΔE 0.0

— 1 年 · ΔE 2.9

— 10 年 · ΔE 17.6

— 50 年 · ΔE 30.4

— 100 年 · ΔE 33.5

— 250 年 · ΔE 34.3

— 500 年 · ΔE 34.3

标本 00 · 朱砂 (α -HgS) · 强紫外 · 0 $\rightarrow$ 500 年
封面上每一格颜色，都由我们的老化模型逐年计算

时间的颜色

青创营 · 科普互动展项 · 2026 年 7 月

时间的颜色

颜色承载着一个文明的记忆。在这里，上传一张图像，选择一个预设环境；无论是火星表面，还是博物馆库房。颜料的变化会在几秒钟内通通呈现给你，每一寸变化都以 ΔE 计量。

项目手册 · PROJECT HANDBOOK

性质/定位	一座互动网页展览 + 一台现场实验台
测量指标	颜色随时间的变化，以 ΔE 计量（文物保护领域常用的色差指标）
材料库/研究基础	50 种材料 · 27 种深入研究的颜料
老化场景	5 个环境，从博物馆库房到火星基地
访问	color-of-time.com
语言	中文 · English · Español · Français · Português · Deutsch · 日本語

本页页脚的每一条色带，都是一种真实颜料在模型中逐年老去的样子。

ΔE

你爱的每一种颜色都在悄悄离开 我们造了一个地方，看它离开，也看它回来

故宫的朱砂、庞贝的朱红，几百年来一直在滑向黑色；梵高笔下的粉色，已经先一步离开了他的落日。褪色是发生在人类艺术身上最普遍的事之一，也是最难被看见的事之一，因为它比一生更慢。

修复师早就解决了一半问题：他们把颜色定义为精确三维空间中的一个点，把变化定义为这个点走过的距离。但另一半问题，一直没有被解决。我们从色度空间出发，使画作的老化过程实现了可视化。任何你喜爱的画作，都可以通过实验切身感受到那幅画作曾经与未来的样子。

「时间的颜色」补上了这另一半。给它任何一张画作照片，系统会根据图像颜色，估计可能的画种与最接近的已研究颜料参考——这不是物理材料鉴定——然后让你把它送进未来几个世纪，在五种环境里任选其一；或者把一幅老画往回拉，拉向它被画下的那一天。画面的变化，由一个真实加速老化实验与 27 种历史颜料的已发表化学共同标定的老化模型驱动，不是手绘重画。

只要拖动时间轴，就能看见画作在几个世纪之内的变化。

几个数字

±500	年可模拟的时间，向前，也向后
5	个环境，从恒温库房到火星基地
27	种深入研究的颜料
50	种建模材料（颜料 + 纸）
352	条支撑模型的实验室老化测量
86	幅真迹入廊，从维米尔到宋元明清诸家
7	种语言，同一座展览

一句话版本

一台颜色的时间机器：让褪色看得见、可解释、与你有关。

我们的目标

目标 01

让它看得见

把五个世纪压进几秒钟。原作与老去的它并排一屏，中间是一道可以拖动的接缝，让比一生更慢的变化，变成亲眼可见的东西。

目标 02

让它可解释

每一次变化都配一个可解释的数字： ΔE ，就是用直线距离告诉你两种颜色到底差了多少。不是“看起来旧了”，而是“它移动了 24.7，这个数字意味着什么”。

目标 03

让它属于你

任何人都可以带着自己的画、素描或照片来做这个实验；空手而来的人，还有一整廊名作可借。自己的照片，网站的馆藏，都能模拟老化。

目标 04

让它有分量

褪色一经测量，就不再只是损失，而成为一道每个人都该想一想的问题：你会保护什么，又愿意把什么交还给时间？

“我们不是在预测未来，是在记录现在如何一寸一寸变成过去。”



点进网页，感受颜料在时间的磨砺下变色

- 1

开场

3 秒

进入网页后，朱砂色的项目徽标被黄色遮盖住，象征着颜色的老化。
- 2

一台实时色度计

展示老化效果

首页页面上有一台色度仪，为你呈现老化后的朱砂。拖动年份的滑杆，颜料的 ΔE 读数实时变更，短短几秒钟呈现出百年的变化。
- 3

五个短章节

故事线

我们把我们的项目介绍拆分成 5 个部分：老化环境、 ΔE 、四个导致老化的变量、重点颜色的展览、艺术作品展示。章节层层递进，让你更好地了解我们的项目。
- 4

画廊漫步

86 幅名作

一条随滚动前行的透视长廊，像走过美术馆的走道：维米尔、北斋、丢勒与中国水墨诸家分挂两壁。随处驻足；点开任何一幅，它会带着自己的颜料档案进入实验台。
- 5

实验台

压轴

你可以上传一幅自己想要的作品，或者选择一幅素材库里的名作。系统将会读出画种和其中的颜料。你可以选择一个特定的环境和老化时间，画作老去后的样子就会在你眼前展开。拨动开关，则会还原画作在以前的样子。

阅读顺序

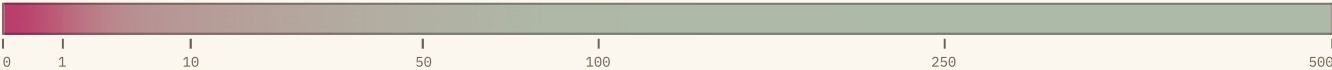
入口	盛大开场，三秒钟，百年
第 1 章	五个环境，一种颜料
第 2 章	一个 ΔE 有多大？
第 3 章	四种老化之力
第 4 章	一座褪色的图书馆
第 5 章	走进这座画廊
实验台	模拟老化，以 ΔE 计
方法	每个公式都有推导与出处

阅读顺序

您可以选择按顺序浏览网站，也可以直奔感兴趣的页面。我们的网页作为科普作品，不会有太高的门槛，可以让你自由探索。

现在就打开

它就在你口袋里的手机上运行：
color-of-time.com



老化的画作从何而来

第 1 步

读出颜色

画作中的颜色被转录到 CIE 1976 颜色空间中，由 L*a*b* 三个值来衡量。其中颜色都是一个有坐标的点，让颜色可以用距离来衡量。



第 2 步

认出材料

系统将会判断上传的图片属于什么画风，再把画面上的主要颜色对应到我们研究过老化行为的 50 种真实颜料。



第 3 步

让时间做工

你会选择一个这幅画作将要经历的环境，系统将会按照该环境的指标让画作接受特定的紫外线、温度、湿度和辐射量。脆弱的颜料快速老化，而稳定性高的材料则变动较少。下面这条，是曙红颜料在户外度过的五个世纪：



第 4 步

呈上结果

画面重建完成后，你将会看到这张画作老化前和老化后的对比图、 ΔE 的变化，以及保护建议。

三行科学

颜色移动了多远？

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

ΔE 用直线距离呈现了老化前、后的颜色变动。如果小于 1，则很难辨认；大于 20 则几乎已经完全变色。

颜料怎样老去？

$$\Delta c(d) = \Delta c_{\infty} (1 - e^{-d/\tau})$$

颜色按照饱和和曲线变动，开始较快，后期越来越慢，并无限趋近于一个极限值。因此，我们选择了这个一级动力学模型。

年份怎样变成剂量？

$$d = \text{年数} \times \text{每年剂量}$$

d 代表了一个累积剂量，也就是颜料在其环境下承受了多少等效的加速老化。它由你所选择的环境和老化年数所决定。

反向的推算

同时，我们的模拟器也可以还原画作原本的样子和数年前的样子，来让你看到其“年轻”时的样子。

依据

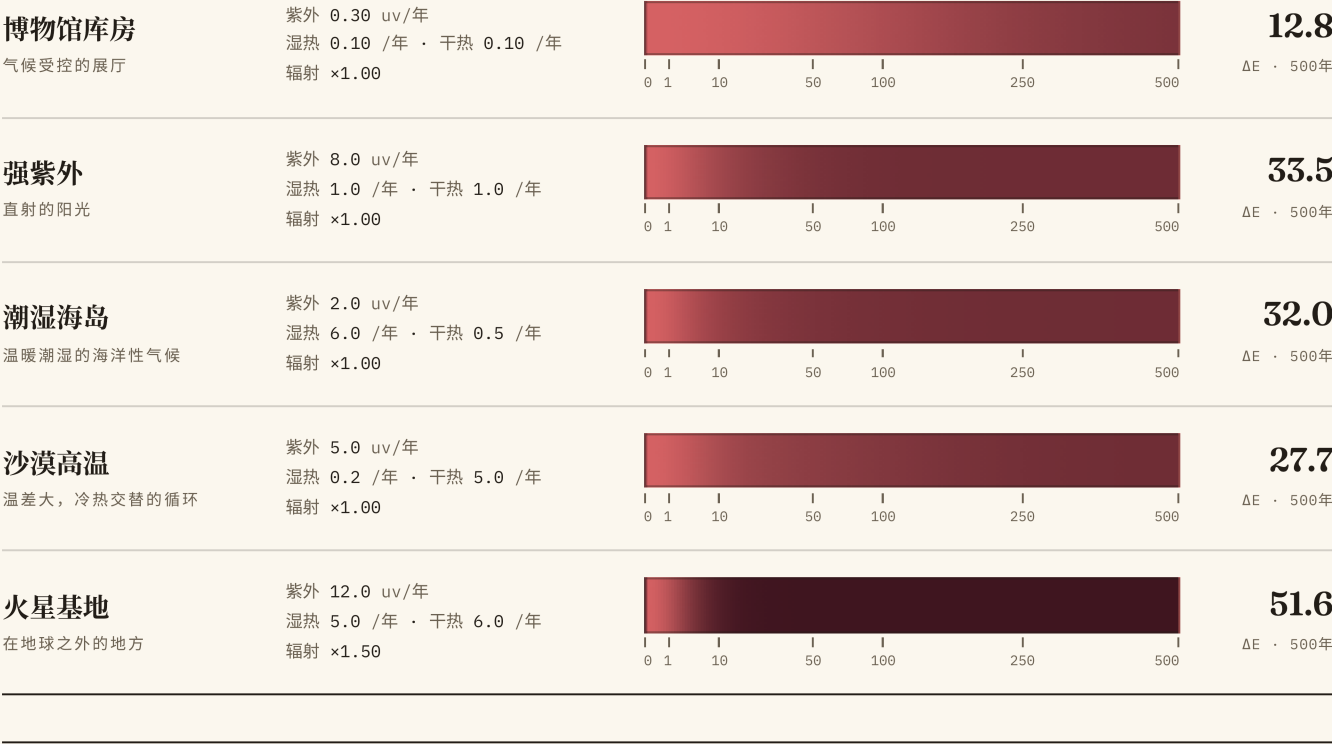
我们的模型参考了大量文献和 50 项颜料样本的反应分析。所有的公式都源自文献，可以在“方法”页面详细阅读解释。



04 · 五个环境

同一抹朱砂，五个环境

展览中的每个环境，都自带一份年老化剂量——每年多少光、热、湿、辐射。剂量不同，同一幅画在五个地方会走向完全不同的命运。下面五条色带是相同的颜料，朱砂红，在五个环境里分别度过 0 到 500 年，与模型的计算分毫不差；右侧是它在 500 年刻度上漂移了多远。



“它在光照下渐渐滑向黑色的黑辰砂，也是艺术品中记录最完整的颜色变化之一。”

颜料的老化

但同一个环境下，不同材料的命运也截然不同。各种颜料老化的时间和变化各不相同。钴蓝十分稳定，甚至可以作为陶瓷表面的着色剂，承受高温环境后依然稳定；而曙红却可能在阳光照射下就快速老化。

太空环境

前 4 个环境都是在地球上可以发现的，而“火星基地”则是对于未来的小小展望，根据大量的文献查询帮助我们定下参数。或许在遥远的未来，我们就能够在太空生活呢。



真实的材料变化，用散步的语速讲完

字画为什么褪色

每种颜料都有着独一无二的结构。朱砂的老化并不完全是颜色消散，而是因光照、氯离子或氧化导致的发暗、变黑。曙红这类粉色颜料在紫外线下则会像过曝的胶片一样被光降解、褪色。不只是颜料，承载它们的纸张也在变化：竹纸会变黄，桑皮纸却撑得住。等々等。

四种力量，作用着同一个表面

紫外线直接攻击材料中承载颜色的分子；极端的温度撕裂画作的胶层，让材质变脆；高湿度带来的潮气喂养水解反应，把胶结剂一点点化开；辐射则会直接打断化学键。或多或少，每一幅画都要承受环境中的这四种力量。

既是口号，也是承诺

“每个数字都事出有因。”

展览里的任何 ΔE 、任何年份、任何判定，都能在方法页追溯到公式、参数与已发表的出处。

如何衡量老化

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

ΔE 是我们用于衡量颜料老化程度的单位。这把尺子几分钟就能上手：

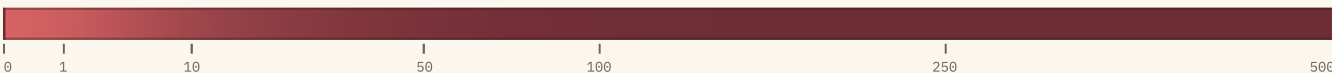
ΔE	肉眼所见
< 1	不可察觉，与原色无异
≈ 3	变化细微，需要仔细观察才能发现
≈ 6	比较明显，肉眼可辨
> 20	已经变化为了另一种颜色，原色基本不在

建立在真实测量之上

展览背后立着一个数据集：**92 个颜料样本上的 352 条加速老化测量**（平均每种颜料约 13 条，涵盖不同老化条件：315 条紫外、24 条干热、13 条湿热），并以保护科学的标准文献延伸：CIE 色度学（定义颜色与色差）、蓝羊毛光牢度档案（标定老化等级），火星场景参数则参考了 NASA 的太空材料老化研究。模型由这些证据拟合而来，方法页完整列出了每一步推导——公式、参数来源、拟合过程、参考文献——可供任何人查阅核对。

一个知道自己边界的模型

老化逼近上限而不是冲向无穷，时间线从不自己倒退，修复模式把自己的置信度大声说出来。模型内置了边界条件，避免夸大结果。



您的工作台

来自搜集全世界的名作，五百年的实验时间

实验台按仪器的样子建造：一台放大的前后对比取景器，接缝可拖动；右边有一列指标读数可供调整，在操作实验台时始终实时检测与调整。

01 · 标本

标本

拖入任何 PNG/JPG，或从 86 件馆藏中选取。

02 · 分析

分析

自动扫描估测画作种类，并显示画作中使用的最接近的已研究颜料与占比。

03 · 环境

环境

五个环境，每个都先预告它 500 年的 ΔE。

04 · 时间线

时间线与滑块

一根年份滑杆，外加紫外、温度、湿度、辐射四个指标的滑块。

05 · ΔE 曲线

500 年曲线

完整的变化弧线，对照人眼可辨的阈值刻度画出。

06 · 提示

保护提示

为您选定的状态给出一份精准易懂的教学性提示。

07 · 漂移

色彩空间漂移

3D 视角下，每种颜色随岁月走过的路径。

08 · 表面

表面

岁月带来的龟裂与磨损，示意性放大 500 倍。

保护提示按变化程度分六级：

不可察觉
低风险展示

初可察觉
常规轮展

清晰可见
控制照度

明显偏移
限时展出

强烈偏移
轮换下架

严重
建议暗处保存

馆藏

86 幅真实画作挂在画廊长廊里：维米尔的《戴珍珠耳环的少女》、北斋的《神奈川冲浪里》、丢勒的《野兔》、蒙娜丽莎、六幅梵高，以及从宋代纨扇到清代诸家的中国水墨真迹。

几乎每一件都属公有领域或开放获取，来自大都会、克利夫兰、华盛顿国家美术馆、史密森尼、泰特、阿尔贝蒂娜、莫瑞泰斯、上海博物馆等；另有一幅当代立轴注明作者出处展示。每件都带着整理过的颜料档案和一条模型给出的老化曲线。

看见模型内部

想要了解模型公式的观众，可以在方法页读到展览里每个公式的完整推导，从色彩空间变换到老化定律，一路引注到保护科学文献。这座展览不是只凭一句话，而是有数学、文献、经验、研究等多方面支持。

我们为您规划了一次三分钟快速了解

0' - 1'

开场

看计数器随老化之幕爬升，扫一眼五个章节。

1' - 2'

实验台

选《戴珍珠耳环的少女》，送她去火星，拖到 500 年，再切换修复，看时间折返。

2' - 2.5'

方法页

任选屏幕上的一个数字，一路追到它的公式与出处。

2.5' - 3'

画廊漫步

走一遍 86 幅馆藏的长廊。点一幅，它会跟着您回实验台。



结语

“一经测量，褪色便不再只是损失，而成为一种选择：
哪些颜色要带向未来，哪些则交还给时间。”

团队 TEAM

Richard	后端 · 老化模型 · 部署 · 前端实现 · 视觉设计把关 · 手册制作
Amily	视觉与前端设计 · 宣传视频
Jenney	KT板制作 · 材料与文献研究 · 后台资料支持
Sophia · Martina	材料与文献研究 · 后台资料支持
Leo	工程协作

重大事件里程碑 MILESTONES

06-25 前	进行多次老化预测尝试，查询资料找规律，累积经验
06-25	立项，由数月反复打磨的“颜料老化”算法争霸竞赛延伸而来，团队分工
06-27	确定画作为核心研究载体，敲定技术实现路线
06-29	调研并初筛画作种类、老化环境类型、影响因素，总结颜料褪色规律
06-29	首个版本：老化模型 + 五语言展览
07-01	最终敲定八大画种、标准老化环境、全套影响因素参数体系
07-01	完成网页科普逻辑重构，建立数据与公式文献溯源规范
07-01	校对双语文案，规整素材，搭建标准化项目资源库
07-03	检索极端星际环境老化文献，补充特殊场景理论依据
07-03	研读几十篇核心文献，提取材质、载体、环境、老化因素数据
07-03	据文献优化页面提升科学性，实验台建成完整仪器台
07-05	赴奉贤博物馆开展实地调研，对接油画、纸张修复专业人士
07-09	馆藏增至 85 件；三种颜料按已发表实测重新拟合
07-12	第 86 件作品入藏；展览学会七种语言，核查网站
07-14	手册审查装订，网站熟悉，介绍策略

线上展厅 VISIT

color-of-time.com

支持手机与桌面 · 中文 / English / Español / Français / Português / Deutsch / 日本語



扫码进入 SCAN

本册由项目自身的老化模型参与排印：页脚每条
标本色带都是模型的真实逐年输出。正文
Fraunces 与思源宋体，数据 IBM Plex Mono。





时间的颜色 · THE COLOR OF TIME



· 此页留白 ·



ΔE

时间的颜色

“颜色是文明的记忆”

color-of-time.com
