



漫步敦煌石窟，仰望壁上那些历经千年的仙佛彩绘，你是否好奇过：为何金身佛像泛起了棕黑？曾经鲜亮的蓝袍为何略显黯淡？在故宫博物院凝视北宋天才少年王希孟的《千里江山图》，为何那撼人心魄的青绿山水却能依然鲜亮夺目？时间不仅冲刷着历史，也在悄悄改变古画中的色彩，有的会黯然失色，有的却愈发醇厚。古代画卷中的颜色，它们不仅是艺术的基石，更是时光留下的独特密码，一部用颜料书写的色彩传奇。

### 色彩之源

中国古代绘画颜料根据其质地与性能可分为天然矿物颜料、植物性染料、动物性染料以及合成颜料。在绘画领域，常根据绘画者的使用习惯将矿物颜料称作石色，而将植物染料类颜料称为水色。天然矿物颜料源自自然矿石，色彩鲜艳且耐久，其使用历史悠久、源远流长，构成了中国传统美术绘画的物质基础。常见的天然矿物颜料有赭石（赤铁矿）、土红、朱砂、石膏（蓝铜矿）、青金石、石绿（孔雀石）、氯铜矿、白垩、滑石、方解石、土黄（褐铁矿）、雌黄、雄黄等。植物染料由植物提取，色彩柔和，常用于表现自然景物的细腻变化，但覆盖力弱、易褪色，例如花青、藤黄、姜黄、黄芪、茜草红、苏木、红花、胭脂等。动物性染料由动物或其分泌物制成，如胭脂红（洋红）、珊瑚虫粉、骨螺紫、紫胶、蛤粉等，具有独特的光泽和质感，可用于特殊效果的渲染。合成颜料有人工合成的矿物质或有机颜料，如铅白（又称胡粉）、铅丹、铜绿、银朱（别名紫粉霜）等。因合成颜料有首次合成日期，因此对鉴别绘画作品的绘制年代有重要意义。

传统颜料一般需要经过加工调胶后使用。矿物颜料如朱砂、石青等需经过精细研磨和水飞法，根据颗粒的精细程度由粗到细可以分为头朱（青）、二朱（青）、三朱（青）、朱膘等不同色相。植物染料的制取需从植物的叶、根、茎等部位提取，如从茜草中提取红色，需经过浸泡、媒染、萃取等多道工序。动物性染料的制取比较复杂，如使用螺壳制成的螺青需要经取料、烘干、研磨、沉淀等程序，以达到色泽稳定的程度。合成颜料如铅白、铜绿、钴蓝、巴黎绿等，多数通过化学反应合成。

### 色彩之旅

根据考古发现，天然矿物颜料的使用，起源于旧石器时代晚期，先民在石板上或洞壁两侧用燃烧后的木炭勾勒简单兽类图形，山顶洞人用赤铁矿粉涂染石珠和箭头。新石器时代，伴随着彩陶工艺的出现，仰韶彩陶上显示的墨色鱼形，红山文化中的红、黑、白三色彩陶罐、龙山文化中的蛋壳黑陶等都显示先民对于绘画颜料已有了更多的积累和认识。此时先民已经能使用朱砂、红矾土、白垩、石灰、土黄、炭黑等以红、白、黑为主的矿物质颜料来制作彩陶器皿。

先秦时代，古人对于色彩的运用已经开始具有“五正色”的观念。《周礼·考工记》中记载：“东方谓之青，南方谓之赤，西方谓之白，北方谓之黑，天谓之玄，地谓之黄。”五方正色分别为青、赤、黄、白、黑，对应五行中的木、火、土、金、水。根据五者相生相克原理，演化出了数千

文物承载灿烂文明，传承历史文化，维系民族精神，是老祖宗留给我们的宝贵遗产，是加强社会主义精神文明建设的深厚滋养。在文化生活日益丰富的今天，文物保护工作得到前所未有的社会关注与资源投入，古代绘画的保护与研究作为其中的重要环节，亟须专业与创新的传承方式。太原市博物馆在这一背景下启动的“教育合伙人”计划，无疑是一次具有前瞻性和示范意义的积极探索。

本版将该活动第三期讲座内容予以整理刊发，主讲人李文娟长期从事艺术遗产研究与文物保护工作，在文物保护环境等专业领域成果丰硕，讲座兼具学术性与趣味性，不仅为读者普及古代绘画颜料及变色的专业知识，也为艺术与科技的融合发展提供新思路。——编者

# 藏在绘画中的色彩密码

李文娟

调风格。画家对于石色的色彩搭配运用也臻至精纯。如画圣吴道子善用赭石染肉肤色，李思训以金碧山水传世，阎立本则善施朱砂、石绿。

宋代，随着文人画兴起，山水绘画成为主流，文人画是一种颇具写意的画派，因此，对于以水墨为主、丹青为辅的颜料搭配更是愈发纯熟。元明时期，晋南寺观壁画以其独特的艺术魅力再创绘画巅峰，线条与矿物颜料的完美结合，营造出一种“满壁风动、吴带当风”的线条艺术和矿物颜料沉稳肃穆相统一的艺术效果。清代以后，大量人工矿物颜料开始使用，同时以油彩为主的油画逐渐兴起，传统绘画中常见的矿物颜料因其价格高昂、产量稀少，逐渐被替代。

总而言之，中国绘画色彩的演变史，就是一部绘画颜料的发展史。从远古的简单勾勒，到后来的丰富多样，每一时期的颜料使用都反映了当时的文化、科技和艺术水平，这些色彩在历史长河中交织，绘就了中国绘画艺术的绚丽画卷。

### 色彩之秘

#### 白色：打底与提亮的灵动之选

白色颜料宛如描绘世界的纯净精灵，白垩、高岭土、澄板土、云母、蛤粉、滑石粉等都是其成员。它们在绘画作品中，尤其是壁画里，常被用作打底颜料，为整幅画作奠定基础。其中，具有珍珠光泽的云母和蛤粉，更是局部的提亮高手。白云母是无色、透明的矿物，能分剥成有弹性的透明薄片，研成细粉后有珍珠般的光泽。早在唐代，白云母粉颜料就在敦煌莫高窟壁画上盛行，如中唐112窟南壁《反弹琵琶》、初唐57窟南壁《说法图——最美观音》壁画中的人物肤色，均采用了厚重的云母粉绘制，因而尽显光泽感。蛤粉又称蛤白，由海洋贝类生物的贝壳研磨而成。现存宋摹本南唐顾闳中《韩熙载夜宴图》中的白衣女子，以及隋朝展子虔《游春图》的局部，都巧妙地用了蛤粉进行提亮，让画面增添了灵动之感。

#### 赤色：传统绘画的基本色彩

红色系颜料在中国传统绘画中占据着重要地位。矿物颜料有朱砂、赭石、土红等。朱砂又称丹砂，矿物学名辰砂，化学成分硫化汞，是天然晶体矿石。早在河南偃师早商时期的宫殿遗址中，就有大量朱砂保存。朱砂水飞可产生多种色相，色粉颗粒愈细色愈鲜，愈粗色愈深。敦煌榆林25窟南壁《乐舞图》、长沙马王堆帛画、德加《梳头的女人》、李可染《万山红遍层林尽染》等画作中均有朱砂的身影。人造朱砂则称银朱，由硫磺与汞生炼而成。赭石，即赤铁矿，产地主要在山西、河北，产于山西代县的称“代赭石”。其色相呈赭红色—棕褐色，略偏黄。研成粉末后颗粒稍粗类似水粉色，覆盖力强，作不透明色用；极细的粉末可作透明色用，类似水彩色。土红在中国古代早期壁画中常作为底色，敦煌45窟盛唐《观音经变》、北齐娄睿墓壁画、敦煌257窟北魏壁画《鹿王本生图》都有其打底或作红色颜料的使用痕迹。红色有机染料有苏木、红花、茜草、胭脂等。其中茜素可从茜草根部提取，早在3500年前，中国就已将茜草作为红色染料使用。红花约在汉代传入，苏木煎煮加不同媒染剂可形成不同颜色汁液，胭脂是红蓝花和茜草等制成的古代化妆品，也常在绘画中当作染料使用。

#### 黄色：古朴与艳丽的交织

古代黄色矿物颜料主要以雌黄和雄黄为主，二者常共生或伴生。雌黄即三硫化二砷，色相呈柠檬黄色；雄黄即四硫化四砷，色相呈橘红色。它们加热到一定温度后在空气中可被氧化为三氧化二砷，也就是大名鼎鼎的砒霜。雄黄与雌黄是古代表现花卉、山水等不可或缺的颜料，王希孟《千里江山图》中的黄色，就有用到雄黄作为颜料。此外，土黄在麦积山石窟北魏127窟、千佛廊以及西安韩休墓墓室壁画中也有使用。铅丹是古代常用的合成矿物颜料，敦煌现存壁画中都有大量使用痕迹。不过因铅丹容易在高温高湿环境或光照条件下发生化学性质的改变而导致壁画变色，如敦煌419窟的隋代壁画以及220窟的初唐壁画《五岳全图》中人物面部变为棕黑色。因此，在现代铅系颜料因其变色、涂层性差且有致癌风险，已不再作为绘画颜料使用。

#### 青绿：深邃与神秘的渲染

在古代文献中，青色就是深蓝色，“青出于蓝，而胜于蓝”便是对其生动的诠释。研制石青色粉的原料主要有青金石与蓝铜矿。青金石产于阿富汗，呈致密块状，色相如天，又称“帝青



左图：山西芮城永乐宫壁画《朝元图》(局部) (资料图片)



右图：敦煌榆林25窟南壁《乐舞图》(局部) (资料图片)

技术、显微镜技术、液相色谱技术等先进科技的应用，为我们揭开了古代绘画颜料神秘的面纱。例如，通过对《千里江山图》进行检测，发现了王希孟是使用“蓝铜矿+孔雀石+绿松石”的三元混合配方，呈现出青绿山水的效果，而底层发现的微量巴黎绿，则推测为清代修复时的误用。多光谱成像等技术检出了4层不同粒度的孔雀石微晶，高效液相色谱—质谱联用鉴定出的鱼鱗胶与桃胶复配，解释了画作千年不脱落的机理。而在绢背，中国最早的“文物保护涂层”被发现，展现了古人的智慧。

#### 岁月留痕：敦煌壁画的变色之谜

洗尽铅华，岁月在敦煌壁画上留下了深深的痕迹。敦煌研究院在20世纪80年代开始了一对敦煌壁画颜料深入研究，累计完成了莫高窟492个窟超15万组颜料样本的检测，构建了敦煌数字颜料库。研究发现，高湿度和紫外辐射等环境条件下诱导的铅丹的氧化、变质，银朱的变黑等现象，都是导致壁画颜料变色的重要原因。此外，地仗层中的可溶性氯离子等能加速铅白的氧化，胶结材料的老化、微生物腐蚀等因素也与壁画的变色有关。敦煌壁画中的霉菌更是对壁画造成了严重的破坏。这些霉菌分泌的纤维素酶能分解壁画墙体的纤维物质，降低地仗层和颜料层的强度，导致颜料黏结性能下降，进而引发颜料脱落褪色。同时，霉菌分泌的有机酸和色素对胶料产生侵蚀，或有机酸造成重金属元素构成的矿物颜料酸性腐蚀而变色。

#### 守护色彩：科技与艺术的完美结合

面对绘画作品中色彩的流失与变淡，科技的力量为文物保护提供了有力支持。通过调节温度和湿度，我们可以防止绘画作品因环境变化导致的颜料变色和纸张变形。使用天然或合成树脂和松节油混合而成的光油保护剂，将画面与空气中的有害物质隔绝，可以使颜料保持光泽。对画作脆弱部分进行加固处理，如使用专用胶黏剂对破洞的纸张进行修补，也是保护绘画作品的重要手段。此外，使用防紫外线的展示框或灯光，可以避免紫外线损伤；使用专业的清洁剂和工具，轻轻去除画面上的灰尘和污渍，恢复作品的原始色彩。这些措施的实施，不仅是对绘画作品的物质保护，更是对其中蕴含的艺术价值和文化内涵的尊重与传承。

### 结语

时光荏苒，岁月如梭。藏在绘画中的色彩密码，见证了艺术的辉煌与沧桑。从古代绘画到现代油画，从敦煌壁画到西方画作，色彩的流转与变迁，无不诉说着历史的厚重与文化的瑰丽。当科技的光束穿透时光的迷雾，我们得以窥见壁上丹青的脉搏在光谱中复苏。这是先民留给我们的美学密码，隐藏在一幅幅精美的画作中。

### 变色之谜

#### 科技解码：古代绘画颜料的变色之谜

借助于现代科学技术手段，众多古代绘画颜料及其变色的密码得以揭示。现代光谱技



李文娟，山西运城人，毕业于中国地质大学（北京），理学博士，现为太原理工大学建筑与艺术学院文化遗产系专业教师，副教授，硕士生导师。主要从事艺术遗产研究与文物保护。



《千里江山图》(局部) 北宋 王希孟作(资料图片)