

□祁宇

从艺术到技术

蝴蝶很美,也很奇异,有闪烁着五彩光芒的蓝绿色翅膀,橙色的翅尖。按照达尔文的解释,生物进化出的某些特征是为了争夺配偶。毫无疑问,蝴蝶能看到彼此的颜色,从而相互吸引。蝴蝶长着昆虫特有的多面体复眼,每个眼面其实都是一个柱状结构的顶端,该柱状结构被称为小眼,小眼中含有晶锥,位于晶锥上方的“透镜”,能将光引到一根茎状的长晶体上,这个长晶体被称为感杆束。

感杆束上布满了光感受器,能够对环境中的光做出反应。人类的眼睛里也有光感受器,而且跟蝴蝶非常相似。测量光的方法之一是测量波长,即测量我们周围电磁场的波动。记录完整波长范围的图谱是电磁波谱,从放射线到热能,所有电磁波皆包括在内。人类看到的光仅仅是电磁波谱当中一个狭小的范围,称之为可见光谱,这就是颜色。人类的光感受器能够接收的是可见光里的长波、中波和短波,基本是红色光、绿色光和蓝色光。

有一点让人类与蝴蝶有所区别:只有人类才会执着并能够熟练地发现的东西制成有颜色的材料。南非的布隆伯斯洞穴距开普敦约300公里,洞口低矮且宽敞,站在洞口可以俯瞰波光粼粼的印度洋。洞内空间不算大,仅有一间卧室大小。然而,这个小小的洞穴里提供了关于人类演变方式的极为丰富的信息。考古学家在洞穴地面的最上层发掘出了赭石。证据表明,早期人类会把这种主要含氧化铁的矿石收集起来,将它们研磨成尽可能细小的颗粒,然后将这些颗粒与某种黏合剂混合。黏合剂可以将颗粒粘在一起,并使其附着于物体表面,使物体呈现本不具备的颜色。

《色彩的科学》指出,这道最初来自绘画艺术的闪电,照亮了科学的发展之路。绘制岩画所用的赭石,堪称最早的合成颜料。找到所需材料,对它们进行超越天然状态的改良加工,将它们与其他材料混合,让它们黏合在一起,这就是技术。

自从人类出现在地球上以来,技术就一直是人类的一部分。每当人类学会制造一种新的颜色时,这些颜色总能教会我们一些东西,要么是关于我们能看见的,要么是关于我们如何制造更加新颖的颜色。就像构成光的电和磁之间令人费解的快速振荡一样,在人类历史中,看见与习得也一直持续且活跃地振荡着。

白色色素二氧化钛

《色彩的科学》用很长的篇幅,讨论了二氧化钛这种色素。

钛是地壳内的第九大常见元素,甚至人的肌肉中也含有0.0325%的钛。在第二次工业革命的巅峰期,一位工程师试图借助尼亚加拉大瀑布的水力来驱动电高炉,在炉内用钛造出更优质的钢。他的努力虽然最终遭遇了失败,但他发现,这个过程产生的一种亮白色的二氧化钛粉末,或许可以用来制作白色颜料。

更让人惊喜的是,二氧化钛折射率“爆表”,使得看起来很亮,而且不透明度很高,即便只涂上



以矿物颜料绘制的法国拉斯科洞窟壁画,距今已有15000多年历史。

绚丽的色彩文明的脉络

为什么天空是蓝色的,草是绿色的?为什么有些人喜欢红色,有些人喜欢紫色?为什么有些颜色让我们感到温暖,有些颜色让我们感到冷静?《色彩的科学:从洞穴到屏幕的绚烂之旅》借助一些常见事物,讲述其中涉及的色彩科学知识,展现色彩发展的历史,构建色彩科学体系,从而告诉我们色彩科学如何塑造现代世界。

薄薄的一层也能显色。因为大量的光会朝着观察者的方向射回来,而不会穿过二氧化钛,进入涂层下方的物体表面。这样一来,用二氧化钛制造涂料可以降低制造成本,而且用很少的量就可以起到覆盖作用,颜色显得更亮、更鲜艳,涂料的寿命也会延长。

因此,仅几十年的时间,二氧化钛便主宰了油漆和涂料行业。此外,对造纸业,二氧化钛同样至关重要,它主要用于制作装饰性层压板,以及富有光泽的涂层包装盒。如今,二氧化钛在消费品中无处不在,糖果、牙膏、剃须膏、药丸,以及各种化妆品,如睫毛膏、口红、腮红、遮瑕膏,都有它的身影。

2019年,全球钛的贸易量达到了617万吨。也就是说,每年生产的这种亮白色粉末,能把近7万节火车车厢装得满满当当。正是因此,相关从业者才会非常担心一件事:未来,也许每个国家都会像欧盟那样提出要求,凡是含有极微细纳米级二氧化钛的产品,

一旦含量超过一定的数值,就必须使用特殊标志标明。这是一个醒目的红色菱形图案,上面有人头和肩膀,颜色为黑色,中间有一个白色的五芒星,缀着黑点,就像漫画书中可怕的宇宙能量的标志。在产品上,它表示其中可能含有可吸入的致癌物,相当于在说,二氧化钛有致癌风险。

科学具有不确定性,在公共卫生事务中,这样的情况经常出现。某些防晒霜中的纳米级二氧化钛颗粒的直径低于100纳米,它比颜料中200—400纳米的二氧化钛颗粒更危险。新的规定试图将含有害的纳米级二氧化钛和不含的产品区分开来,但是,二氧化钛实在是太常见了,几乎无处不在,连科学家也在设法弄清是否真的存在值得担心的问题,多个行业仍然被迫去了解全新的化学知识。

更多可能性

废除使用二氧化钛或许还会妨碍另一个更加光明的未来降临,

因为二氧化钛不仅具有让物体变白的的作用,而且还是一种半导体材料。某个不具备充沛能量的光子撞击了二氧化钛晶体的外部,并不会引发太严重的后果,光子会被弹开。二氧化钛之所以会显现美丽的白色,这也是部分原因。

光子如果具备充足的能量,就会从其中一个氧原子中敲掉一个电子。这个过程被称为电荷分离,结果是会留下一个空穴,新的电子可以落入其中。因此,二氧化钛存在隐患,可能会引发颜料或油漆粉化。如果这种问题出现在墙壁上或者绘画上,就会造成麻烦。早在20世纪40年代,美国国家铝业公司就有研究人员试图解决这个问题,想要找到防止他们生产的油漆粉化的涂料和稳定剂。

然而,在化学实验室里,电荷分离是一种美妙的现象。1972年,藤岛明和本田健一发现,他们可以用二氧化钛制成电极,将其浸入水中,然后用紫外线照射电极,电极中的激子就能将水分解成氢气和氧气这两种成分。“藤岛一本田效应”使二氧化钛成了研究光电表面化学反应的标准实验材料。

电子是如何传导的?它是如何从一边跳到另一边的?它是否像波一样能穿透固体,就像在金属中的情况?还是在钛与钛之间跳来跳去,因为它不会固定在氧上?《色彩的科学》认为,回答了这些问题之后,二氧化钛就会变成一种神奇的材料。它或许可以提升太阳能电池板的性能,或者产生氢气,成为清洁能源。具有活性的激子,甚至可以使表面涂有二氧化钛的物体有效地进行自我清洁,清除灰尘以及一切物体表面的污染物,甚至可以清除细菌和病毒。但它不是杀死细菌和病毒,而是像《星际迷航》中的相位武器那样将它们分解。

如果照射紫外线的时间够长,微生物就会完全矿物化,转变为二氧化碳、水和其他矿物分子。只要在物体表面添加一点儿铜,二氧化钛就可以在正常的室内照明条件下发挥消毒杀菌的作用。日本东陶公司以其优秀的卫浴产品而闻名于世,该公司生产了一种具有自洁功能的二氧化钛外墙瓷砖,日本的许多建筑都覆盖着这种瓷砖。

可见,颜色确实有其作用,否则我们就不会看到它。颜色确实有其意义,否则我们就不会在意它。在制造彩色物品方面,我们取得的每一次进步,都有助于我们更深入地理解颜色是什么,它如何发挥作用。

存在的价值

人们可能会以为,颜色只是位于物体表面,只是装饰。毕竟,即便没有颜色,人也能辨认出物体。大多数机器视觉算法根本不会操心颜色,对电脑而言,颜色其实无关紧要。从机械论的角度来看,形式与色彩之争可以宣告结束了,获胜的是形式。

但《色彩的科学》认为,这种观点并不正确。一方面,颜色不只是光子从物体上反射到我们眼中,触发了神经化学方面的识别信号。这些光子可以穿透物体的表面,尽管深度只有几个原子的直径。我们看到颜色时,大脑会竭尽全力去处理量子之间的相互作用,大脑处理信息的复杂程度并不亚于那个看不见的亚原子世界,颜色是物质和能量的深层奥秘向我们打招呼的方式。另一方面,这个观点低估了大脑如何将那些奥秘转化为我们可以讨论的颜色的重要性。实际上,在人类大脑里用来辨识不同事物的物体皮层当中,存在着一些可以由颜色触发的区域,但个中原因无人知晓。

人们往往会在探寻某样东西的时候发现新的色素,或是有颜色的材料,比如在寻找治疗疟疾的合成奎宁时,威廉·珀金发现了苯胺紫;发现钇钼蓝时,科学家其实正在研究用于电子器件的新材料。关于颜色以及我们如何制造颜色的故事尚未结束。下一个转折点很可能不会来源于颜料化学或者LED所属的物理学,而是来自工程学,来自结构色,或者来自使服从于人类意志传播的纳米几何学。可以确定的是,每种新的颜料或染料出现,都会推动着科学向前迈出一小步。

早在1879年,格兰特·艾伦就在《色觉》一书中写道:“所有的艺术,无论是装饰性的还是模仿性的,都或多或少保留了某些原初的特征,或多可直接刺激产生简单的色彩愉悦。人类审美产品的最高形式只是链条上的最后一环,而这根链条上最初的一环则始于昆虫对鲜艳花朵的选择。”颜色有助于我们在基本的编码层面上,去理解宇宙是如何运作的。即便我们对颜色的看法各有不同,但它将我们团结到了一起。

在《色彩的科学》看来,无论未来人类发明了什么样的构色装置,其意义无异于原始人类在闪烁的火光下,用木炭、碳酸钙以及赭石在石灰岩洞壁上涂色。光会从某个表面上反射回来,进入先民的大脑。“他们看到的和我们如今看到的别无二致:那就是绚丽的颜色,它让人类开始观察宇宙,并成为宇宙的一部分。”

(作者为书评人)

【相关阅读】



《色彩的科学:从洞穴到屏幕的绚烂之旅》
[英]亚当·罗杰斯 著
罗妍莉 译
未读·探索家 | 北京联合出版公司



《色彩:颜色如何改变我们的视觉》
[意]里卡尔多·法尔奇内利 著
李思佳 译
未读·艺术家 | 贵州人民出版社



《色彩列传:白色》
[法]米歇尔·帕斯图罗 著
张文敬 译
生活·读书·新知三联书店