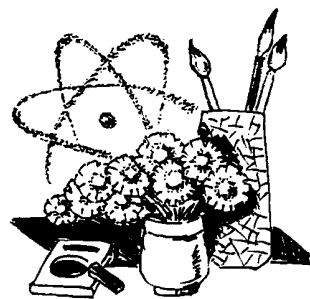


波动光学的艺术诠释

——印象派绘画

王泽良



关于光的本性的讨论，从 1801 年托马斯·杨 (Thomas Young 1773~1829) 的双缝实验到 1863 年麦克斯韦的电磁波 (包含可见光) 理论，光的波动说逐渐占据了主导地位。几乎与“光的科学”同步发展起来的是“光的艺术”(optic art)——西方绘画，在 19 世纪中期的欧洲出现了一个重要流派——印象派。如果从 1858 年莫奈 (Claude Monet, 1840~1926) 的《日出印象》算起，大约在欧洲画坛该画派占据了近 60 年的主导地位。这里不仅仅是个时间上的耦合，更重要的是波动光学的理念和普及为印象派绘画的创作与被认可，提供了充分的理性基础和群众基础。现将光学的一些概念与画面效果作一些粗浅的关联：

| | | | |
|------|---|----------------------|------|
| 波动光学 | } | 振幅——光的强度——明暗分布 | 画面效果 |
| | | 频率 (时间) ——光的颜色——色彩分布 | |
| | | 频率 (空间) ——光的边界——精细度 | |

1. 频率的分布

塞尚 (Paul Cezanne, 1839~1906) 人称“西方现代绘画之父”。他的划时代的贡献在于，直接用各种原色 (不一定是物体的本色) 替代本色加各种比例的“灰度剂”(熟褐色) 来表现对象的明暗，凹凸和立体感。比如要画一只背光的黄色苹果，传统的画法是将黄色和一定比例的熟褐色调和，造成灰暗的黄色效果。而塞尚则根据其背光的程度，和整个画面的协调的需要，不用熟褐色，而或用蓝色，或青色，或红色，甚至紫色来表现之。这一创新的本质在于：用光的频率分布替代了光的强度分布，来表现对象的明暗和三维效果。有人做过一个实验：对着塞尚的苹果画 (彩色) 拍一张黑白照片，再对其写生的苹果实景拍一张黑白照片，两者几乎一样 (图 1)。从此塞尚名声大噪。

2. “黑”与“白”

雷诺阿 (Pierre-August Renoir, 1841~1919) 的《包厢》(图 2) 创作于 1874 年，被认为是从学院派向印象派过度的代表作。作品大胆运用黑色，

产生了意想不到的效果。波动光学认为黑色

吸收了所有频率的可见光，而白色则反射了所有频率的可见光。所以在黑色陪衬下的各种彩色就显得特别精贵，鲜活和生动，而在白色陪衬下的则相反。

3. 瑞利散射

可见光对空气分子 (其半径远小于可见光的波长) 发生瑞利散射：波长较短的 (蓝) 光比波长较长的 (红) 光更易散射 (散射光强度与波长的四次方成反比)。大气层的瑞利散射，蓝光比红光更激烈。当太阳在我们头顶时，日光经过的大气路径较短，你看到的是较强的直射光 (白色) 和较弱的散射光的混合。从而使天空呈现明亮的蓝色；当日落或日出时，太阳几乎在我们视线的正前方，此时阳光在大气中要走较长的路程，你所看到的是较弱的直射光和较强的散射光的混合，这就是为什么日落时太阳附近呈现橙红色，而天空的其他地方则呈现昏暗的蓝色。而在这两时辰之间，则是二种光渐变混合的复杂过程和由此呈现的色彩缤纷。

印象派认为，绘画作品中，光，不仅是被动的背景填充，而应是和物体一样成为描绘的主体。莫奈长期探索空气中光色的表现效果，对同一物在不同时间不同光线下连续作多幅描绘。他的《鲁昂大教堂》(1892~1893) (图 3) 是一套深思熟虑的作品。从拂晓到黄昏，追求光的瞬间细微差别的效果。莫奈对该教堂绘制了 18 幅油画。最多时候同时画 8 幅，随着光线和时间的转换而不停地奔波于各帧画幅之间，努力捕捉每天特定时辰的色调和明暗的变化，试图树立起其色彩的构架。这套组画在法国曾被用作解读瑞利散射造成的色彩变化的示教图。

4. 单色的叠加

并涂法——印象派绘画技法中的一绝。按光学中频率的叠加原理 (红+绿+蓝=白，红+绿=黄，蓝+黄=绿……)，在画布上并涂二 (三) 种原色，产生其叠加色的视觉效果。例如要表现绿色草地，就

本文图片见封三

梦断永动机

——热力学与热机的发展

吴登平

人类一直渴望得到更多的动力，渴望得到更多的能量。从原始社会到现代社会，从木柴到石油天然气，从蒸汽机到内燃机，人类用自己的知识与智慧不断地从大自然中获取能量。但这还远远不够，人类总是梦想得到那诱人、令人神往的机器——永动机！



再到朗福德与戴维分别用事实批判“热质说”，热是运动的观点不断得以支持。但要想最终说明热是能量转移的一种形式，还决定于热与机械能之间相互转化的思想能否被人们接受，其关键在于测量热功当量的具体数值。德国医生罗伯特·迈耶在

研究关于热带气候里病人血色的问题中认为燃烧热的发生源不是筋肉而是血液，由此产生了热功当量的思想。此后他多次发表论文阐述自然界中普遍存在的各种能量间的相互转化，从而第一个提出了能量转化与守恒的思想。焦耳在 1840~1848 年间（甚至耗费了毕生的经历）做了大量实验，测定了热与多种能量的相互转化时严格的数量关系。当时热的单位是 cal（卡），功以 erg（尔格）为单位，焦耳测得热与功在数量上的关系为 $1\text{cal}=4.184\times 10^7\text{erg}$ ，这就是著名的热功当量。焦耳实验表明，自然界的一切物质都具有能量，它可以有多种不同的形式，但通过适当的装置，能从一种形式转化为另一种形式，在相互转化中，能量的总数量不变。后来，德国生物学家、物理学家亥姆霍兹发展了迈耶和焦耳的工作，严谨的证明了“在各种运动中总的能量是守恒的”，并第一次以数学方式提出了能量转化与守恒定律。

能量守恒与转化定律的建立，对制造永动机的

一、第一类永动机与能量守恒

自从蒸汽机出现后，生产力得到极大的发展。依靠这种机器，人们可以省去很多工夫而可以做更多的功，但是它需要燃料来驱动它。于是有人便梦想设计一种不需要能量，而可以不断做功的机器——永动机！在工业革命的推动下，工业和运输领域都相当广泛地使用蒸汽机。更多的人将注意力转移到了研究怎样消耗最少的燃料而获得尽可能多的机械能的问题上，甚至幻想制造一种不需要外界提供能量，却能不断地对外做功的机器，即所谓的第一类永动机。这个问题促使人们去研究热和机械能之间的关系问题。热力学正是起源于从数学上判定蒸汽机究竟能做出多大的功。

从瓦特改进蒸汽机，到卡诺以“热质说”为理论基础对热机效率进行科学探讨，得到卡诺定理，

直接在画布上相间并排涂上黄色与蓝色。当观众从不同视角欣赏时，就会自动叠加调和成各式活泼的绿色视觉效果。凡高的《奥佛的教堂》就是一例（图 4）。所以，观赏印象派绘画，最好是原作。

5. 信号密度

观察一组对照图，前者（图 5 左）是经典学院派画法：写实，细腻；后者（图 5 右）为印象派画法：简约，模糊。所谓细腻，就是在同样面积的画面上包含较多的边界变换（光的脉冲信号），要求观

者的视觉系统更精确地聚焦，更兴奋地调动才能完成相应的扫描和储存；而面对模糊的则相反。现代视觉科学（Visual Sciences）认为：同一个人在单位时间里，其视觉神经所能接收、储存和分析的光信息量是个常数。也就是说，一个人在同样的瞬间观赏印象派作品的有效画面积要大于经典作品的。所以说，印象派作品一般尺幅较大，宜远观，且更具有整体美感。

（上海同济大学 200030）