

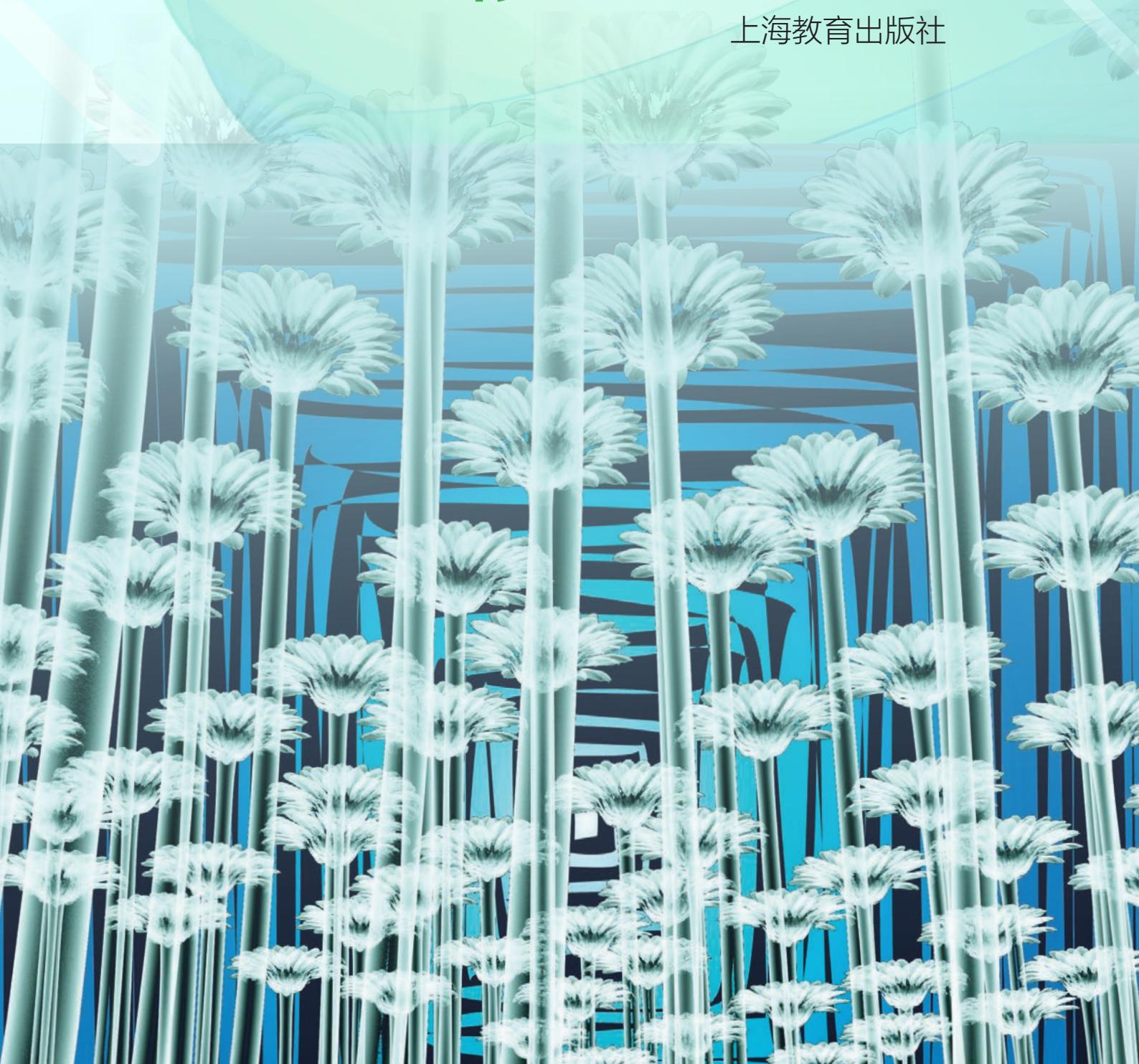
普通高中教科书



# 艺术 | 艺术与 科学

YI SHU 必修 3

上海教育出版社



普通高中教科书

# 艺术

必修 3

## 艺术与科学

上海教育出版社

主 编 孙惠柱  
副 主 编 沈 亮 徐韧刚  
本册主编 沈 亮  
本册编写人员 袁胜雄 张春辉 陈梦倩 朱 云

责任编辑 白 玮 王 晔 陈 群  
装帧设计 王 捷 郑 艺

本册教材部分图片由图虫·创意、视觉中国提供

**普通高中教科书 艺术 必修3 艺术与科学**  
上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会组织编写

---

出 版 上海教育出版社有限公司(上海市闵行区号景路159弄C座)  
发 行 上海新华书店  
印 刷 上海四维数字图文有限公司  
版 次 2021年8月第1版  
印 次 2023年7月第5次  
开 本 890×1240 1/16  
印 张 7  
字 数 162千字  
书 号 978-7-5720-0671-5/G·0506  
定 价 13.90元

---

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究  
如发现内容质量问题,请拨打 021-64319241;  
如发现印、装问题,请拨打 021-64373213, 我社负责调换。  
全国物价举报电话: 12315

**声明** 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

# 致同学们

---

在人类历史上，艺术与科学犹如一对孪生兄妹，古人甚至使用同一个词予以表达——希腊文的“tékhnè”、拉丁文的“Ars”。在人类文明史上，既是艺术家又是科学家的人才不胜枚举。时至今日，艺术和科学深耕各自领域，诗歌、音乐、舞蹈、美术等艺术门类有了长足的发展；数学、物理、化学、生物等专业也有了明确的分工。

艺术家创造形象，抒发情感；科学家研究自然，寻找规律。他们所从事的活动乍一看相去甚远，实际上却有许多共通之处：科学和艺术都是人类想象力和创造力的卓越表现，都以敏锐的直觉和智慧去探索自然和人，去认识世界、改造世界。进入20世纪，人类在艺术和科学方面取得了前所未有的成就，二者的融合更加广泛，正如法国作家古斯塔夫·福楼拜(Gustave Flaubert, 1821—1880)所说：“科学与艺术在山麓分手，必将在山顶重逢。”

探索艺术与科学的关系，你们首先要理解它们在总体上是相互融通的，无论何时，科学技术都为艺术发展提供了丰富的创意和表现手段，艺术的发展也为科学技术的进步从平衡、和谐等美感方面提供灵感，充分体现了感性和理性的相互影响和作用。具体说来，其关系可从多个角度来看：在艺术创造过程中，科技发展不仅对艺术作品的创作产生影响，还能够催生出新的艺术类型，尤其在互联网和数字时代，新的科技发展将促进新的艺术形态的诞生；在审美接受过程中，不仅审美行为本身需要借助科学原理，感性的艺术呈现也需要从科学的角度进行认知与阐释；在科学发现过程中，艺术美感与人文精神既渗透在创造活动的每一个环节，又为科学创新提供源源不竭的动力。艺术与科学的结合，将有利于你们更好地认识艺术与科学，有利于你们形成正确的世界观和艺术观。

《艺术与科学》根据教育部颁布的《普通高中艺术课程标准(2017年版2020年修订)》编写。学习艺术与科学的关系，你们可以通过以下几个途径展开：通过实践学习，运用某种表达手段创作一件艺术与科学相结合的艺术作品；通过理论研究学习，从科学的角度评论艺术作品，对艺术与科学的互动关系提出问题，展开讨论，理解艺术与科学之间关系的复杂性；通过创作体验和观摩研讨，感知艺术与科学之间主要的联系方式，从科学的角度出发，建立对艺术的审美能力，以及在科学语境下对艺术的理解能力。

编者

2020年6月

# 目 录

## 第一单元 艺术与科学的融通之道

第一课 艺术家的科学兴趣 \ 4

第二课 科学家的艺术情怀 \ 12

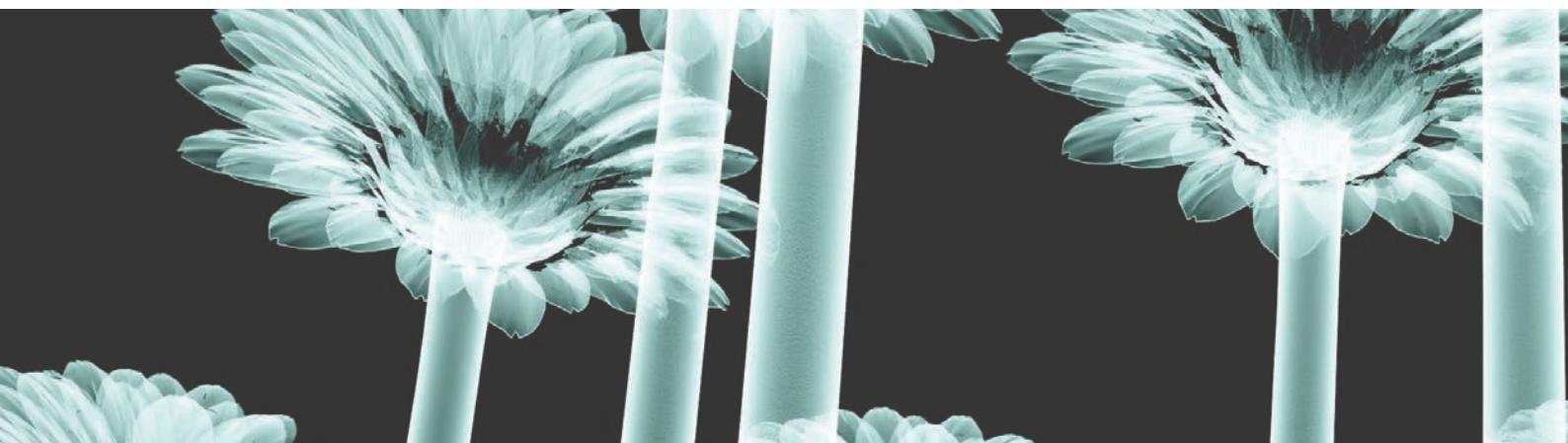
第三课 传统工艺的科学与艺术 \ 18

## 第二单元 艺术创作与科技发展

第一课 绘画的媒材与表达 \ 28

第二课 中国动画电影与科技进步 \ 36

第三课 艺术创作与数字化时代 \ 44



## 第三单元 艺术审美的科学原理

第一课 艺术形式的科学比例 \ 58

第二课 视觉艺术的认知心理 \ 66

第三课 艺术中的数理化 \ 74

## 第四单元 科学探索之艺术美感

第一课 混沌与秩序之美 \ 84

第二课 建筑科学之道法自然 \ 92

第三课 科幻艺术之人文思考 \ 100





# 第一单元

## 艺术与科学 的融通之道

艺术与科学相互融通的方式有多种。艺术家对科学的兴趣促使艺术与科技相结合，从而创造出新的艺术形式。科学家的艺术情怀为科学打开创造的空间，诞生新的科学成果。通过探究性的课题研究，你能更深刻地理解科学探索需要的创造力与艺术紧密关联。特别是在工艺设计方面，艺术与科学更是你中有我，我中有你。

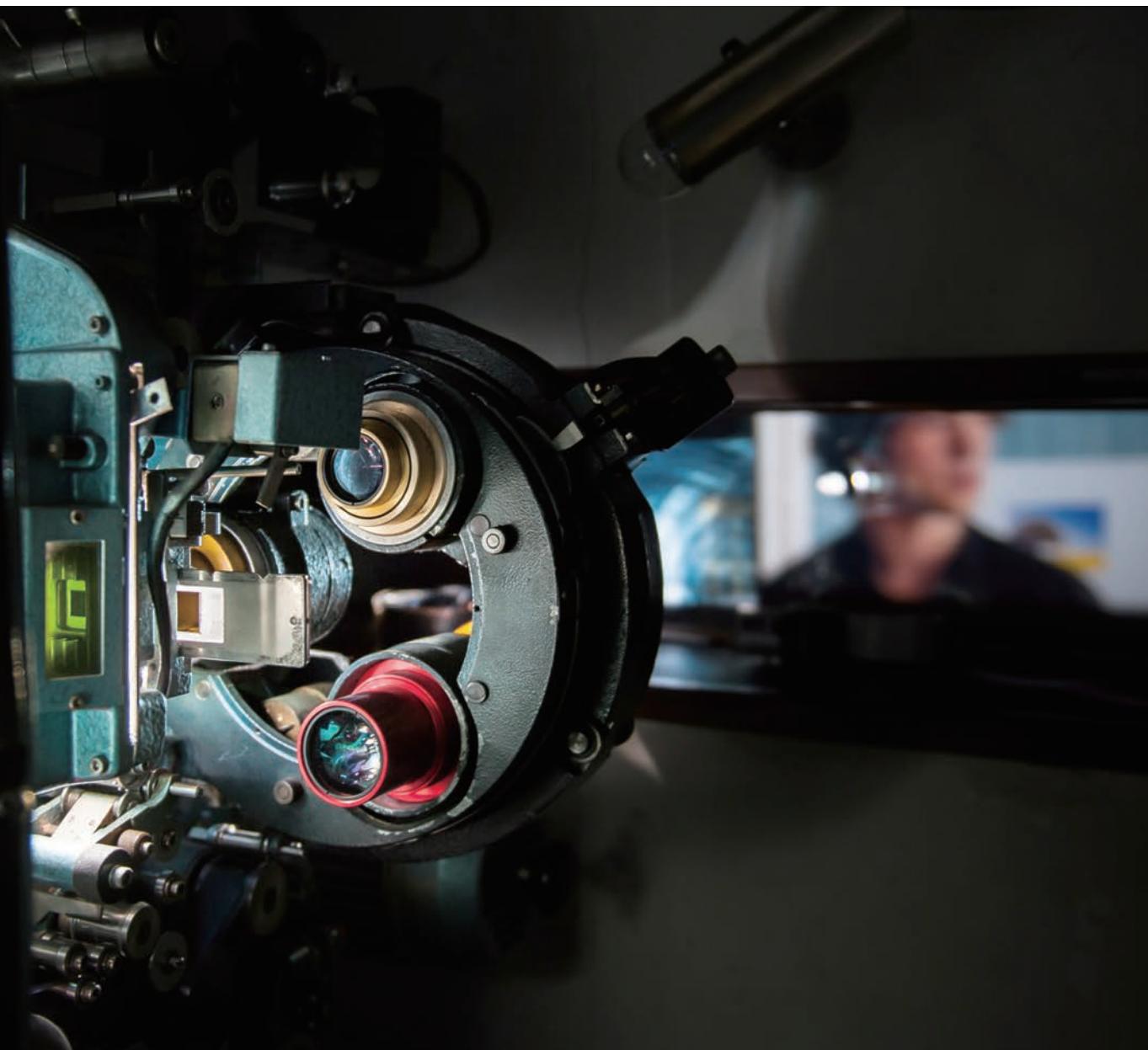
### | 学习重点 |

1. 了解中外艺术家借助科学技术，激发想象力、创造力的事例，体会感性与理性思维的相互作用。
2. 知道科学与艺术的不同思维方式，认识到科学家的艺术情怀可以助推科学的研究创新。
3. 了解传统工艺中的科学精神和艺术美感，尝试设计科学原理和艺术特色相融合的作品。

# 艺术家的科学兴趣

## 情境导入

艺术家对科学产生浓厚兴趣，会催生出新的艺术形态，如电影的诞生。现在的数码相机和手机大多有拍摄视频的功能。如果回到只有胶片照相机的时代，你能想办法拍摄出一段动态视频吗？你将如何把这段视频播放出来？也许，对科学技术的强烈兴趣，可以促使你重新发现电影艺术的奥秘。



电影放映机

## 审美感知

艺术家与科学之间有着千丝万缕的联系，总体而言主要有两种：一是把科学发现和科技进步作为题材来进行表现，这在绘画、雕塑等造型艺术以及戏剧、影视等综合艺术作品中比较常见；二是充分采用科技进步的成果，在创作、制作和传播等环节开展艺术创新，催生新的艺术种类。

### ◎ 艺术家对科学题材的表现

科学作为社会生活的一部分，也是艺术家创作的重要题材之一。艺术家会以同时代的科学发现为创作题材，以艺术的方式表达个人对科学发现的感悟。这一点在画家身上表现得十分明显。

西班牙画家萨尔瓦多·达利（Salvador Dali, 1904—1989）对科学的兴趣十分浓厚。他关注量子力学、数学和遗传学的发展，并将它们作为灵感的源泉。1945年，受到日本广岛原子弹爆炸的震撼，他开启了创作中的“核时期”，随后又在原子理论的影响下步入“微粒子时期”。他的作品《原子加拉》看上去很古典，令人联想到文艺复兴时期的绘画；也很现代，因为该作品是参照微观粒子的形态绘制而成的，其中每个球体象征一个原子。



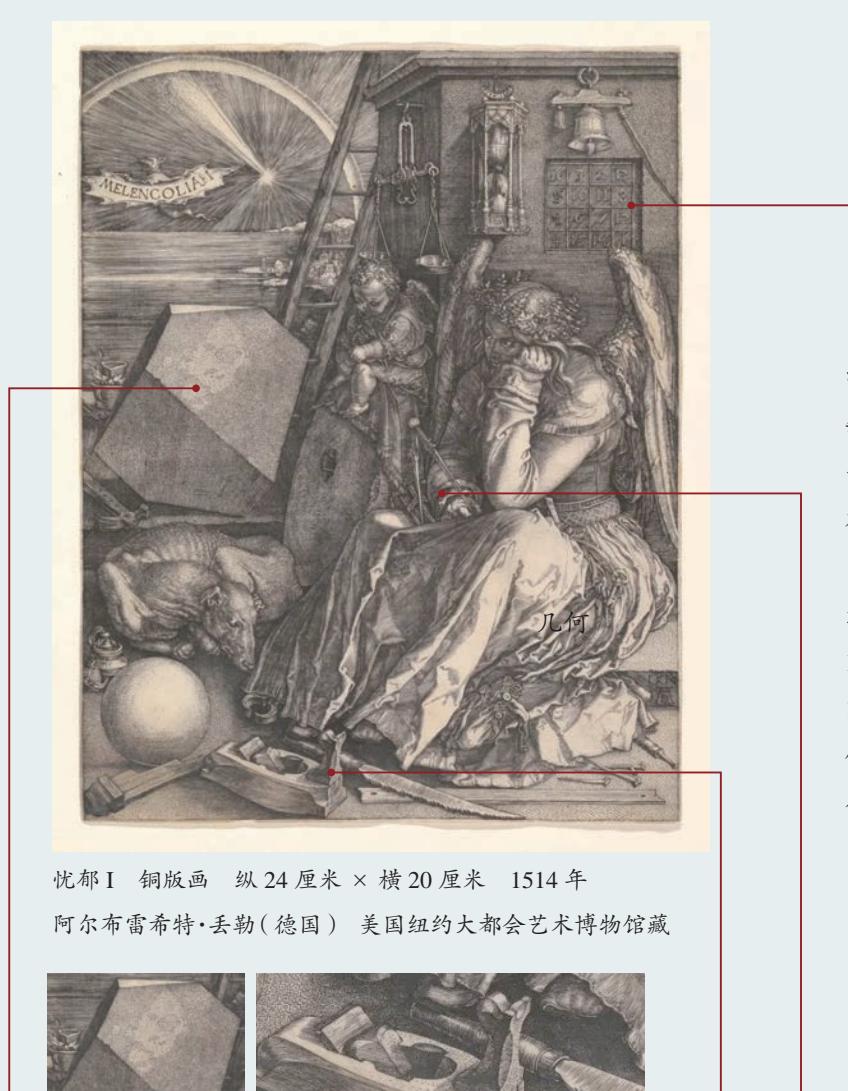
原子加拉 油画 纵65厘米×横54厘米 1952年

萨尔瓦多·达利(西班牙) 西班牙达利博物馆藏

## ■ 范例赏析

### 《忧郁 I》

文艺复兴时期的德国画家阿尔布雷希特·丢勒(Albrecht Durer, 1471—1528)借助科学知识来提高自己的艺术创作水平。他的作品《忧郁 I》中手托脸颊的恬静少女表情忧愁，边上是睡着的狗，左上方是灯塔和彩虹，照亮画题 MELENCOLIA I，映衬出“忧郁”的主题。对绘画细节一丝不苟的精确表现是丢勒作品的风格特点，他的作品中还多处包含数学元素。



忧郁 I 铜版画 纵 24 厘米 × 横 20 厘米 1514 年  
阿尔布雷希特·丢勒(德国) 美国纽约大都会艺术博物馆藏



少女头顶上是 $4\times 4$ 的幻方。幻方中的数字，横向或竖向4个数字相加，其和都是34，角上4个数字相加或中心4个数字相加，其和也都是34，这是著名的斐波那契数列中的数字。幻方最下面一行中间的两个数字15、14，代表这幅画创作于1514年，时年丢勒正好43岁，是34的镜像。将数学研究成果融入艺术创作中，是这幅画的神来之笔。



多面体、球体、圆规、尺子是几何学的常用工具，刀、锯、刨、锤是工程学的常用工具，锚、指南针与航海相关，天平、沙漏、钟与物理学相关。

这位少女是思想家、科学家和艺术家的化身，她手中握着的正是象征几何的圆规，可见几何在作者心目中的地位。

## ◎ 艺术家对科技进步的应用

作为艺术与科技联姻的产物，电影的诞生经历了科学家、发明家、艺术家漫长的研究过程。现代科学在光、电、声等领域的研究，以及感光胶片、光学镜头、摄影机、放映机等实用设备的问世，为电影的诞生打下了基础。纵观电影发展的各阶段，从无声到有声，从黑白到彩色，从胶片到数码，从 2D 到 3D，从宽幕到巨幕，直到虚拟现实技术的运用，无不以科技进步为先导条件。

电影产生所依据的科学原理和技术，主要有四个：视觉暂留、连续摄影术、放映术和格式塔心理学。

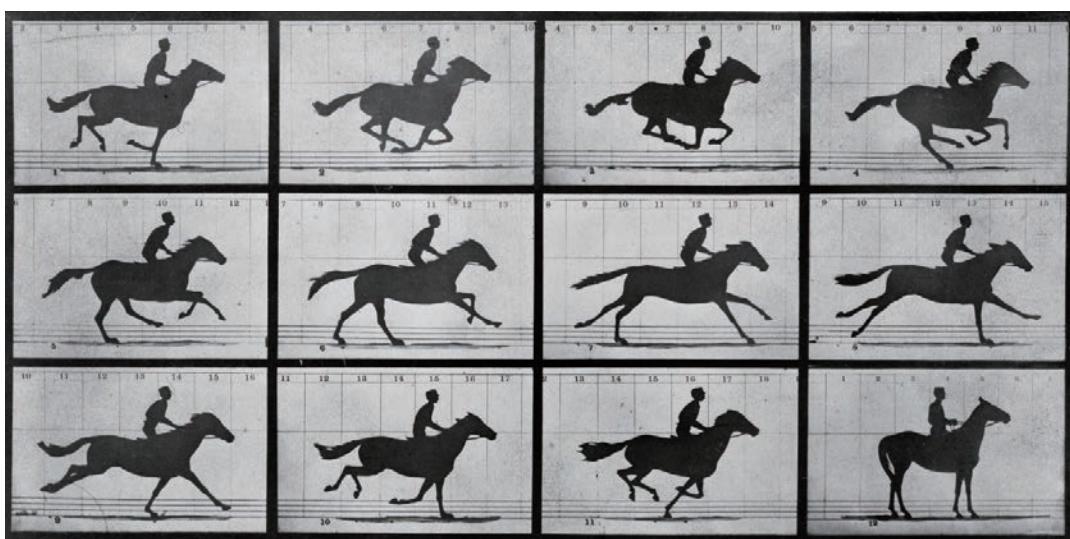
人的眼睛观看运动物体时，视网膜会受到光的刺激产生视觉感光信号，在光停止作用后，视觉感光信号传输的视觉形象并不会立刻消失，而是会在视网膜神经上形成残留，并维持约 0.1—0.4 秒的有限时间，成为“后像”，这种现象就叫作视觉暂留。视觉暂留是电影、动画等媒体艺术形成与传播的基本依据。

### 知识点击

电影要求拍摄连续不断的视觉图像。摄影曝光时间必须足够短，才能够在每秒内获取不少于 16 张图像（电影经历了从 16 帧到 24 帧的转变），形成一种连续不断的视觉影像。

#### 格式塔心理学

也可翻译为“完形心理学”，西方心理学的主要流派，产生于 20 世纪初的德国。“格式塔”为德文“Gestalt”的音译，意为“完形”“形状”，其含义在于强调意识经验的完整性和完形性，如知觉中实际呈现的形（形状、形体、形象、符号等）。该学说初始于 1910 年心理学家对似动现象实验的观察，认为静止物体在一定条件下所产生的视知觉运动现象，已不能用其原来的物理刺激的原因来解释，即非个别感受的综合，而是一种全新的具有整体性的现象。

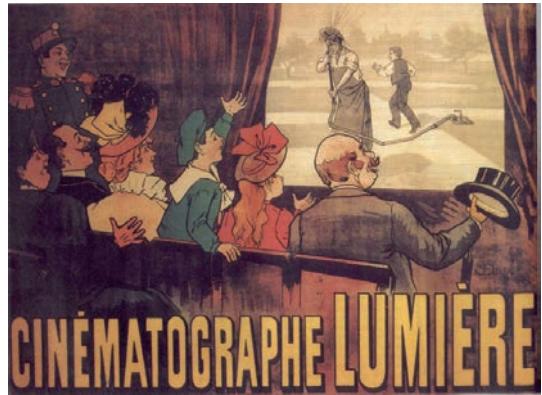


爱德华·慕布里奇拍摄的连续影像

1872 年，为了研究“马奔跑时蹄子是否着地”，英国科学家爱德华·慕布里奇（Eadweard Muybridge，1830—1904）用多台照相机间隔摆放拍摄一匹马的奔跑，发明了连续摄影装置。



卢米埃尔兄弟发明的摄录放映一体机



水浇园丁 电影海报

导演：卢米埃尔兄弟（法国） 首映：1895 年

放映术是将一系列快速闪烁的图像投射到二维平面上，从而创造出运动幻觉的技术。

## ■ 范例赏析

### 电影的诞生

奥古斯特·卢米埃尔 (Auguste Lumiere, 1862—1954) 和路易·卢米埃尔 (Louis Lumiere, 1864—1948) 被公认为“电影之父”。1895年12月28日晚，在巴黎卡普辛路14号“大咖啡馆”的地下室里，卢米埃尔兄弟第一次在公众场合售票公映他们拍摄的电影。当天放映的有《火车进站》《工厂的大门》《水浇园丁》等11部无声电影短片，历时20分钟左右。这一天不仅标志着“放映术”的问世，也标志着电影的真正诞生。



火车进站 电影剧照

导演：卢米埃尔兄弟（法国） 首映：1895 年

### 最早的影片

《火车进站》是世界上最早的影片，记录了巴黎萧达火车站内一列火车行驶进站的全过程。火车缓缓驶来时，由于透视幻觉，会产生一种火车迎面冲上来的奇特视觉效果。因此，当这部影片在影院放映时，对银幕视觉原理还知之甚少的观众惊得纷纷四散奔逃——他们产生了心理错觉，以为火车真的向他们开过来了。

## 科幻电影的鼻祖

1902年，法国艺术家乔治·梅里爱(Georges Melies, 1861—1938)根据儒勒·凡尔纳(Jules Verne, 1828—1905)和赫伯特·乔治·威尔斯(Herbert George Wells, 1866—1946)的两部科幻小说，拍摄了影片《月球旅行记》，获得空前成功。该片被认为是科幻电影的鼻祖，描述了天文学家到月球探险的故事。



月球旅行记 电影海报



乔治·梅里爱影片中的多重曝光效果，片中人

导演：乔治·梅里爱(法国) 片中人为乔治·梅里爱本人

首映：1902年



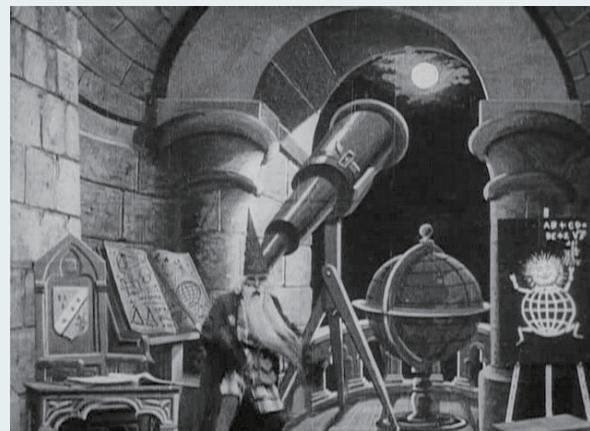
乔治·梅里爱(法国)

梅里爱曾经是一位舞台艺术家，拥有自己的剧院，致力于将魔术和戏剧相结合。第一次接触摄影机，梅里爱就对它产生了浓厚的兴趣，从此开始电影创作生涯，并建造了世界上第一个“摄影棚”。1896年，在一次偶然的拍摄过程中，由于机器发生故障，中间停止拍摄了一段时间。之后梅里爱在放映拍摄的街景时，惊奇地发现画面上一辆行驶着的公共马车突然变成了送葬的灵车，男人突然变成女人。梅里爱由此发现“停机再拍”的电影技术原理。此后，梅里爱还开创了多重曝光、延时摄影、合成照相等摄影特技；发明了叠印、淡出、淡入等剪辑技巧。梅里爱因此成为世界电影史上第一位电影特技专家。



一个人的乐队 电影剧照

导演：乔治·梅里爱(法国) 首映：1900年



天文学家的梦 电影剧照

导演：乔治·梅里爱(法国) 首映：1898年

## ■ 体验活动

一百多年前的胶片摄影机体形笨重、价格昂贵，而在今天的数字媒体时代，手机、数码相机、平板电脑等都可以拍摄，并通过软件进行编辑、合成。请你制作一个三至五分钟的短片，素材可以是自己拍摄的，也可以从现成的影片中截取。

### 活动一：理解视频剪辑的含义

剪辑可视为一个镜头与下一个镜头的连接，即将一个镜头的“头”接到上一个镜头的“尾”，从而形成连贯的画面。镜头间的转换位置就是一个剪辑点。一部普通的电影大约有 1000 至 2000 个镜头剪辑在一起，有些作品甚至多达 3000 个镜头。

### 活动二：学习短片制作的流程

将素材导入软件；选择需要编辑的素材，将素材在时间线上进行剪辑；对剪辑后的素材进行相应声音的编辑，加入特效或字幕；导出编辑后的素材，形成新的视频。

视频剪辑软件一般有三个区域：素材区、时间线、播放区。

素材区里放置需要编辑的素材。

时间线是对素材进行剪辑的区域；从左往右是影片播放的时间轨迹。

播放区用来查看素材区的素材和时间线上的编辑情况。



视频剪辑

### 活动三：进行短片制作

1. 把拍摄的视频素材导入素材区。把素材区里的视频拖到时间线上，剪到合适长度，并把不同片段按照一定的顺序排列组合。
2. 素材的剪辑方式可以是“切”，也可以是不同的转场特效，这些都可以在编辑工具里进行选择。
3. 素材剪辑完成之后，就是声音编辑。在视频时间线下方，可以添加声音时间线，用于给视频素材添加声音效果或背景音乐。
4. 为时间线上的素材加入特效或字幕。
5. 当你对影片的视频顺序、转场特效、音效和音乐都满意了，使用“导出”功能，就可以把时间线上排列组合的素材合成一条完整的影片了。

## ■ 思考评价

1. 请分析你的视频短片在剪辑、特效方面的创意。
2. 请你根据“艺术家的科学兴趣”，寻找一件艺术作品进行分析，并与同学分享。
3. 吴冠中认为：“高明的科学家和艺术家都不应只是一个匠人，而是一个去发现自然的美，一个去再现自然的美。”请说说你对这句话的理解。

## 拓展研究

纪录片作为传播科学知识的途径之一，是体现同时代科技进步的艺术表现形式。



创新中国 纪录片海报 导演：史岩 首播：2018年



《创新中国》中的500米口径球面射电望远镜

《创新中国》是一部讲述中国科技成就和创新精神的纪录片。它关注前沿的科学突破、新潮的科技热点，聚焦信息技术、新型能源、中国制造、生命科学、航空航天与海洋探索等领域，用鲜活的故事记录当下中国伟大的创新实践。类似的纪录片还有《大国重器》《超级工程》等。



大国重器 纪录片海报 导演：刘宝恒、戈飞等  
首播：2013年



超级工程 纪录片海报 导演：李炳  
首播：2012年

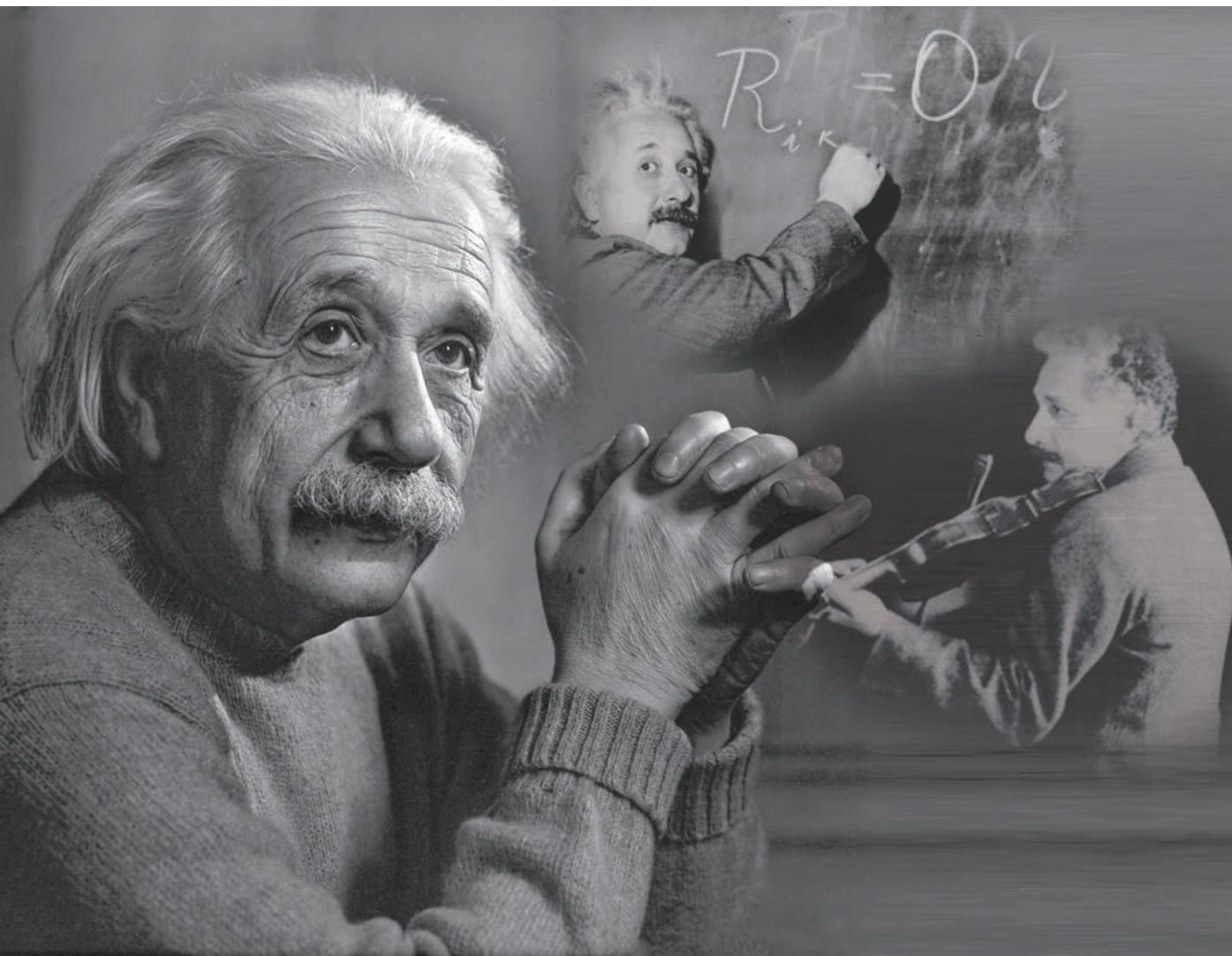
请观看这类纪录片，发现和还原纪录片摄影师的心路历程，体会他们在拍摄时所付出的努力，进一步研究纪录片是如何将科学事实和个人情感结合在一起的。

# 科学家的艺术情怀

## 情境导入

科学家李政道(1926— )指出：“科学与艺术是一个硬币的两面。”人类自诞生以来，就开始铸造科学与艺术这两把利剑，劈开洪荒的迷蒙，切断愚昧、野蛮的羁绊，走向文明的家园。

很多科学家对艺术情有独钟，是因为艺术为他们的闲暇生活带来了乐趣，还是因为艺术素养能激发科学创造？如果在古代，以你现在掌握的数学、物理和化学知识，你已经可以算是一个科学家了。当你为其中一项科学成果的诞生而兴奋时，你会用怎样的艺术方式表达出来？



阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein, 德国)

## 审美感知

科学家钱学森(1911—2009)说：“科学家不是工匠，科学家的知识结构中应该有艺术，因为科学里面有美学。”

翻开科学史册，我们会发现科学家和艺术联系紧密。

钱学森酷爱艺术，从小学习音乐与绘画，会弹钢琴和吹奏管乐器，大学时曾是管乐队成员。他喜欢路德维希·凡·贝多芬(Ludwig van Beethoven, 1770—1827)，喜欢古诗词，还发表过文章谈如何欣赏贝多芬和沃尔夫冈·阿玛多伊斯·莫扎特(Wolfgang Amadeus Mozart, 1756—1791)的音乐作品。



笑傲苍穹·人民科学家钱学森 油画

纵118厘米×横143厘米 2011年 杨谷昌

### ◎ 科学家与艺术家的对话

李政道一直主张将科学与艺术进行对比和联系，综合起来研究，建议科学与艺术通过绘画、音乐、诗歌这些特殊形式进行交流和对话。

李政道亲笔书写的“格”字，表示“格点”或“测量”，含“格物致知”之意，其背景是用于研究格点规范理论的哥伦比亚并行机的线路图。



格 书法 李政道 1987年

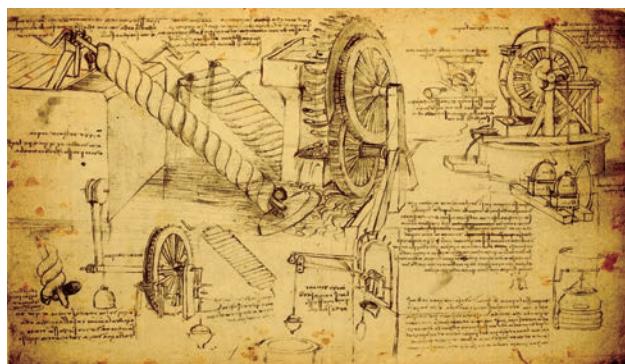
### ◎ 科学家热爱艺术



酷爱音乐的物理学家——阿尔伯特·爱因斯坦(德国)

列奥纳多·达·芬奇(Leonardo da Vinci, 1452—1519)是集科学和艺术于一身的巨人。以艺术家身份闻名于世的他，在科学领域也留给后人极为丰富的遗产。

对音乐的爱好也是想象力的来源之一。比如，提出过狭义相对论、广义相对论，因为光电效应获得诺贝尔物理学奖的爱因斯坦会拉小提琴，不论出行何处，他都常会带把小提琴。

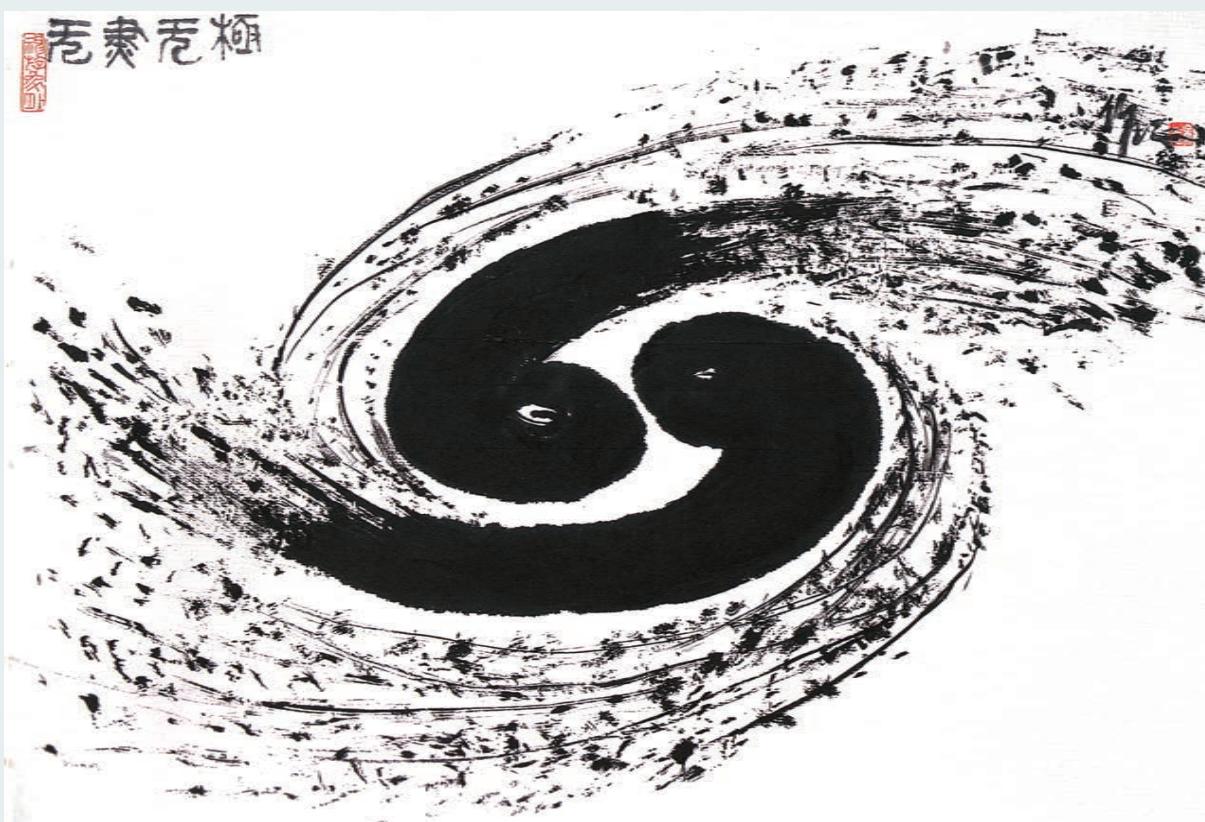


设计手稿 列奥纳多·达·芬奇(意大利)

## ■ 范例赏析

李政道对话艺术家

物理学揭示带正电或负电的粒子之间的相互作用，形成了原子。原子、分子，气体、液体、固体构成了世界万物。这种负电荷与正电荷的对偶结构，对应了中国传统文化中的“阴”和“阳”。中国传统文化中的“太极”符号揭示了“阴”和“阳”的关系，所有的复杂性都是从简单性产生的，正如老子在《道德经》中所说的“道生一，一生二，二生三，三生万物”。如此繁多的复杂性是如何从简单的“道”中产生的，则是科学研究的主要问题。



无尽无极 中国画 纸本水墨 吴作人

### 科学问题

《无尽无极》是诺贝尔奖获得者李政道邀请画家吴作人(1908—1997)创作的，为1988年5月在中国高等科学技术中心举办的“二维强关联电子系统国际学术会议”主题画。这幅太极图是科学与艺术融合的经典之作，成为北京正负电子对撞机的标志。

### 艺术表现

在吴作人看来，我国古代《周易》的“阴阳两仪”学说与现代物理学的二维强关联电子系统有共通之处，都表明世间万物的复杂性是从“阴阳两极”这一简单性中变化而来的。

画作《无尽无极》充满动势，寓意世界是动态的，宇宙的全部动力、所有物质和能量都产生于阴阳两极的对峙。太极似乎是静态的结构，蕴藏着巨大的势能，可以转变为整个宇宙的动能。阴阳两极，正负对撞，哲学、物理融通于这幅艺术作品中。

## 《超弦生万象》

### 科学问题

中国高等科学技术中心于1989年5月组织了“场、弦和量子引力”国际学术研讨会。研讨会在召开之前，李政道请画家李可染（1907—1989）创作一幅表达超弦理论的中国画，用作研讨会的标志。

理论物理的基本问题之一就是弦理论、量子引力和场论的统一。超弦理论认为：我们四维世界中所有现象只是十维空间中一根弦的表现。

对这个深奥的科学理论，李政道这样向李可染解释：“想象用一根三维的线来绣一幅二维的图，可以绣出人、马、马车和许许多多其他东西。再想象这根线可以按任何方式运动，一根三维空间的线的运动就产生了人、马等整个二维图像的运动。”

### 艺术表现

李可染是齐白石的弟子，是中国近代画家、诗人，擅长画山水、人物。晚年时，他突破早期的艺术观念，对传统笔墨的认识逐渐深化，心手之隔也渐趋弥合，在保留自然形象的前提下，更加随心所欲地追求笔墨的独立性。中国画《超弦生万象》富有诗意地描绘了万种粒子及其激发状态从一根超弦的振动中产生。画作中充满动感的点、线、面，游于无穷，寓意无尽，既生动地体现出与超弦理论的联系，又有独特的艺术意境。



超弦生万象 中国画 纸本设色 李可染

## ■ 体验活动

许多艺术作品不仅蕴含着科学思想，其创作过程中也运用了科学方法。同样地，科学原理、科学实验的表现不仅仅是复杂的公式、精密的仪器，它们也可以通过艺术化的方式呈现出来。

活动一：选取一项你喜欢的科学实验或理论，可以是数学定理、物理定律或化学方程式，也可以是各类科学实验。

活动二：选择一件现成的艺术作品，可以是一首歌、一幅画、一段舞蹈……尝试发现选取的科学实验（或理论）与已有的艺术作品之间的关联，并将两者匹配起来，填入下表。

艺术作品	科学原理	关联的理由

活动三：分组欣赏，全班交流。

四位同学一个小组，互相欣赏各自的选配方案，讨论选配过程中心得。全班交流，每组推荐一位同学在课上分享。



创造太阳 雕塑 1988年 唐大禧

## ■ 思考评价

1. 请根据你的艺术创作经历，推敲你选择的艺术作品的创作过程，感受艺术与科学相互产生的影响。
2. 科学知识不仅仅是文字，它可以通过艺术的表达方式变得丰富立体。科学家们用艺术的方式表达科学知识，请思考他们这样的创意表达有什么意义。
3. 科学与艺术从不同的角度来研究人类和自然，科学技术的进步有助于形成新的艺术表现形式，艺术作品中的科学美表现在艺术家科学思维与艺术思维的交织中。请从科学与艺术活动特征（把握世界的方式、追求的目标、认知的过程、表述客观世界等）的角度分析科学与艺术的异同。

## 拓展研究

曾任北京大学物理系主任的丁西林(1893—1974)是杰出的物理学家，也是出色的剧作家。丁西林1919年从英国留学回国后，在物理学术研究和物理教学等方面取得了丰硕成果。他业余从事戏剧创作，取得了很高的成就，《一只马蜂》《压迫》《瞎了一只眼》等是他的代表作。



瞎了一只眼 话剧 编剧：丁西林

亚历山大·鲍罗丁(Alexander Borodin, 1833—1887)是19世纪末俄国主要的民族音乐作曲家，是一位同时精通化学和音乐的传奇人物，强力集团(新俄罗斯乐派)的重要成员。他的音乐代表作有奠定了俄国史诗性交响乐体裁的第二交响曲《勇士》，富于俄罗斯风格的交响音画《在中亚细亚草原上》等。



亚历山大·鲍罗丁(俄国)

鲍罗丁也是一位化学家。鲍罗丁毕业于圣彼得堡医学院，获得医学博士学位。鲍罗丁的化学研究成果，集中在有机化学和生理化学两大领域。其代表性成果，要数他在1864年至1873年对醛的聚合和缩合的研究。他发现的羟醛缩合反应，至今仍被广泛应用于有机合成。德米特里·门捷列夫(Dmitri Mendeleev, 1834—1907)称他是“俄国最重要的化学家”。

请举例说明艺术感悟力对科学创造的重要性体现在哪些方面？科学和艺术在创造力方面的共通性体现在哪些方面？

# 传统工艺的科学与艺术

## 情境导入

后母戊鼎是迄今出土的中国古代最重的青铜器。后母戊鼎在塑造泥模、陶范、合范灌注等环节中存在一系列复杂的技艺。后母戊鼎的铸造充分说明商代后期的青铜铸造不仅规模宏大，而且组织严密、分工细致，足以代表高度发达的商代青铜文化。在传统工艺设计中，艺术与科学是怎样结合的呢？



后母戊鼎 青铜器 商 高133厘米 中国国家博物馆藏

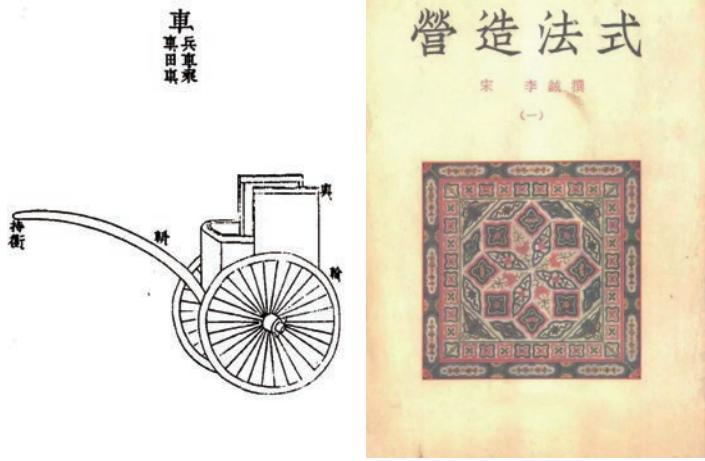
## 审美感知

科学对艺术的影响，体现在艺术与技术、美学与科学的相互结合与渗透中。随着科技的进步、经济的发展和艺术的普及，人们对于艺术的需求也日益多样化。

### ◎ “艺”和“技”

传统工艺主要由“技”和“艺”构成，兼具物质文化和非物质文化两种属性，体现着工匠精神和先贤智慧，是中华优秀传统文化的重要组成部分。

传统工艺覆盖面广，涉及衣、食、住、行等方面，遍布各民族、各地区，涵盖了刺绣、木雕、制瓷、金银器制作、营造等技艺。传统工艺既表现为有形的东西，也蕴含着无形的知识。无形的知识有不同的表现形式，如技术规范、操作方法、各类口诀等，这些都体现出人类的聪明才智与高超技艺。



《考工记》中的古代工艺

营造法式 李诫(宋)

中国有浩繁的典籍流传于世，许多文献对传统的科学知识和工艺做了记载。其中，《考工记》《王祯农书》《营造法式》《武经总要》和《天工开物》等技术典籍专门记述了诸多门类的传统工艺。



陶埙 新石器时代 河姆渡文化

陶埙是中国特有的闭口吹奏乐器。多为椭球形，夹砂灰陶，器表素面，在器物的顶部有一圆孔，作吹奏之用。这说明在距今七八千年前的新石器时代，人们已能烧制精美的陶质乐器。

在中国传统的工艺设计中，渗透着“天人合一”的思想。“天人合一”倡导人与自然、社会的和谐统一，这在原始陶器、宋代瓷器、明代家具等传统工艺中均有所体现。这种朴素的形式表达了对自然的敬畏和亲近。当代绿色设计和生态设计是“天人合一”设计思想的拓展。

## ◎ “艺”和“美”

工艺美术，是与人们日常生活直接相关、精心设计的实用艺术物品的总称，所以又常常被称为实用工艺。这些实用工艺物品，生产时虽然受物质材料和生产技术的制约，但人们依然努力在造型和外观上赋予其审美价值，使之具有鲜明时代风格和民族特色。

设计是一个演进的过程。设计具有时代特征，但传统和当代从来不是对立的，古代的设计不断累积，成为传统的符号；而当代设计也不断从传统符号中汲取养分。



鬼谷子下山青花大罐 元 高 27.5 厘米

此罐采用景德镇当地高岭土烧制，以进口钴料苏麻离青绘出青花纹饰。大罐描绘鬼谷子下山救弟子孙膑免遭另一弟子庞涓毒手的故事，罐形饱满大气，人物刻画传神，富有神韵。元青花瓷器大量出口外销，而此罐为本土定制，元青花人物极其罕见，非常珍贵。

### 知识点击

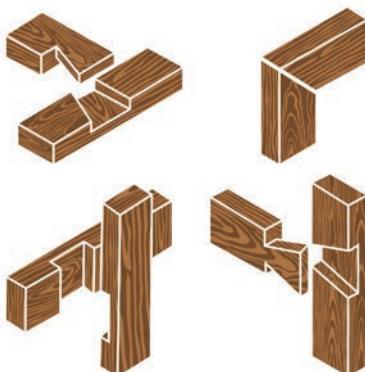
#### 景泰蓝

正名“铜胎掐丝珐琅”，俗名“珐蓝”，又称“嵌珐琅”，是一种在铜质的胎型上，用柔软的扁铜丝掐成各种花纹焊上，然后把珐琅釉填充在花纹内烧制而成的器物。因其在明朝景泰年间盛行，制作技艺比较成熟，使用的珐琅釉多以蓝色为主，故得名“景泰蓝”。

掐丝珐琅缠枝莲纹龙耳炉 明

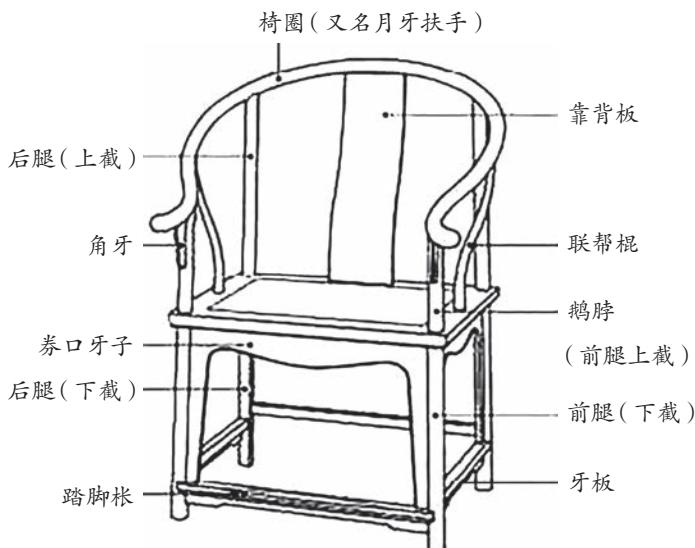
高 9.7 厘米、口径 15 厘米

此炉敞口，铜镀金龙首吞彩色云纹双耳，垂腹，圈足。炉身通体以蓝色珐琅为底，掐丝填红、黄、蓝、白等色珐琅的缠枝莲纹，足上以彩色莲瓣纹为衬，足底镀金光素。此炉胎壁厚重，造型规整，珐琅颜色纯正，色泽蕴亮，有宝石般光泽。



榫卯结构

明代家具榫卯种类繁多、变化万千，有格角榫、半榫、长短榫、燕尾榫、夹头榫、抱肩榫、挂钩榫、夹角榫、走马榫等几十种之多。



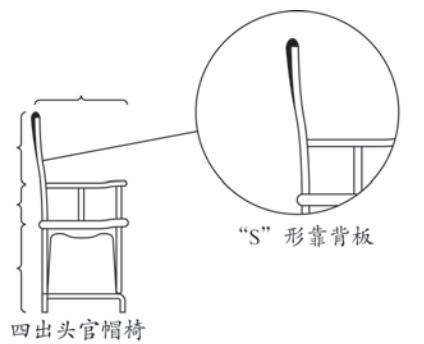
明代圈椅及结构

明代座椅椅面高度的设计考虑到了人体小腿高度，一般约45厘米，当代人体工程学的高度为40—48厘米；明代无扶手靠背椅的椅面宽大概为40厘米，也与当代人体工程学的适用宽度40—45厘米相契合；椅面深为40厘米，与当代人体工程学的适用深度35—40厘米基本符合。

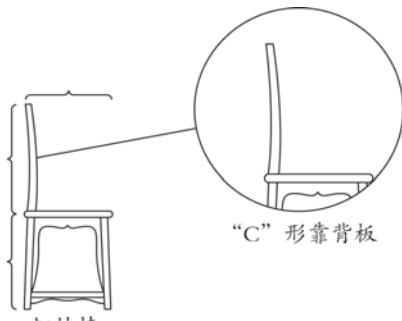
### 知识点击

#### 榫卯结构

以木构架结构为主要的结构方式，各个构件之间的结点以榫卯相吻合。中国传统家具的榫卯结构在明代达到高峰。



四出头官帽椅



灯挂椅

按人体工程学设计的座椅

#### ◎“艺”和“人”

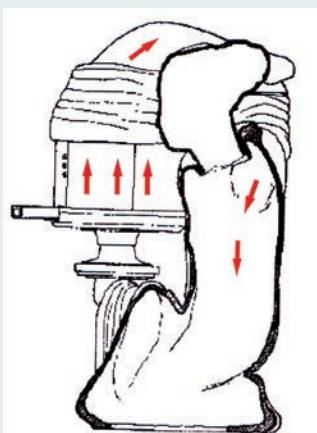
明代座椅靠背的造型一般为“S”形或“C”形曲线，这两种椅子靠背的曲线考虑到了人体背部的曲线。在当代人体工程学中，常常通过材料的运用及表面的形状变化来降低靠背表面的平均压力，以保持脊柱的正常和自然状态，给人以舒适感。

## ■ 范例赏析

### 《长信宫灯》

《长信宫灯》历经两千多年，虽略有锈蚀，仍熠熠生辉，一直被视作我国工艺美术品的典范。其制作工艺之精美绝伦，艺术构思之巧妙独特，广受赞誉。

《长信宫灯》不但可以作为照明工具，也可以作为精美的室内陈设品。作为中国青铜灯具的代表，它达到了功能和形式、科学和审美的统一。



### 环保

《长信宫灯》最令人叹服的是巧妙地利用宫女的手臂作导烟管，烟管的一端连着中空的身体，另一端连着覆钵形的灯盖。当灯盘中的灯火点燃时，烟尘通过灯罩上方的灯盖被吸入导烟管；再由导烟管使烟尘尽可能被体腔内的清水吸收，防止灯烟污染空气。



长信宫灯 西汉 高48厘米 河北博物院藏

《长信宫灯》的器形结构科学，高度适宜，方便人们日常使用。灯罩内部设计有一根铜管结构，一方面可以供伸出灯芯之用，另一方面可以供插蜡烛之用，一举两得。

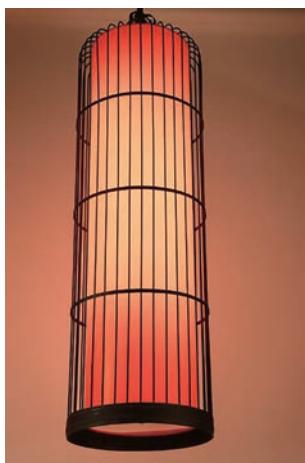
### 节能

利用灯罩的反射作用，原本微弱的光线得以聚集，这样照明的功能就得到了最大的发挥；由于有导烟管连接到外部，灯油的燃烧就更加充分，节约了能源。



## ■ 体验活动

尝试构思灯具和家具设计方案，要求能体现中国传统文化特色。



灯具设计

活动一：上网收集各类灯具和家具设计，分析其体现的艺术性与科学性。

产品	科学技术	艺术特色

活动二：四位同学为一组，尝试运用新技术、新材料进行设计，讨论设计方案。

活动三：总结设计中遇到的困难和收获，全班交流。每组推荐一位同学进行汇报，评选优秀设计方案。



家具设计

### 包豪斯学院

1919年，包豪斯学院在德国魏玛成立，学生们除了学习建筑之外，还要学习家具、灯具和餐具等日用品设计。包豪斯学院旨在消除19世纪末以来存在于传统手工业与工业、质量与数量、艺术与科技之间的敌对状态。技艺精湛的工匠和具有创造力的先锋派艺术家在学院里联手设计新式物品，随后在工厂中大批量生产。包豪斯学院极大地推动了工业设计时代的来临。



包豪斯风格的椅子设计



瓦西里椅 马歇尔·拉尤斯·布劳耶(匈牙利)

马歇尔·拉尤斯·布劳耶 (Marcel Lajos Breuer, 1902—1981)于1925年设计了世界上第一把钢管皮革椅，为了纪念他的老师——先锋派艺术家瓦西里·康定斯基 (Wassily Kandinsky, 1866—1944)，他为该椅子取名为“瓦西里椅”。

## 思考评价

- 请说出几种传统工艺与现代工艺设计作品中艺术与科学结合的方法。
- 请说说你设计的灯具、桌椅能达到该器具应满足的实用要求吗？它是否既美观又科学？
- 展示你的灯具和桌椅设计图，并与同学分享创意和想法。



灯具设计图

## 拓展研究

从家具、服装、建筑、交通工具的设计，以及环境规划和设计的布局中，都可以十分清楚地看到科学技术对艺术的影响。随着现代社会的高度发展，艺术与科学、美学与科学的关系越来越密切。



PH 松果吊灯



PH5 吊灯

PH 灯具利用灯罩的科学排列，得到了最接近自然光的无影效果。每一缕光线从光源发射至少要经过两次反射才能进入人眼，以得到柔和的光，避免室内明暗反差过大造成人的眼睛不适。



“Y”形椅 汉斯·瓦格纳(丹麦)

汉斯·瓦格纳(Hans Wegner, 1914—2007)的“Y”形椅的设计灵感来源于明代圈椅，结构科学，充分展现材料个性，造型简朴、细节完善，简约的线条在保留北欧特有风格的同时，又充分借鉴了明代圈椅的优点。

请在现实生活中寻找一件居家办公的家具，分析该设计是如何把艺术与科技结合在一起的。





## 第二单元

# 艺术创作 与科技发展

科技的进步和发展创造出更多的艺术形式。在传统绘画中，不同材料的运用体现了文化的多样性与差异性。而到了当代，人们在绘画创作时，对于媒材的选择，本身就体现了美学追求。动画电影在绘画的基础上诞生；中国动画电影将中国画的意境与电影技术相结合，呈现独特的视听效果。

随着数字时代的来临，艺术创作进入了新阶段。通过对数字技术条件下音乐、舞蹈、美术等的学习，理解当代艺术和数字技术之间的紧密联系。

### | 学习重点 |

1. 了解艺术创作媒材的更新和发展，体会媒材激发艺术创造性的过程。
2. 知道中国动画的技术变革，了解数字技术的特点，探究数字化技术为动画创作开启的新领域和表现形式。
3. 了解数字技术给艺术创作带来的变化，理解传统以及数字化与艺术创作的辩证关系。

# 绘画的媒材与表达

## ■ 情境导入

纸的盛行是宋元时期文人画绘画技法发展的充分条件。明清时期，绘画普遍以纸为底，其中生纸因为渗透性强、易吸收墨、能够体现出笔墨渗化痕迹的特点，开始被广泛使用。媒材的发展如何拓展绘画的表现形式？是艺术家观念的创新促进了媒材的发展吗？



荷花 漆画 乔十光

## 审美感知

艺术作品是通过各种特定的媒介材料创作出来的。媒材与表达息息相关。艺术家运用各种技巧对材料进行巧妙控制，从而展开创作，最终呈现作品并让观者产生审美体验。任何一种艺术媒介材料都有相应的表达效果和表现技巧，随着媒介材料的种类不断被发现和创造，艺术形式也产生着变化。

### ◎ 中国画媒材的发展与演变

中国画的绘画材料和工具以笔、墨、纸、砚为主，兼及绢帛和颜料。

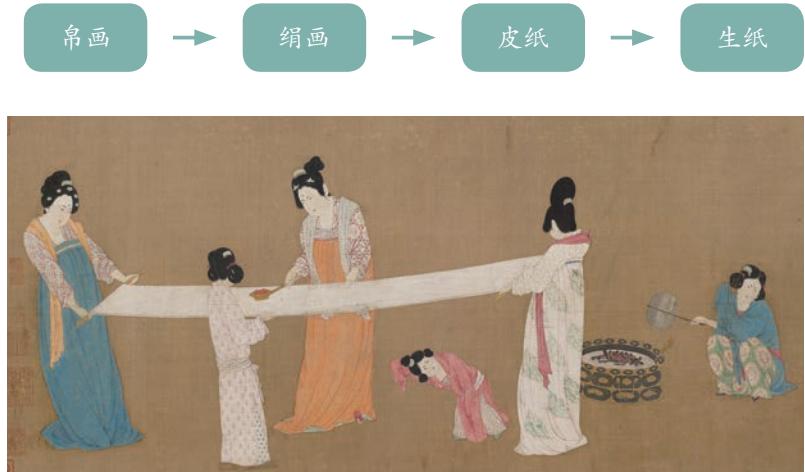
春秋之后，随着纺织技术的发展，纺织品（如麻葛布、帛等）大量用于绘画。魏晋南北朝时期，生绢加明矾、米浆后吸墨，绢素的质量有了很大的提高，在作为绘画底时，才使书画家可以进行精细的笔法描绘。

隋唐时期，皮纸洁白，纸底绵软，纸质适宜书画创作，受到书画家的欢迎，产量大增。皮纸是用桑皮、山桠皮等韧皮纤维为原料制成的纸。其纤维细长，薄而多孔，结构疏松，交错均匀，但纸质坚韧。因此，皮纸的产量比前代有所增加，开始与麻纸争夺主位。



马王堆一号汉墓T形帛画(局部) 中国画  
绢本设色 佚名(西汉) 湖南省博物馆藏

帛画以白色丝帛为材料，运用工笔重彩的技法绘制而成。以朱砂、石青、石绿等矿物为颜料，色彩丰富而鲜艳。



捣练图(宋摹本 局部) 中国画 绢本设色 纵37厘米×横145.3厘米  
张萱(唐) 美国波士顿美术馆藏

绘制于绢上的颜料由矿物研磨而成。当使用矿物重彩，如石青、石绿时，色料厚重，会浮于表面，因而画家常用湿的生宣纸或棉花搓捻成小团，慢慢把颜色“墩”入绢丝纹理之中。多次反复，画面才会色彩鲜艳，虽薄却重。



春山十骏图 中国画 纸本设色 纵 51.5 厘米 × 横 302 厘米 1942 年

徐悲鸿 东莞市莞城美术馆藏

随着文人画的盛行和中国画的发展，纸代替了绢成为元代绘画的主要材料。

明代书画中，皮纸、宣纸并举。到了清代，宣纸则几乎占领了书画舞台。纸的发明与发展，为书画艺术创作作出了巨大的贡献。



墨梅图 中国画 纸本水墨

纵 67.7 厘米 × 横 25.9 厘米

王冕(元) 上海博物馆藏

王冕(1310—1359)的《墨梅图》作倒垂老梅，繁枝参差、密蕊交叠，以圈花法勾勒花瓣，淡墨烘染，别开生面。



庐山高图 中国画 纸本设色

纵 193.8 厘米 × 横 98.1 厘米

沈周(明) 台北故宫博物院藏

沈周(1427—1509)熟悉生纸的特性，运用浓淡不同的墨色，在笔迹未干时，渗化出水墨淋漓的效果。



## ◎ 西方传统绘画媒材的发展与演变



油画颜料

西方绘画材料从最初的洞窟壁画开始，经过水性媒介的胶彩画到乳剂性媒介的丹培拉，演变为油彩混合技法。文艺复兴时期，扬·凡·艾克 (Jan van Eyck, 约1395—1441) 革新了绘画用的媒材，发明了油画。经历百年的发展，油画成为西方美术发展中重要的画种。



包着红头巾的男子 木板油画 纵26厘米×横19厘米  
1433年 扬·凡·艾克(荷兰) 英国伦敦国家美术馆藏

扬·凡·艾克在作品中实验性地尝试使用蒸馏过的松节油和亚麻仁油混合调色，这样的方式易于色彩调合，便于绘画用笔，使油画得到了更好的传播与发展。

## ■ 范例赏析

### 《苏珊娜·弗尔曼肖像》



苏珊娜·弗尔曼肖像 木板油画 纵 79 厘米 × 横 54 厘米

1620 年—1625 年 彼得·保罗·鲁本斯(佛兰德斯)

17 世纪，佛兰德斯画派彼得·保罗·鲁本斯 (Peter Paul Rubens, 1577—1640) 对油性媒介材料的作画技法作出重大贡献。他融合了尼德兰和意大利的两种技法体系，对佛兰德斯画派的复兴起了很大的作用。他经常在表面光滑的白色木板上作画，有时也在白色底子上涂一层透明的画油。一些大型绘画作品也是在木板上完成的，用色很薄，一般用亚麻油和松节油做颜料的稀释剂。通过这些方法，使画面产生华美而强烈的效果，同时充斥着贵族气息和浓郁的人文主义色彩。

### 透明覆色法

指不加白色而只用被稀释的颜料进行多层次描绘。等每一层干透后进行下一层上色，每层颜色较薄，故下层颜色能隐约透出，形成微妙的色调。画面光滑发亮，适于表现物象质感和厚实感。

### 多层着色法

指先完成细致的素描稿，固定后平涂一层透明灰层，用丹培拉白提白亮部，再以颜色多层次罩染和釉染。一般暗部较薄，中间调子和亮部较厚，薄与厚的对比显示出丰富的色彩和肌理。

透明覆色法与多层着色法没有严格区别，很多画家在创作中根据需要灵活使用。

## 印象派绘画的颜料与色彩

1841年铝锡管颜料的发明为画家外出写生提供了便利，也为以色彩为主要追求的印象主义运动提供了物质条件。在铝锡管颜料发明二十多年后，印象派开始崛起。印象派画家注重色彩和写生，重视表现阳光照耀下的大自然的光色变化。

《大碗岛的星期天下午》是新印象主义代表画家乔治·修拉(George Seurat, 1859—1891)创作的一幅布面油画。该画运用点彩画法，描绘了人们在塞纳河阿尼埃的大碗岛上休息度假的情景。



大碗岛的星期天下午 布面油画 纵207厘米×横308厘米 1884年—1886年

乔治·修拉(法国) 美国芝加哥艺术博物馆藏



画面上布满了精密、细致排列的小圆点，这些小圆点是由不加调和的暖色、冷色以及相近色、互补色等堆积而成的，欣赏者在一定距离的视角范围内观察，可以感受到鲜艳和饱满的色彩效果。

整个画面的色彩显得鲜艳、明亮，宁静而和谐。画中的人物似乎处在一个光色迷离的氛围中，形、色、光达到了完美的结合。



## ■ 体验活动

尝试运用不同媒材表现校园，可以运用传统绘画、数字绘画、影像等方式。

活动一：以小组为单位，拍摄一组校园美景。

活动二：收集相关艺术表现形式的优秀作品，以小组为单位分析其媒材和技法的特点，自己尝试表现校园美景。



校园景色



## ■ 思考评价

1. 说说你对中国画绘画媒材的发展有哪些了解？
2. 东西方不同的绘画艺术流派与绘画材料之间有什么关系？
3. 随着数字美术的发展，我们可以选择更多媒材来进行表达，更好地表现我们所看到的世界。那么，传统绘画的媒材是否失去了它的价值？你的观点如何？



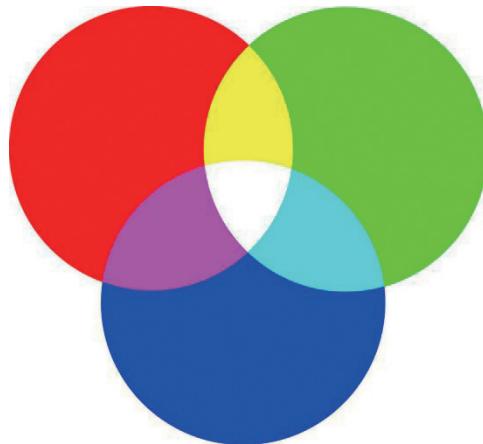
瑞鹤图（局部） 中国画 绢本设色 纵 51 厘米 × 横 138.2 厘米

赵佶（宋） 辽宁省博物馆藏

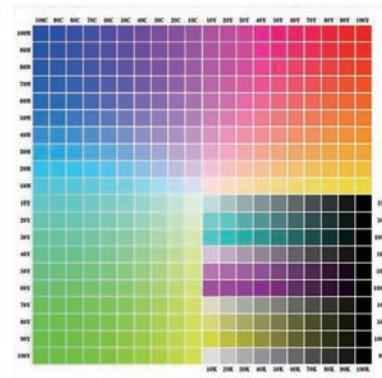
## 拓展研究

数字美术利用电脑作画，欣赏时可以借助计算机，也可以打印输出到纸或其他媒材上，其色彩模型包括用于显示的色彩模型和用于打印的色彩模型，常用的有 RGB 模型和 CMYK 模型两种。

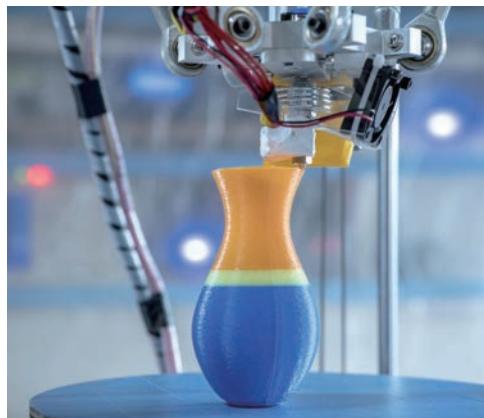
数字美术显色系统采用的三基色是红、绿、蓝。数字美术中的色彩混合采用的是加光混色，其趋向是越加越亮，终极点成白，补色按加光混色法可混成白色。由于印刷采用 CMYK 模型，且输出介质材料不同，因而打印输出的数字美术作品的色彩可能与计算机显示的色彩有区别。



RGB 模型



CMYK 模型



3D 打印



《清明上河图》与数字媒体艺术结合

3D 打印是一种以数字模型为基础，运用粉末状金属或塑料等可黏合材料，通过逐层打印的方式构造物体的技术。

2010 年上海世博会中国馆的动态《清明上河图》运用计算机科技与尖端投影技术，将原画放大了 30 倍，增加了动画效果，用 12 台高清投影机投射在曲线形屏幕上。

请尝试用不同的色彩模型在电脑上进行创作，并分析两种色彩模型在技术上是否影响了艺术创作的效果。

# 中国动画电影 与科技进步

## 情境导入

《西游记》是大家耳熟能详的经典作品，相关的动画电影作品也是几代人的童年回忆。从 1961 年的《大闹天宫》到 2015 年的《西游记之大圣归来》，中国动画电影发生了很大的变化。取材于《西游记》的艺术作品琳琅满目，将来又会以怎样的方式与《西游记》相遇呢？



西游记之大圣归来 动画电影 导演：田晓鹏 首映：2015 年

## 审美感知

在人类艺术史上，相较于传统的绘画、雕塑、音乐、舞蹈等艺术门类，动画的历史不过百年，是一门年轻的艺术。动画是技术的产物，它综合了文学、美术、音乐、舞蹈、戏剧、电影等各个门类，随着摄影与电影技术的进步而出现。现代数字技术的发展革新了传统动画的创作方式与传播途径，新媒体时代的到来使得动画艺术的创作与传播进入一个崭新的时代。

### ◎ 传统的二维动画

动画艺术家们把中国传统文化、美学和文学融合创新，借鉴和吸收了戏剧、音乐和美术中的多种元素进行艺术创作，成就了《大闹天宫》。

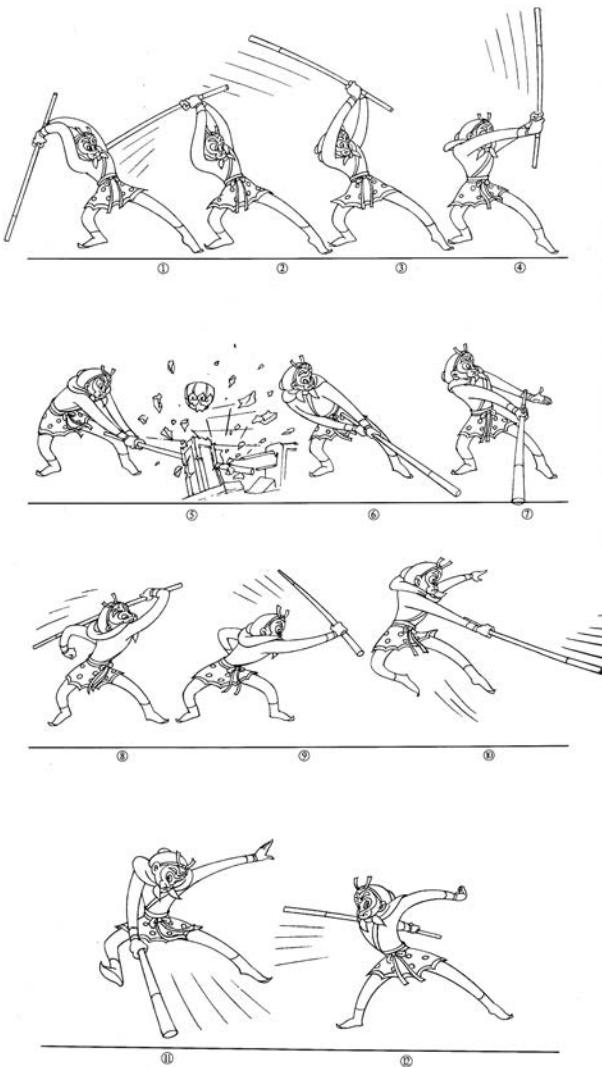
参加《大闹天宫》动画创作的共有二三十人，被分为五个组，每组由一位原画师、助理和几名动画人员组成。原画师创作主要的关键动作，把主要情节按导演的要求画出来。一个动作从初始到结束的中间过程要画3到7张，由动画人员协助完成。



大闹天宫 电影海报

导演：万籁鸣、唐澄 首映：1961年

《大闹天宫》是上海美术电影制片厂于1961年至1964年制作的彩色动画长片，根据中国古典文学名著《西游记》前七回改编，分为上、下两集，通过孙悟空闹龙宫、闹天庭的故事，突出地表现了孙悟空的传奇经历。



孙悟空怒砸御马监(分镜图)

动画要做到每秒12张，10分钟的动画就多达7000到10000张原画。《大闹天宫》的手稿甚至多达十几万张，绘制时间近两年。

## 知识点击

### 原画

指动画创作中以线条稿的形式画在纸上的一个场景动作之起始与终点的画面。一套动作中的关键帧决定了动作的走向、节奏、幅度、镜头运动方式、特效处理等。



严定宪对着镜子做孙悟空的表情，绘制原画 1961 年



《大闹天宫》原画组工作照 1962 年

## ◎ 数字的三维动画

三维动画技术逐渐成为动画创作的重要手段。动画的制作、保存、复制与传播也实现了数字化和信息化。人们还开发出相应的电脑软件直接制作数字动画。数字动画，通过数位板连接电脑进行原画和动画的创作。与传统手绘动画使用纸张或胶片不同，数字动画的制作采用虚拟的数字符号，其工艺流程都在电脑中完成。



西游记之大圣归来 动画电影 导演：田晓鹏 首映：2015 年



西游记之大圣归来 动画电影 导演：田晓鹏 首映：2015年

《西游记之大圣归来》从大场景到小细节对材质都进行了细致的加工。片头大闹天宫的画面借鉴了传统水墨画，肆意飞舞的大红斗篷、烟雾萦绕的重峦复嶂等，营造出亦幻亦真、虚幻飘渺的氛围。

整部动画很好地体现了镜头语言。影片大开大阖，角色动画生动活泼，表情运用到位。烟、火、光波、气流等特效与动作场面配合得天衣无缝，表现出魔幻效果的打斗场面，小细节的渲染引起观众更多情感共鸣。



《西游记之大圣归来》人物设计



## ■ 范例赏析

### 《小蝌蚪找妈妈》



蛙声十里出山泉 中国画 纸本设色

纵 129 厘米 × 横 34 厘米 1951 年

齐白石 中国现代文学馆藏



小蝌蚪找妈妈 动画电影

导演：特伟、钱家骏、唐澄 首映：1961 年

《小蝌蚪找妈妈》是由上海美术电影制片厂制作的 15 分钟水墨动画，开中国水墨动画片之先河，将中国画传统水墨技法运用到动画影片之中，创造出极具中华传统审美意境和文化价值的风格样式。自此，中国画独有的水墨意境在银幕上动了起来，配合中国传统音乐，形象传神、气韵生动。

#### 角色造型

角色取自齐白石（1864—1957）画作《蛙声十里出山泉》，水墨的晕染和柔中带刚的线条，给人以活泼、生动之感。

#### 空间构图

场景巧妙利用虚实相间和留白的构图方法，表现出似无胜有的艺术效果。

#### 角色活动

由于取材于童话故事，角色的内心世界情感表达较为直接。通过小蝌蚪游动时尾巴线条的变化、队形的变化和游动节奏的变化，巧妙地表达出小蝌蚪细腻、丰富的情感。

#### 镜头语言

分镜头设计平缓、抒情。镜头运动方面以固定镜头为主，辅以简单的平移。

#### 音乐语言

以大自然的音响和表情达意的音乐贯穿始终，古琴和琵琶为主的中国传统音乐起到了传播信息、叙述事件、渲染气氛和抒发情感的作用。

## ■ 体验活动

知道了中国动画电影与科技进步之间的关系，你有制作动画的渴望吗？你想体验科技与定格动画擦出的火花吗？请尝试使用定格动画技术，构思和创作动画短片。

### 活动一：创设故事和脚本

一个吸引人的小故事是一部动画片的基础。分镜头脚本决定了每个镜头的机位、时间、景别变化和人物动作，甚至标注了音效和对话。请以一个生动有趣的小故事为题材，撰写一个脚本。

剧本格式参考					
镜头	画面( 帧 )	景别	镜头运动	旁白	人物动作
1					
2					
3					

分镜头脚本设计	
剧本名称	
人物简介	
场景序号	地点、时间： 情节内容( 场景、旁白、对话等 )：

### 活动二：拍摄制作

数字技术的发展，让人们利用家用数码摄像机、平板电脑、手机等也能拍摄出画面质量较好的定格动画作品。请先准备合适的拍摄设备。

定格动画一般是 1 拍 2 ( 每秒 12 格 ) 或者 1 拍 3 ( 每秒 8 格 ) 。在各镜头单独调整完成后，统一导入软件进行剪辑。请尝试利用软件完成蓝幕抠像、动作模糊、手工绘制特技和擦除支撑物等特技。



撰写剧本

设计分镜脚本

### 活动三：交流分享

四位同学组成一个小组；观摩定格动画；讨论定格动画制作中遇到的困难和取得的收获；设定定格动画播放的情境和平台。每组推荐一位同学在课上向全班汇报。

## 思考评价

1. 三维数字技术的成熟不但使动画制作的成本和时间大幅度缩减，制作方式更为快捷，而且让动画的视觉效果更为逼真，具有更强的感染力。三维动画质感细腻，华美绚丽的特效让人有身临其境之感。电脑技术日趋成熟的今天，你认为还需要传统的二维动画吗？为什么？



丁丁历险记：独角兽号的秘密 动画电影

导演：史蒂文·斯皮尔伯格（Steven Spielberg, 美国）首映：2011年

2. 虽然数字技术为动画电影的制作创造了更多可能性，但动画电影的核心仍是情感与文化内涵的传达。你是否认同动画影片只有达到技术与文化、情感的完美融合才能体现其价值？说说你的观点。

3. 中国动画随着艺术生态的衍变而不断变化，请你谈谈未来的中国动画应该怎样做才能更好地传扬中华文明？

### 知识点击

CG

Computer Graphics，是利用计算机软件绘制的一切图形的总称，国际上现已将利用计算机技术进行视觉设计和生产的领域通称为 CG。它既包括技术也包括艺术，几乎囊括了当今所有的视觉艺术创作活动，如平面印刷品的设计、网页设计、三维动画、影视特效、多媒体技术、以计算机辅助设计为主的建筑设计及工业造型设计等。

## 拓展研究

从中国民间传统的剪纸、皮影到新媒体艺术，国内外艺术家都常以“西游记”为题材进行创作。



大闹天宫 皮影 130 厘米 × 180 厘米

杨乃全 中国美术馆藏

上海的舞台上出现过以机关布景为特色的《西游记》连台本戏，上海大世界也曾有“齐天舞台”专门上演京剧演员郑法祥的“悟空戏”。1986年首播的电视连续剧《西游记》运用了大量电影特技效果，堪称经典。

在 2012 年第九届上海双年展上，新媒体艺术家邀请全球 50 位作者在线写作，选取《西游记》中的一个人物，从这个人物的视角出发，与网上其他作者进行互动写作。

请搜集各种以“西游记”为题材的艺术作品，分析各类创作中艺术与科技的结合方式及其特征，说说各类艺术样式中艺术创作和科技发展的关联。

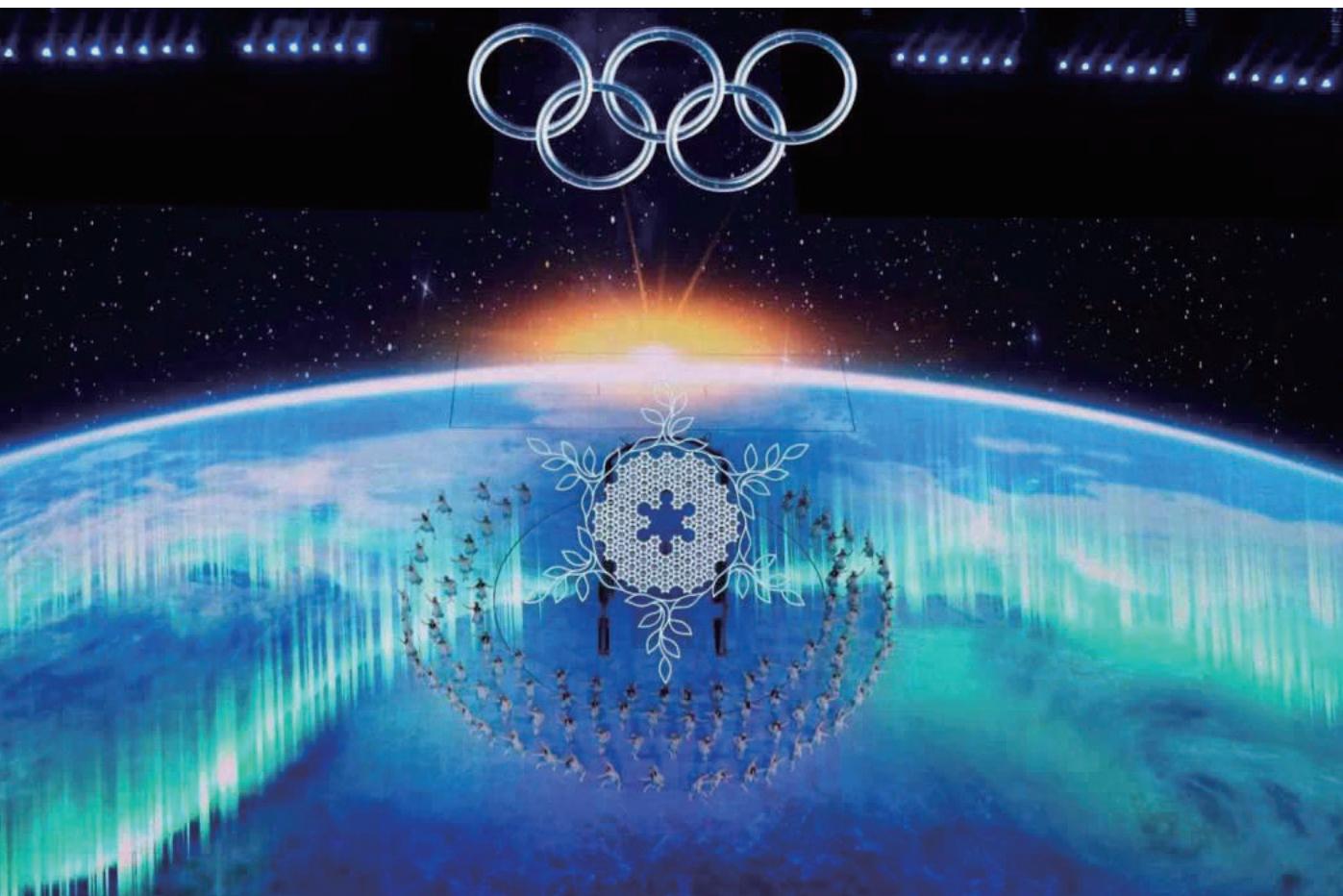


西游记 邮票（小型张）

# 艺术创作与数字化时代

## 情境导入

第 24 届冬季奥林匹克运动会开幕式文艺表演中，人工智能技术的影像识别跟踪与基于交互引擎技术的实时渲染，给人们带来了一场融合科技与文化的视听盛宴。数字技术的发展对艺术创作到底产生了哪些影响？



第 24 届冬季奥林匹克运动会开幕式 文艺表演 导演：张艺谋

## 审美感知

20世纪90年代以来，全球掀起了数字化浪潮，开启了以数字媒体和信息网络为技术基础的新型艺术时代。一方面，视觉、听觉、场景、体验和互动融合在一起，形成了多媒体、跨媒介艺术等新的交叉艺术领域；另一方面，数字技术介入传统艺术，使美术、音乐、舞蹈等艺术形式呈现出新的时代特征和面貌。

### ◎ 数字技术条件下的音乐

“人工智能”似乎离音乐领域非常遥远。其实多年以来，一直有爱好音乐的科技工作者尝试让人工智能参与音乐创作。

2016年12月，位于巴黎的索尼计算机科学实验室（Sony Computer Science Laboratories）公布了一个研发项目，名为“深度巴赫”——一个能模仿巴赫风格创作乐曲的人工智能系统。

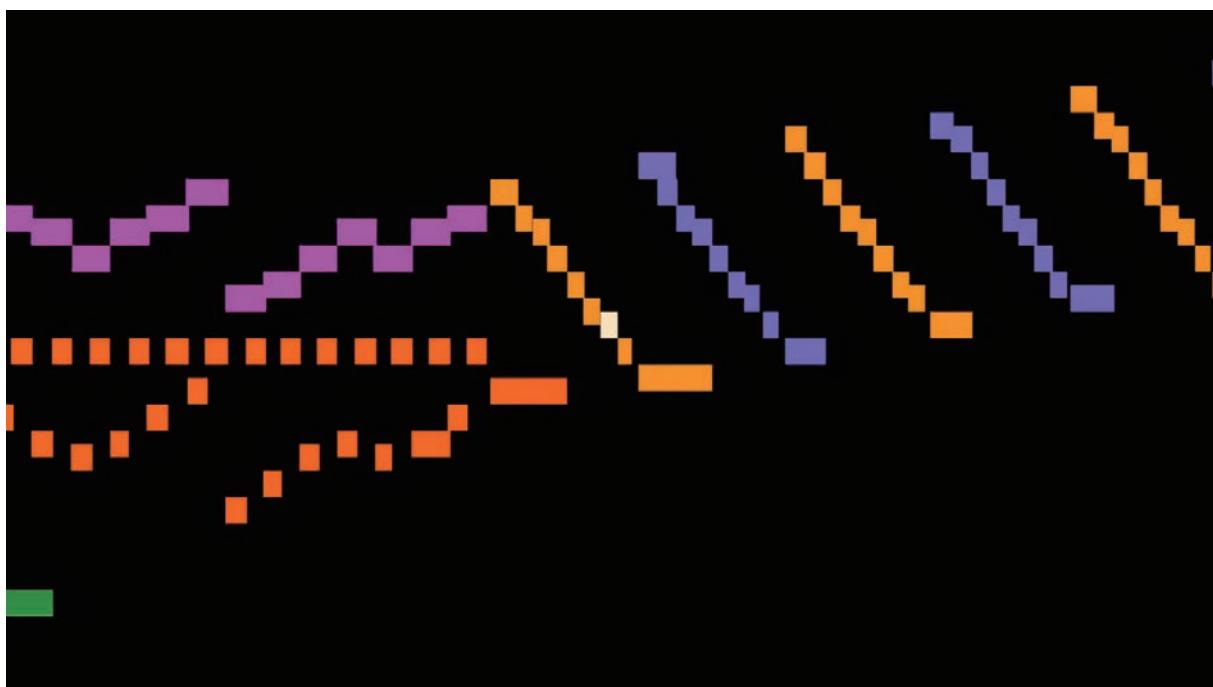
研究人员针对人工智能机器能否创作出类似巴赫风格的音乐作品展开了深入研究。他们将一段约翰·塞巴斯蒂安·巴赫（Johann Sebastian Bach，1685—1750）创作的旋律输入人工智能机器，选择情绪、乐器、节奏等参数，自动生成副歌、添加和弦，成为一首完整的曲子。研究证明，人工智能可以进行复杂的音乐创作，也可以达到音乐家所期望的音乐风格。

#### 知识点击

人工智能

Artificial Intelligence

（简称AI），是研究开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的科学。



运用“深度巴赫”创作的导向模型

## ◎ 数字技术条件下的舞美

2019年中央电视台春节联欢晚会首次采用了增强现实技术(AR),通过真实物理运算的技术引擎,电视机前的观众可以感受到接近真实世界的虚拟效果。

利用AR技术完成的画面渲染不像以往视频后期制作那样,需要制作好才能播放,AR可以与现实表演完美结合,实时播放。不仅仅是AR技术,还有全息投影技术等高科技也在舞美中得到运用。自古至今,好的艺术作品永远是恰当使用技巧和技术的产物,具有整体感。

## ■ 范例赏析

### 《春海》

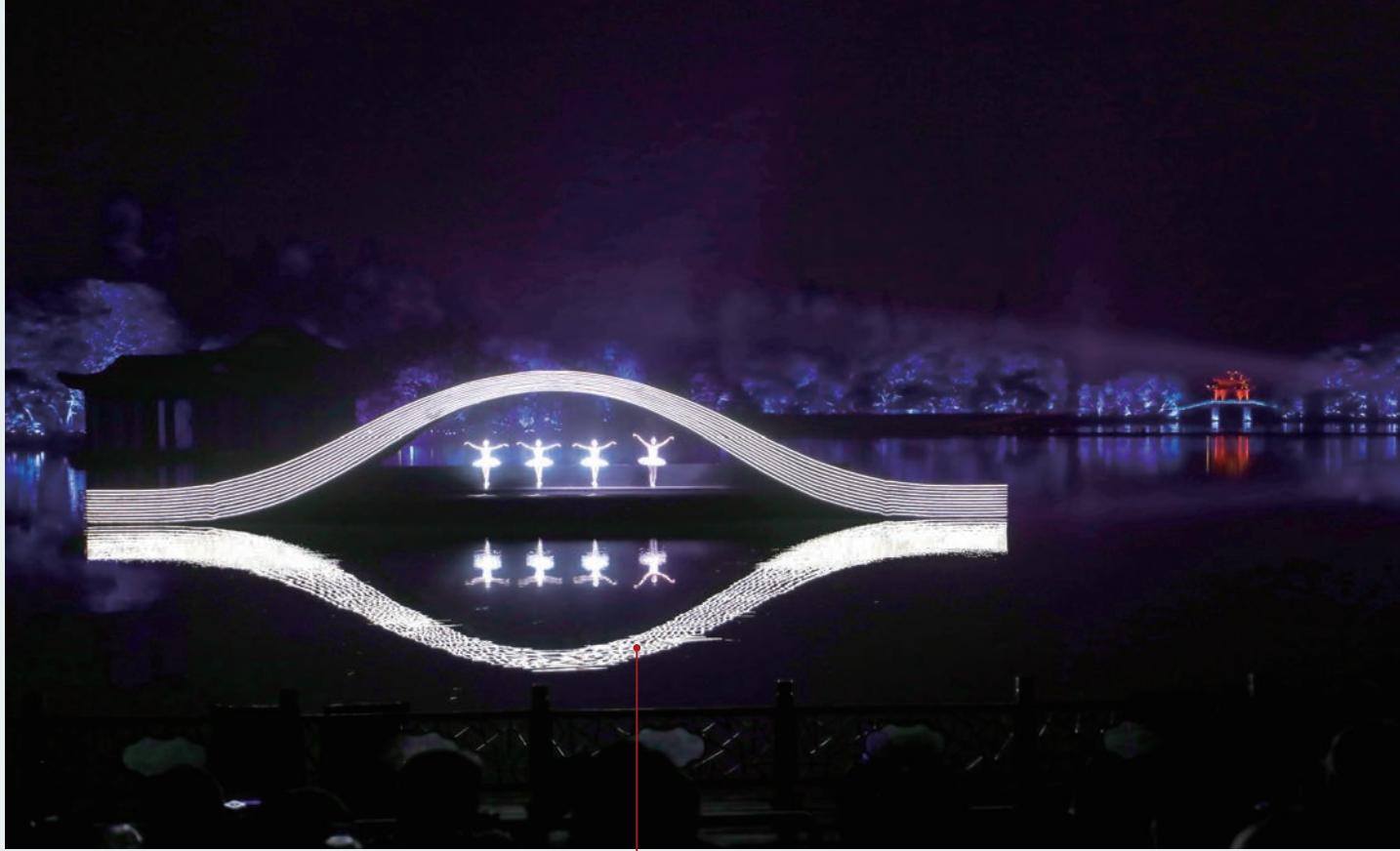
2019年中央电视台春节联欢晚会在一片花海中拉开序幕,开场舞《春海》利用AR虚拟效果制作的花带随风飘动,与整个舞台背景和演出融为一体,让直播节目产生了前所未有的视觉效果。

“春晚”通过真实物理运算的AR技术引擎,让电视机前的观众欣赏到接近真实世界的虚拟效果。这是技术革新与艺术创新在文化艺术中的对接,也是“春晚”历史上的一次重要创新。



春海 2019年中央电视台春节联欢晚会开场节目

导演:李超等 表演:王倩、宋玉龙等 首演:2019年



天鹅湖 G20 杭州峰会文艺表演节目

表演：北京舞蹈学院 首演：2016 年



### 知识点击

#### 增强现实技术

Augmented Reality (简称 AR)，是一种实时计算摄影机影像的位置及角度并加上相应图像的技术，实现了真实世界信息和虚拟世界信息的“无缝”集成。

2016 年 G20 杭州峰会上，《天鹅湖》中真实演员与虚拟影像互动结合，这也是该剧目有史以来第一次在真正的湖面上表演。当芭蕾舞演员随着音乐节奏轻盈舞动时，巧妙的视觉创意观感使人们获得了内心的愉悦。事实上，要达到这种状态，必须经过二次创意，即内容的设计、硬件的使用、色彩和动态的结合。



### 知识点击

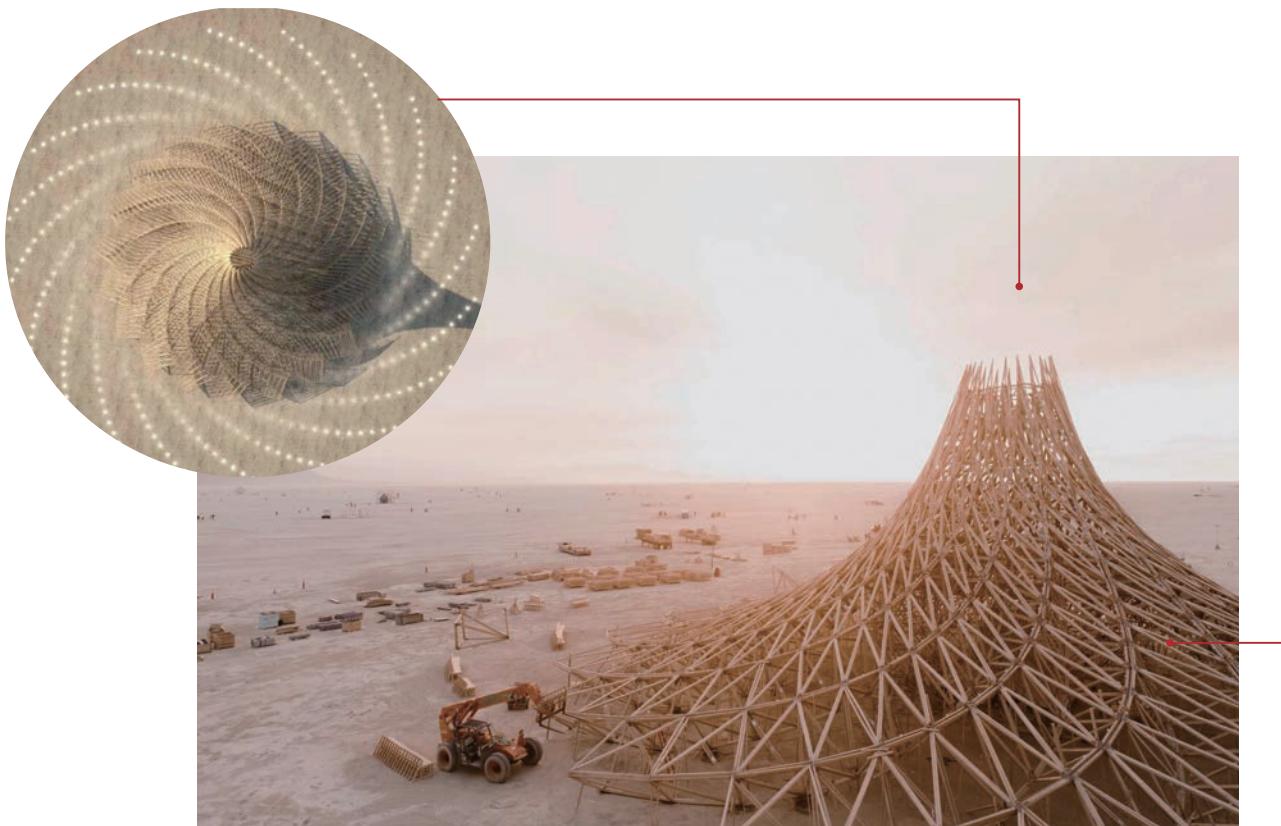
#### 全息投影技术

Front-projected Holographic Display，原指利用干涉原理记录并再现物体真实的三维图像的技术。随着科幻电影与商业宣传的引导，全息投影的概念逐渐延伸到舞台表演、展览展示等活动中。

## ◎ 数字技术条件下的美术

20世纪90年代起，美术在构图、造型、光影等方面都有很大的突破，但更加重要的变革还是发生在数字媒体技术和互联网技术的大规模普及应用之后。数字雕塑就是代表之一。

数字雕塑是利用计算机进行虚拟雕塑。它模仿现实手法对存在或不存在的物体进行雕塑。在虚拟的世界中，数字雕塑家可以使用软件对任何一个现实的或完全基于自己想象的虚拟事物进行雕塑。数字雕塑的目标并不是取代传统雕塑，数字雕塑有着强大的功能和无限的可能性。



星河 数字雕塑 2018年 查德·奈特(Chad Knight, 美国)



《星河》作品中，利用三维参数化软件设计而成的展亭由20根木制桁架组成，围绕天际的中心点旋转。三角形桁架从地面开始横跨，用以创建一系列朝向结构中心的螺旋路径，而中心也将展示巨大的3D打印的“曼陀罗”。桁架之间的空间也足够宽敞，可当作凹室使用。

## ◎ 数字技术条件下的建筑



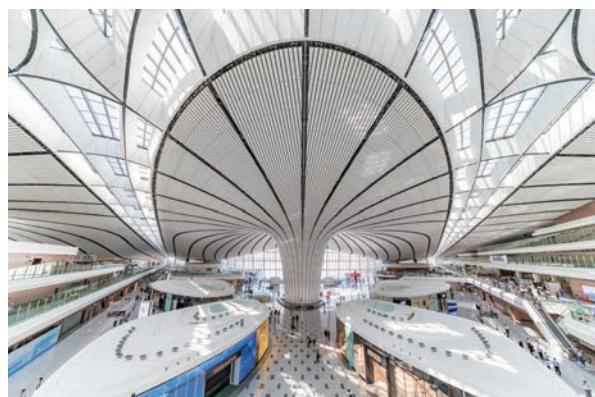
北京大兴国际机场 2014 年 设计：扎哈·哈迪德 (Zaha Hadid, 英国)

北京大兴国际机场的设计运用以建筑信息模型为整体协调的平台，集成了参数化设计、曲面造型、分析模拟、模拟建造、建筑信息的分析，最终建筑呈现为 C 形柱顶部直接与气泡状天窗相接，将屋面与承重结构一体化，为乘客提供了最大化的公共空间。

巨大的航站楼拥有巨大的屋顶，由一个中央天窗、六个条形天窗、八个气泡窗及贯穿指廊中部的采光带等组成。整个航站楼的巨大屋顶被设计成一个自由曲面，每一个杆件和球形节点的连接都被三维坐标锁定成唯一的位置。



北京大兴国际机场鸟瞰



北京大兴国际机场内部

北京大兴国际机场结构复杂、空间跨度大，建筑外形呈现流畅的曲线，与周围环境融为一体。

### 建筑信息模型

Building Information Modeling, 简称 BIM。与传统的二维图纸不同, BIM 可以说是三维、四维(空间 + 时间)的设计。

BIM 技术并非单指某套建筑绘图软件, 亦非单纯的 3D 建模程序, 其最大的特色在于建筑模型内所携带的大量信息。传统的建筑绘图技术多为记录几何信息, 如点、线、面、体这些元素, 但 BIM 技术通过参数化的塑模过程(Parametric modeling), 将几何信息组构成参数组件, 如墙、柱、梁、板等, 而这些参数组件除了携带几何信息外更可以携带如材质、成本、使用年限等信息, 这也造就了 BIM 技术在营建领域内的多种可能性。除此之外, BIM 技术的运用还能加快施工速度, 降低施工预算, 并且模型可沿用至交付使用后的建筑维护。



上海中心大厦



上海中心大厦是国内首次使用 BIM 技术的超高层建筑。通过 Grasshopper (一款可视化编程语言) 定义建筑的平面大小、形状方位角; 通过拖动滑块, 迅速改变塔楼的形体。结构师随形而动: 根据建筑师调整后的形体迅速调整幕墙结构, 利用程序实现人机互动。

## ◎ 数字技术条件下的舞蹈

舞蹈作为一种传统艺术，与新兴的数字技术相结合必然会产生独特的具有现代气息的艺术形式。将数字技术应用到舞蹈表演、创作等方面是新时期舞蹈发展的必经之路。

昔有佳人公孙氏，一舞剑器动四方。  
观者如山色沮丧，天地为之久低昂。  
㸌如羿射九日落，矫如群帝骖龙翔。  
来如雷霆收震怒，罢如江海凝清光。

——节选自杜甫《观公孙大娘弟子舞剑器行》



西河剑器 数字交互舞蹈海报

创意导演：刘春 编舞：田湉 表演：唐诗逸 首演：2019年

《西河剑器》结合实时交互等科技手段，重构一个属于科技的舞者，将文献转变为可以感知的数字交互舞蹈作品。



西河剑器 数字交互舞蹈

通过技术与动作不同层面的认知和沟通，不断探索舞蹈与科技之间的可能性。你是否感受到那种“来如雷霆收震怒，罢如江海凝清光”的潇洒与豪迈呢？



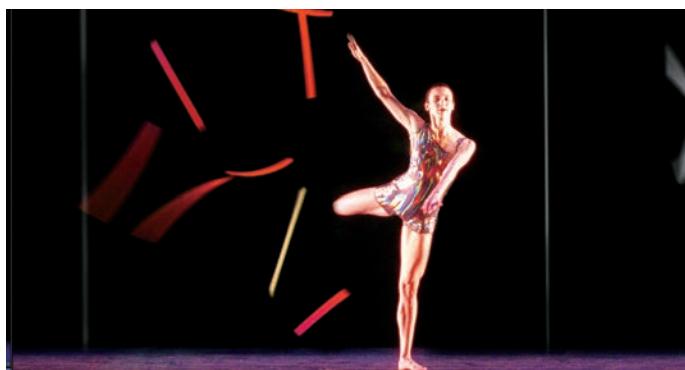
西河剑器 数字交互舞蹈

早在 20 世纪 90 年代，美国著名舞蹈家默斯·坎宁汉 (Merce Cunningham, 1919—2009) 就将舞蹈创作与电脑高科技结合起来，开发了名为 Life Forms 的电脑编舞程序。《两足动物》是舞蹈与电脑技术结合的又一次尝试，作品中真实的舞者与电脑虚拟形象新颖的结合方式拓展了舞台系统空间的审美形态，丰富了舞蹈艺术的审美内涵。



两足动物 数字交互舞蹈 编导：保罗·凯撒 (Paul Kaiser)、谢莉·艾斯卡 (Shelley Eshkar)

表演：丽莎·布德罗 (Lisa Boudreau)、托马斯·凯利 (Thomas Caley)、霍利·法默 (Holley Farmer) 等 首演：1999 年



两足动物 舞台剧照



两足动物 舞台剧照

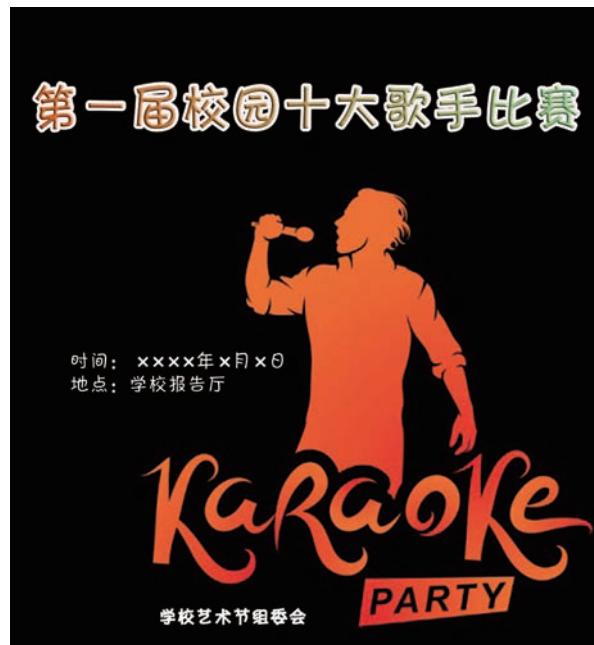
《两足动物》为舞蹈艺术在数字时代的生存引领了一个发展方向。作品运用动作捕捉技术来记录舞者的身体动作，并将其传输到装载了 Character Studio 插件程序的电脑系统中，电脑系统再根据这些动作生成一些高达 6 米的流动的手绘形象，或者是一些抽象的虚拟几何图形，并将其投射到台前的巨大透明纱上，形成手绘虚拟形象与真实舞者共舞的画面。

舞蹈是一种肢体语言的艺术。由于科学技术和其他表达媒介的充分发展，人类对舞蹈空间的构图能力也越来越强，舞者将空间划出的轨迹糅进了三维甚至四维空间。因此，数字化技术推进舞蹈艺术传播发展的作用是全方位的、革命性的。

## ■ 体验活动

举办第一届“校园十大歌手”比赛，初赛环节，每一位同学需要录制一首带伴奏的歌曲作为参赛作品。请选取一首自己喜欢并适合演唱的歌曲，尝试歌曲录制。

活动一：上网查找适合的录音软件，并自学该录音软件的操作方法，尝试使用其功能（可供参考的录音软件：录音精灵、嗨格式录音大师，或用电脑自带的录音机录音）。



第一届“校园十大歌手”比赛 招贴设计

活动二：录制自己的歌声和歌曲的伴奏，将两者同步。

音乐编辑软件学习的主要技能有：

1. 认识录音、编辑基本界面。学习如何打开、保存文件。
2. 编辑音频文件。导入文件后开始编辑，在编辑窗口中可以看见文件的波形图。选择位置进行编辑。
3. 对伴奏音乐升调、降调：在编辑软件中完成“升调”或“降调”，试听并选择精度。
4. 单轨录音：进入编辑界面，直接点击传送器调板上的录音键红色圆点进行录音。根据录音的需要，选择采样率和分辨率。在录音的同时可以从工作区看到声音的波形。
5. 录音完毕，再次单击录音键可结束录音。用传送器调板重放音频，对录制效果满意即可保存文件。
6. 在音乐编辑软件中，还可以进行多轨录音和音频剪辑。



录音设备

活动三：以 MP3 格式导出录制的音频文件，要求时长为 2 分钟以内。

## 思考评价

- 请举例说明数字技术与艺术领域中音乐、美术、舞台艺术等方面结合运用的具体事例(例如:AI作曲、全息投影、数字雕塑等)。
- 数字雕塑出现之后,传统雕塑是否已经失去了存在的意义与价值,你如何看待这个问题?
- 分小组讨论:在数字技术不断发展的今天,未来音乐领域可能会有怎样更加精彩的呈现?



感应 3D 雕塑 查德·奈特(美国)

## 拓展研究

序列音乐是从无调性音乐中衍生出来的一种作曲技法。韦伯恩(Webern, 1883—1945)在1936年所写的《钢琴变奏曲》篇幅短小精练,音乐语言别致,创作思维巧妙,采用十二音作曲技法。其中,第二乐章中使用了音高序列以及演奏法序列和休止交替序列。作品体现了韦伯恩朴实、简洁、逻辑严谨的音乐风格。

### 知识点击

#### 序列音乐

西方现代主义音乐流派之一,将音乐的各项要素(音高、时值、力度等)按照既定顺序编排成一个序列组合,再按此序列创作音乐。序列音乐的技法摒弃了传统音乐的各种结构因素(如主题、乐句、乐段、音乐逻辑等),是20世纪50年代以后西方重要的作曲技法之一。

原形

逆行

倒影

倒影逆行

韦伯恩《钢琴变奏曲》所使用的基本音列

2008年北京奥运会开幕式上，焰火在天空中呈现了29个“大脚印”，象征着每届奥运会的历史足迹。用焰火接力的造型，沿着古老北京的中轴路，一步一步走向“鸟巢”。当“足迹”出现在“鸟巢”上空时，现场观众都沸腾了。



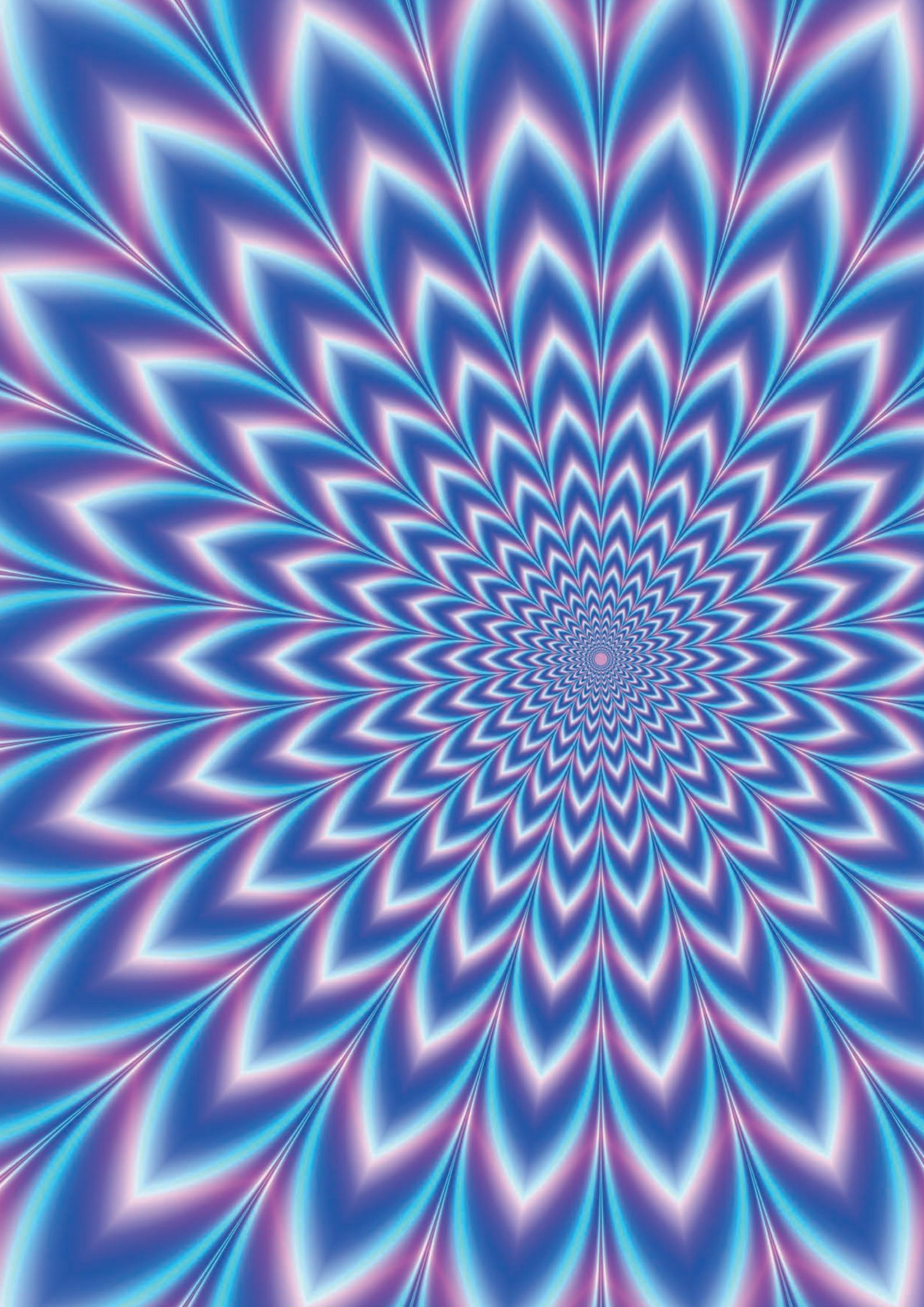
历史的足迹 2008年北京奥运会开幕式焰火表演 蔡国强

敦煌石窟是中国古代文明的璀璨艺术宝库，也是古代丝绸之路上不同文明之间对话和交流的重要见证。“数字敦煌”项目利用先进的科学技术与文物保护理念，对敦煌石窟和相关文物进行全面的数字化采集、加工和存储；将已经获得和将要获得的图像、视频、三维等多种数据汇集起来，构建了一个智能化的石窟文物数字化资源库，通过互联网与全球共享。



“数字敦煌”（莫高窟第249窟 主室 北披）

请结合这三个范例，分析艺术创作与数字化之间的关系存在哪些可能。



# 第三单元

## 艺术审美 的科学原理

在审美和艺术接受的过程中，蕴含着科学原理。黄金分割的魅力既存在于美术中，也存在于音乐和电影中；对称在各类艺术作品中更是比比皆是。让人产生错觉的艺术作品能展现出不一样的美感。乐器之所以能发出各种乐音，与数学、物理和化学等自然学科都有关系。

在本单元，你将试着剪辑一段视频，并认识声波从数字设定到物理发音，再到听觉心理的全过程。

### | 学习重点 |

1. 了解人类如何从自然、生活、科学实践中寻找并概括出和谐美的特征；在艺术与科学的关联中，认识和谐与对称等形式规律之美。
2. 知道视错觉产生的原因，了解人类欣赏视觉艺术时的生理、心理机制，探究知觉在艺术中的运用。
3. 理解艺术与自然学科（数学、物理、化学）之间的联系，了解利用科学原理进行艺术创作的实例，并加以运用。

# 艺术形式的科学比例

## 情境导入

毕达哥拉斯学派认为事物由于数而显得美，美来自数的秩序。人类在漫长的历史中，从客观事物的均衡、对称、和谐、多样的统一及黄金分割等形式中发现了美。艺术中的比例如何体现科学与艺术的统一、数学与美术的结合？



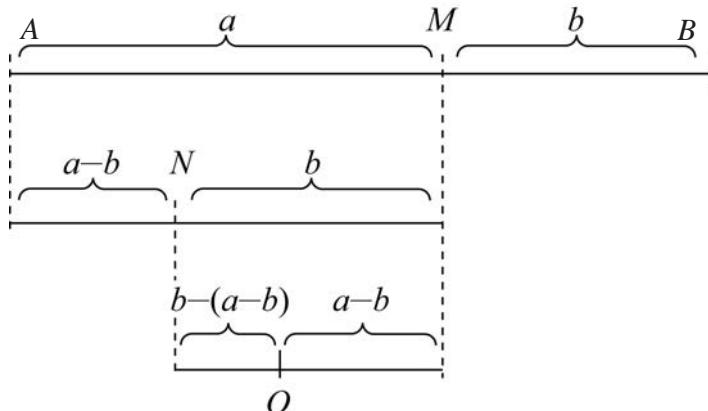
鹦鹉螺壳展现自然界中的黄金比例

## 审美感知

美，常与某种形式有关，甚至有时可用数字比例衡量。无论客观的自然之美，还是主观的心灵之美，皆可从比例的角度去发现和感受。形式之美，与常态比例和重复节律相关，常态的比例符合或接近黄金律和对称，使人感到崇高、优美和浪漫。偏离常态的比例则会有另一种审美品位，它与“对立统一”相悖，呈现独特、颠覆的风格。

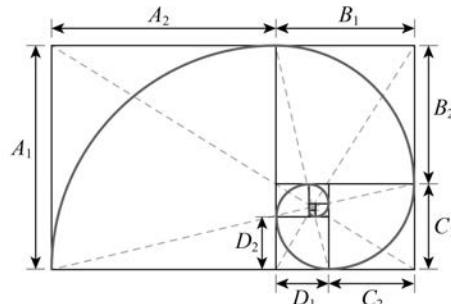
### ◎ 艺术中的黄金分割

黄金分割之所以能创造出和谐美，源于它独特的魅力，即它将同一整体中的不同部分联系起来，各部分既个性分明，又与整体合而为一，达到和谐统一的美学效果。黄金分割具有严格的比例性、艺术性、和谐性，蕴藏着丰富的美学价值，为科学与艺术的相互演变提供了有力的佐证，为人类展示出神奇的数字之美。黄金分割自产生起就成为一条公认的美学定律，被广泛应用于音乐、绘画、雕塑等艺术门类之中。



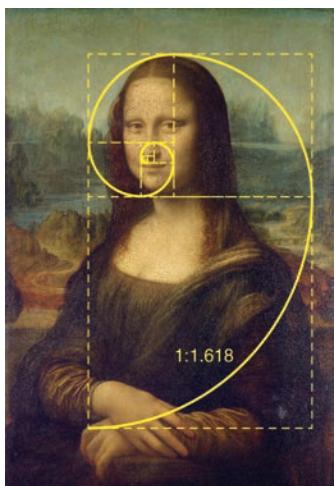
黄金分割图示

古希腊数学家、哲学家毕达哥拉斯 (Pythagoras, 约公元前 580—前 500) 和他的朋友不约而同地找到了同一个点 M，这一点被称为“黄金分割点”。毕达哥拉斯学派著述为：“以点 M 按中末比截直线 AB，使黄金分割，即  $AM : AB = MB : AM$ 。其比值  $= (\sqrt{5} - 1) : 2$ ，近似值为 0.618。”

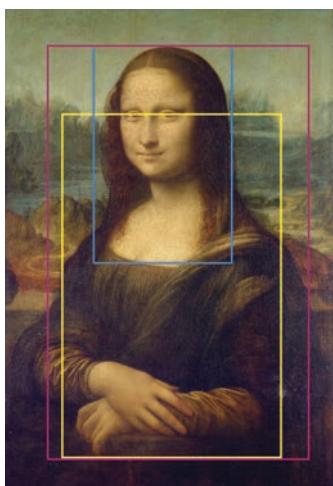


黄金分割图示

黄金分割原理自毕达哥拉斯发现之日起就与艺术有着千丝万缕的联系。黄金分割最经典的图形应用就是“黄金矩形”。如果将一个正方形拉伸为一个矩形，让长是宽的 1.618 倍，将两个图形叠加，就可以获得一个清晰直观的黄金比例，被分割出来的小矩形同样遵循黄金分割原理。按照这样的方式依次进行分割，就会得到一个螺旋曲线。



《蒙娜丽莎》 黄金分割图示

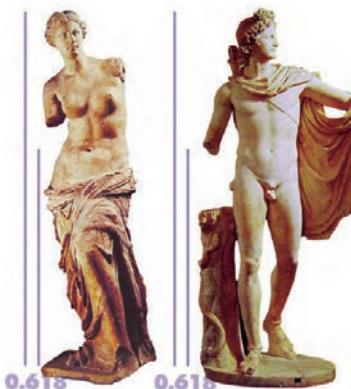


《蒙娜丽莎》 黄金矩形示意图

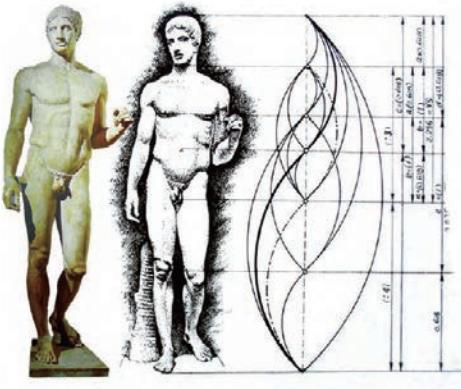


《拾穗者》 黄金分割图示

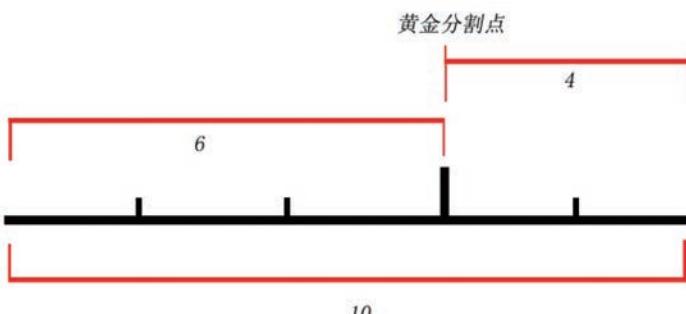
法国画家让·弗朗索瓦·米勒 (Jean-Francois Millet, 1814—1875) 的油画《拾穗者》描绘了夕阳下三位妇女辛勤劳动的画面，画面中运用了黄金比例来构图。作品宽与高约为 4 : 3，而画面的主体人物则在黄金矩形之中，多个黄金比例的关系，使得这幅作品富有感染力和震撼力。



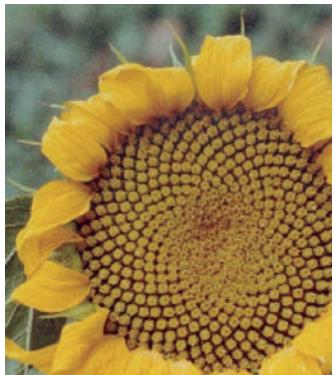
古希腊雕塑比例示意图



谢尔盖·爱森斯坦 (Sergei Eisenstein, 1898—1948) 的电影《战舰波将金号》根据黄金分割律设计作品的结构，因而具有特殊的艺术感染力。在《战舰波将金号》里，不仅影片的每个部分，而且整部影片（它包括两个高潮，即完全静止点和最大限度高潮点）都遵守黄金分割的规律。



第一章节 第二章节 第三章节 第四章节 第五章节  
电影《战舰波将金号》章节比例示意图



向日葵

中世纪的意大利数学家列奥纳多·斐波那契 (Leonardo Fibonacci, 1175—1250) 构建了“斐波那契数列”，又称黄金分割数列：1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89……在这无限数列上，每一个数都是前两个数之和。前后两个数字的比值，无限趋近于黄金分割数值 0.618。

如果仔细观察向日葵，你在葵花盘中会发现葵花籽的小花，呈现两簇相向螺旋线排列（一簇顺时针旋转，另一簇逆时针旋转），这就是斐波那契数列所体现的自然之美。

## ■ 范例赏析

### “三道弯”

“三道弯”是傣族舞蹈富有雕塑美的典型特征。从立起的脚掌至弯曲的膝部，从膝部到胯部，从胯部到倾斜的上身是三道弯。手臂的动作也是三道弯：指尖至手腕，手腕至肘，肘至臂。舞者肢体的S形曲线符合黄金比例，中间线段方向相反，增加了方向对比，符合“正反合”三段式，相同方向的手脚动作呈现的两段弧线因方向的重复而产生了节奏。

“三道弯”具备了形式美感的基本要素，吸引观众的不仅是节奏之美，还有其优雅的姿态与动作。



“三道弯”



画伞幽兰 民族舞 编导：张婉君 表演：曾妮、王苗（上海戏剧学院舞蹈学院）首演：2012年

### 《雀之灵》

在傣族的传统舞蹈中，孔雀舞是其中重要的组成部分。《雀之灵》是舞蹈家杨丽萍（1958—）充分挖掘原有民间孔雀舞的舞蹈形式与动作元素，突破传统物象模仿，从孔雀基本形象入手，以形求神，形象地表现孔雀的自然美与生动性的作品。



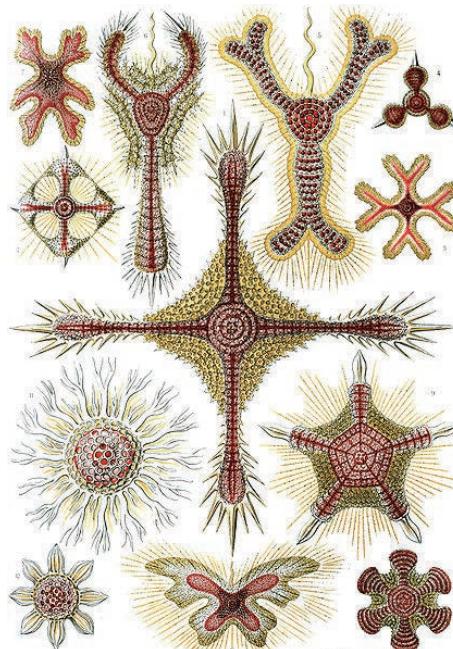
雀之灵 民族舞

编导：杨丽萍 表演：杨丽萍 首演：1986年

## ◎ 对称之美

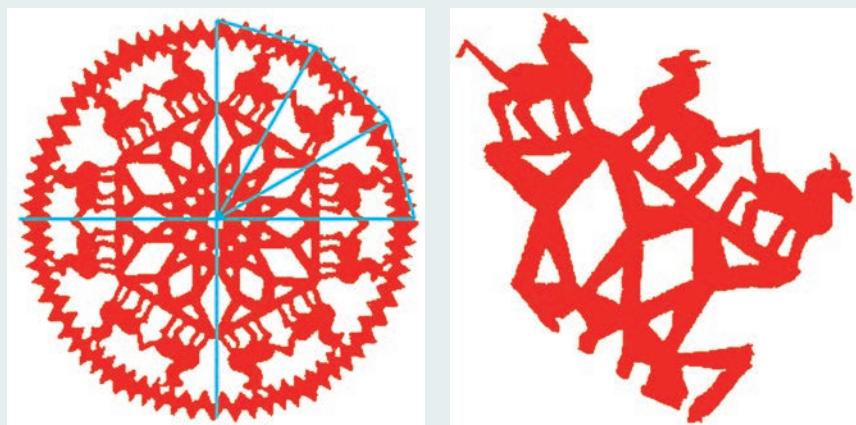
在科学中，对称常指物体相同部分有规律的重复；在艺术创作中，对称常常与形状、形式和空间一并讨论，代表某种平衡或和谐的比例。李政道曾经指出：“艺术与科学，都是对称与不对称的巧妙组合。”对称是美，不对称也是美。单纯对称和单纯不对称都是单调的。一个对称的建筑只有放在不对称的空间中才显得美，反之亦然。

自然界中存在很多轴对称现象，德国生物学家、插画艺术家恩斯特·海克尔(Ernst Haeckel, 1834—1919)在《自然的艺术形式》中，用插画形式描绘了众多自然界的生物，展现了科学与艺术之间关联的方式。这些图像包含了生命的秩序——组织和对称。每幅插画的主题都经过精心挑选，表现出有机体的组织所具有的对称性。



恩斯特·海克尔《自然的艺术形式》中的插图

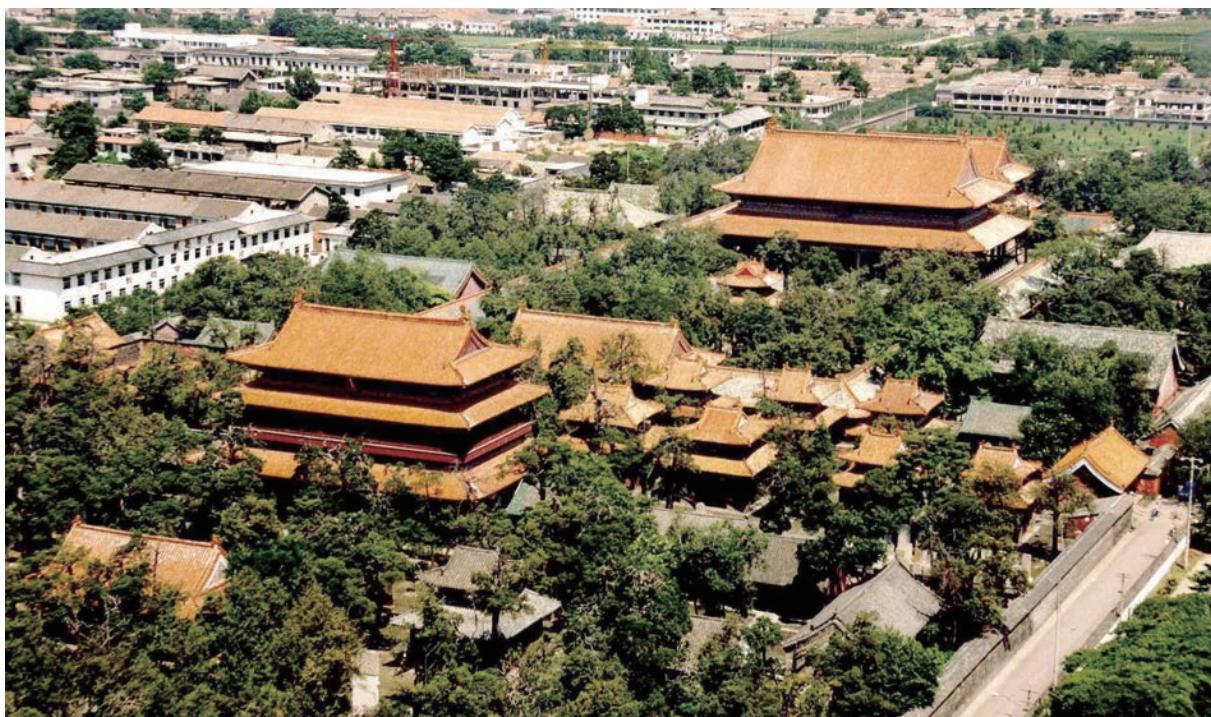
## ■ 范例赏析



莲鹿团花剪纸(复原图) 北朝

莲鹿团花剪纸总共可分为12个区，相邻区轴对称，每区占 $30^{\circ}$ ，两个区 $60^{\circ}$ 。将整个剪纸图形旋转 $60^{\circ}$ ，结果仍与原图形重合。

六边形内交错排列着对称的菱形，与中间的三角形和圆形构成了莲花，纹样阴阳、大小不同，虚实相间、疏密有致、层次丰富，节奏和韵律感很强。在六边形外边的每条边上都镶嵌有一组“对鹿”，昂首翘尾，直视前方，形态生动逼真。



山东曲阜孔庙建筑群

中国的古代建筑，上至皇家宫殿，下至官署、普通民宅，大都依中轴线建造。最典型的当数明清两代的宫殿建筑，构建出对称重叠的空间布局。

梁思成曾说过：“中国建筑，其所最注重者，乃主要中线之成立。”



上海川沙黄炎培故居



福建永定土楼

## ■ 体验活动

黄金分割原理是研究艺术作品的一种方法，而不是准则。在创作艺术作品时，黄金分割原理为我们提供了基本的方法，但是不能拘泥于它，而是要在它的基础上进行突破，要辩证看待黄金分割原理在艺术创作中的应用。



体现黄金分割原理的摄影作品

活动一：在拍摄照片时，应先观察拍摄对象。请观察并挑选身边具有对称、黄金分割等特点的事物，拍摄系列作品。

活动二：在拍摄照片时还要考虑构图。请运用对称、黄金分割等构图，拍摄一系列体现不同比例的摄影作品。

活动三：分享与交流。全班举办一场比例摄影展览，与同学分享你的创作。

## ■ 思考评价

1. 你认为比例与艺术创作有怎样的关联？
2. 毛泽东同志曾指出：“艺术的基本原理有其共同性，但表现形式要多样化，要有民族形式和民族风格。”在长期的历史发展进程中，中国传统美学在“多样统一”方面有着丰富的实践内容、一定的理论深度和独特的民族风格。查阅资料，谈谈你的理解。
3. 如何理解“辩证看待黄金分割原理在艺术创作中的应用”？

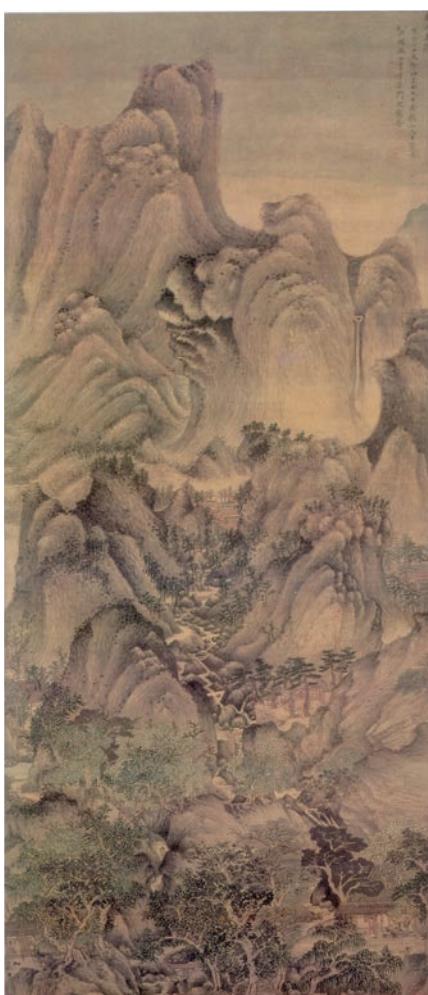
## 拓展研究

物质世界的组成、大地万物的诞生以及世间的许多事物，都和黄金分割有着千丝万缕的关系。它是哲学的领悟、数学的技巧和艺术的完美的结合。

画家之所以普遍尊崇黄金比例，是因为黄金比例  $4:6$ （假设全长为 10）居于“对称比例  $5:5$ ”与“偏侧比例  $2:8$ ”之间。

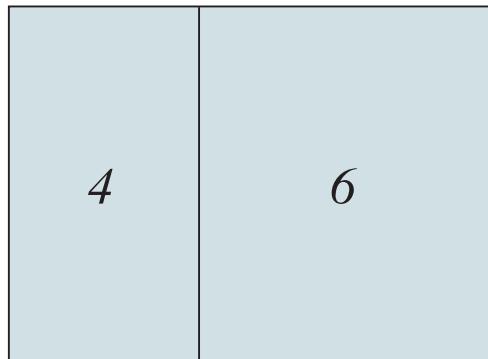
在黄金点的两侧，一侧是居于  $5:5$  位置的对称比例，它偏重均衡与和谐。另一侧是居于  $2:8$  位置的偏侧比例。有人认为画家、诗人在追求独特、奇崛的风格时爱用此比例。

这三种比例产生的美感是不是随着情境的不同而不同呢？

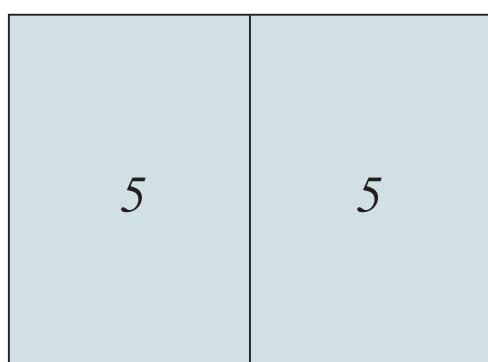


夏山高隐图 中国画 绢本设色 纵 149 厘米 × 横 63.5 厘米

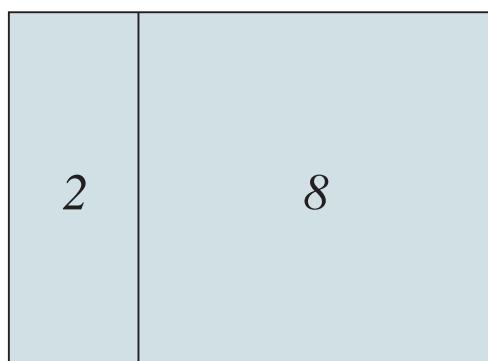
王蒙(元) 故宫博物院藏



黄金比例  $4:6$



对称比例  $5:5$



偏侧比例  $2:8$

欣赏元代画家王蒙(1308—1385)的《夏山高隐图》，探究中国传统山水画中的偏侧比。

# 视觉艺术的认知心理

## 情境导入

英国画家威廉·霍加斯( William Hogarth, 1697—1764)为了说明透视画法的规则，特地画了一幅画，画中的人物在做着“不可能”的事情。他说：“如果谁在设计的时候没有一点透视观念，那就会荒诞得像这幅画所描绘的情景。”为什么说这幅画是荒诞的呢？是什么原因造成欣赏者的错觉？



讽刺错误的透视 油画 1754年

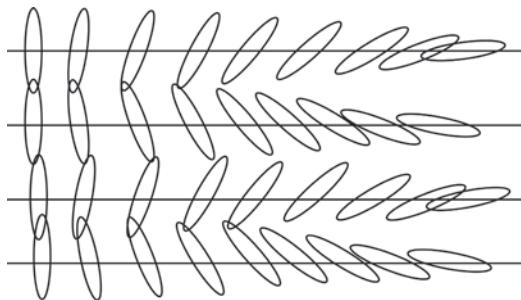
威廉·霍加斯(英国)

## 审美感知

错觉是指与客观对象的实际情况不相符合的知觉。在心理学研究中所揭示的错觉现象，大多属于视错觉。

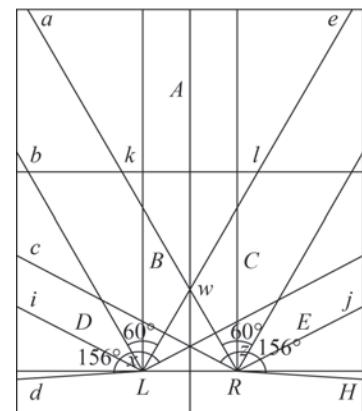
### ◎ 生理机制解释

错觉产生的原因从生理机制和功能方面解释，含眼动理论和神经抑制作用理论，一般认为人的感官和大脑的神经机能参与了错觉产生的过程。

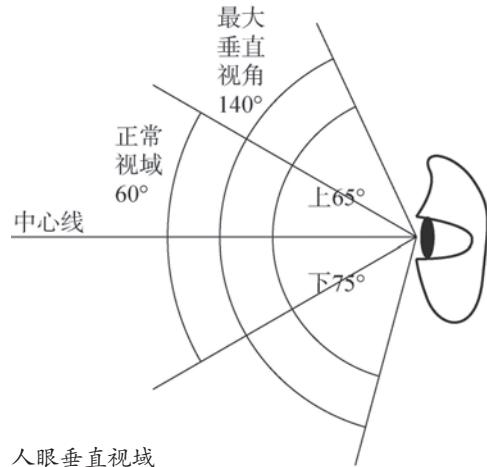


佐尔拉错觉

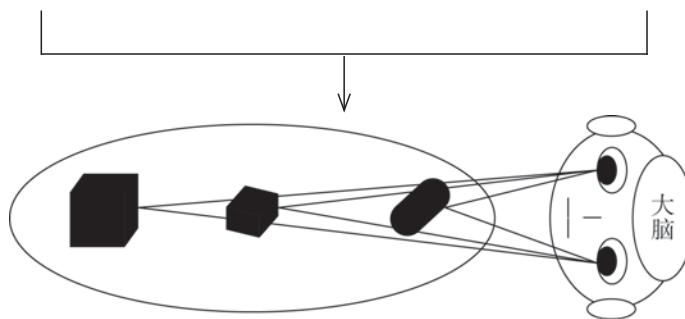
佐尔拉错觉指一些平行线由于一些附加线段的影响而被视作不平行的现象，这是由于两个轮廓彼此接近时，视网膜的侧抑制过程改变了由轮廓所刺激的细胞活动，因而使神经兴奋分布的中心发生了变化，导致看到的轮廓发生了相对位移，从而产生错觉。



人眼水平视域



人眼垂直视域



视觉成像原理

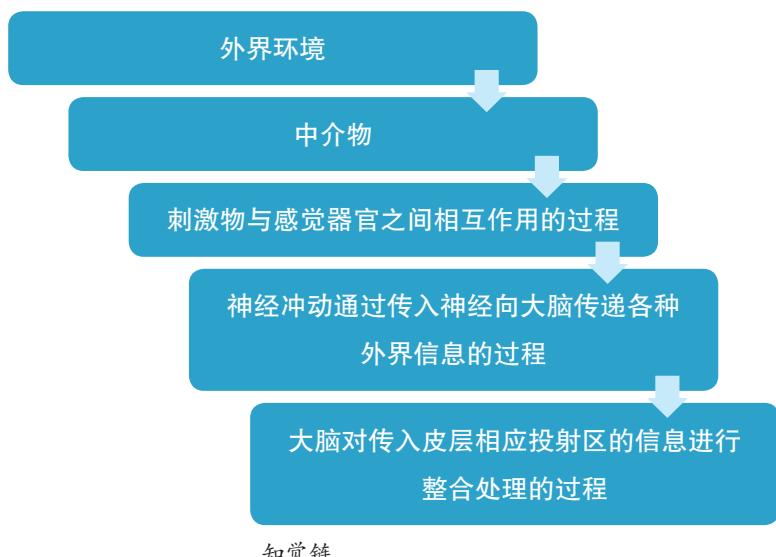
### 知识点击

#### 视域

人的肉眼可视范围。人单眼的水平视角最大可达 $156^{\circ}$ ，双眼的水平视角最大可达 $188^{\circ}$ ，其中人两眼重合视域为 $124^{\circ}$ 。人眼垂直视角最大可为 $140^{\circ}$ ，分为上 $65^{\circ}$ 、下 $75^{\circ}$ ，但是人单眼正常视域为 $60^{\circ}$ 。人的双眼瞳孔之间有约为65毫米的距离，所以看空间某一点时左右眼视线能发生交汇，通过形成交汇空间为大脑提供深度信息。

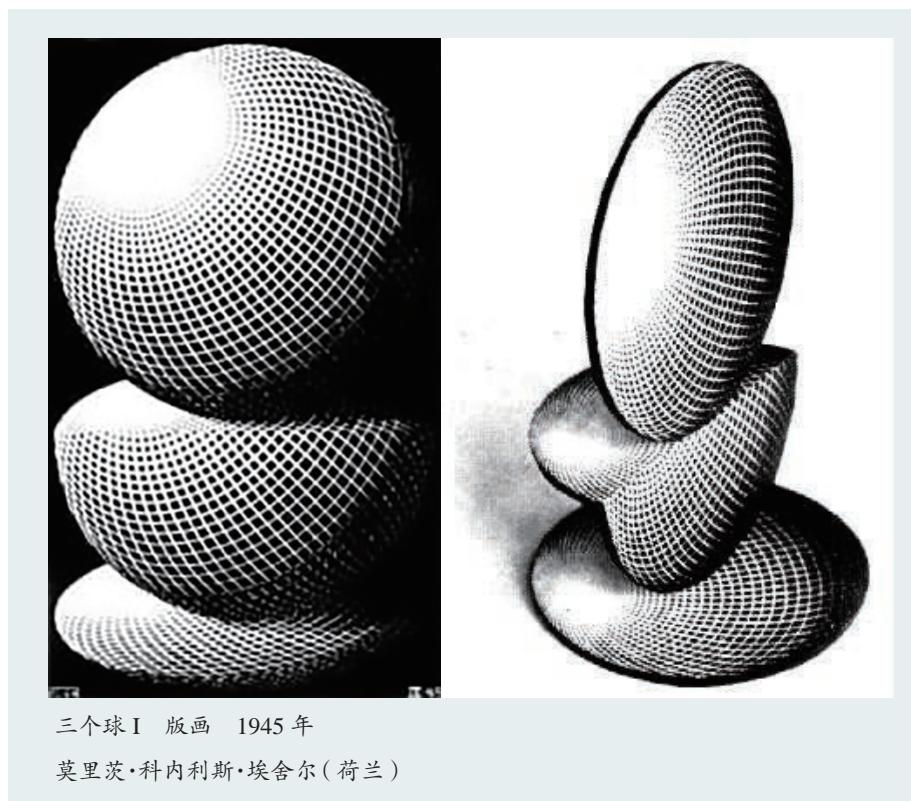
## ◎ 心理学解释

错觉产生的原因从心理学角度解释是误用了知觉恒常性的结果，是人当前的知觉与过去经验之间产生矛盾而做出思维推理的过程。知觉是在感觉基础上对事物综合的、整体的把握，具有理解和恒常性等特征。知觉活动过程一般由五个环节组成，称为“知觉链”。



知觉恒常性是指人的知觉映象在一定范围内不随知觉条件的改变而保持相对稳定的过程。它是人类适应环境的一种重要能力，既是人类认识世界的需要，也是人类长期实践活动的结果。

空间知觉是人对物体的形状、大小、深度、方位等空间特性的知觉。人具有方向恒常性，即人不随身体部位或视像方向的改变影响自身知觉物体的方位。它与人的先前经验和已有的知识密切相关。



莫里茨·科内利斯·埃舍尔 (Maurits Cornelis Escher, 1898—1972) 曾对观众大发高论：“看，顶端的那个东西难道不是个很棒的圆球吗？错！非常错！——它完全是平的！绘画就是欺骗：它暗示了一个三维，其实只是二维的！”

人们在观赏艺术作品时往往以自己的经验为基础。在感受和认知艺术作品时，接受和加工信息的过程与自身已有的认知图式互相作用，不断矫正，最终形成判断。

现代艺术需要充分调动并利用既有的视觉认知心理。在现代艺术中，由于观者视点的转移和交替，对形体产生了错视、幻觉等印象，进而产生超越平面与立体空间的、虚幻的空间图像。



清明上河图(局部) 中国画 绢本设色 纵 30.5 厘米 × 横 987 厘米

仇英(明) 辽宁省博物馆藏

中国绘画的散点透视追求画面不受某一固定视点的限制，西方绘画的焦点透视追求符合客观物象的真实，请探究其背后的深层原因。



米德尔哈尼斯的林荫道 油画 纵 103 厘米 × 横 140 厘米 1689 年

梅因德尔特·霍贝玛 (Meindert Hobbema, 荷兰) 英国伦敦国家美术馆藏

## ■ 范例赏析

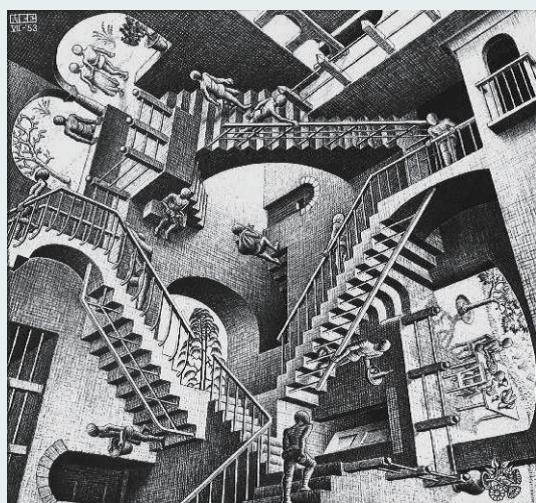
### 埃舍尔的错觉画



画廊 版画 1956年

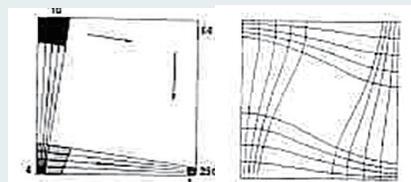
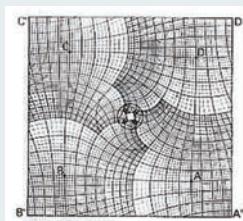
莫里茨·科内利斯·埃舍尔(荷兰)

彭罗斯三角看起来由三个截面为正方形的长方体所构成，三个长方体组合成一个三角形，但两个长方体之间的夹角似乎又是直角。这一结构其实无法在任何一个正常三维空间的物体上实现。



相对性 版画 1953年

莫里茨·科内利斯·埃舍尔(荷兰)



《画廊》分析图

在艺术创作的黄金时期，埃舍尔往往为绘制一件作品进行数学计算等大量理性分析。埃舍尔创作《画廊》时，为了实现画面变形所画的网格草图让数学家极为震惊，被视作黎曼曲面的极好范例。



彭罗斯三角

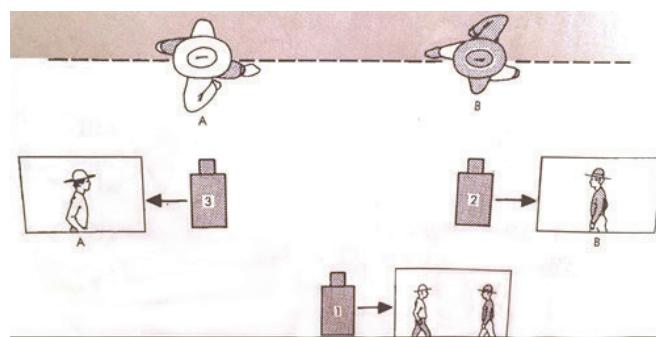
在《相对性》中，埃舍尔在一个平面内精心创造了多个矛盾的空间，这些矛盾被统一于观者的视点中。观者同时体验到仰视和俯视两种透视角度产生的效果，却没有丝毫不舒服。埃舍尔把几种不同视点所看到的景象融合在了一起，因此，这幅画还可以解读为同一场景不同视点的结合。

## ■ 体验活动

请通过以下活动体验电影中的连续性剪辑。

### 活动一：寻找连续性剪辑

连续性剪辑俗称透明技法，又称零度剪辑。主要是为了构成电影叙事的连贯，做到不露痕迹地让观众认同荧幕的运动方向，接受电影所创造的连续时空状态。请自选一段影片，观看并寻找其中的连续性剪辑。



连续性剪辑示意图

### 活动二：运用连续性剪辑设计脚本

连续性剪辑是许多电影讲故事的主要手法，突出的代表便是拍摄对话时的三镜头法及动作的连续性剪辑。请运用三镜头法设计一个脚本。

通常在一个镜头段落中，景别顺序是：

1. 建制镜头（亦称“主镜头”），用全景展现整体环境和人物。
2. 切入中型景别镜头，用以交代人物的动作和反动作。
3. 切入近摄镜头（近景 / 特写），展现人物面部（或手部等细节），以说明人物性格、情绪等，以及人物之间的关系（正 / 反打镜头）。
4. 切回全景镜头，结束段落叙事或重建时空关系。

如此顺序的剪辑形成了循环格式，再由若干段落组成全片。

### 活动三：短片创作

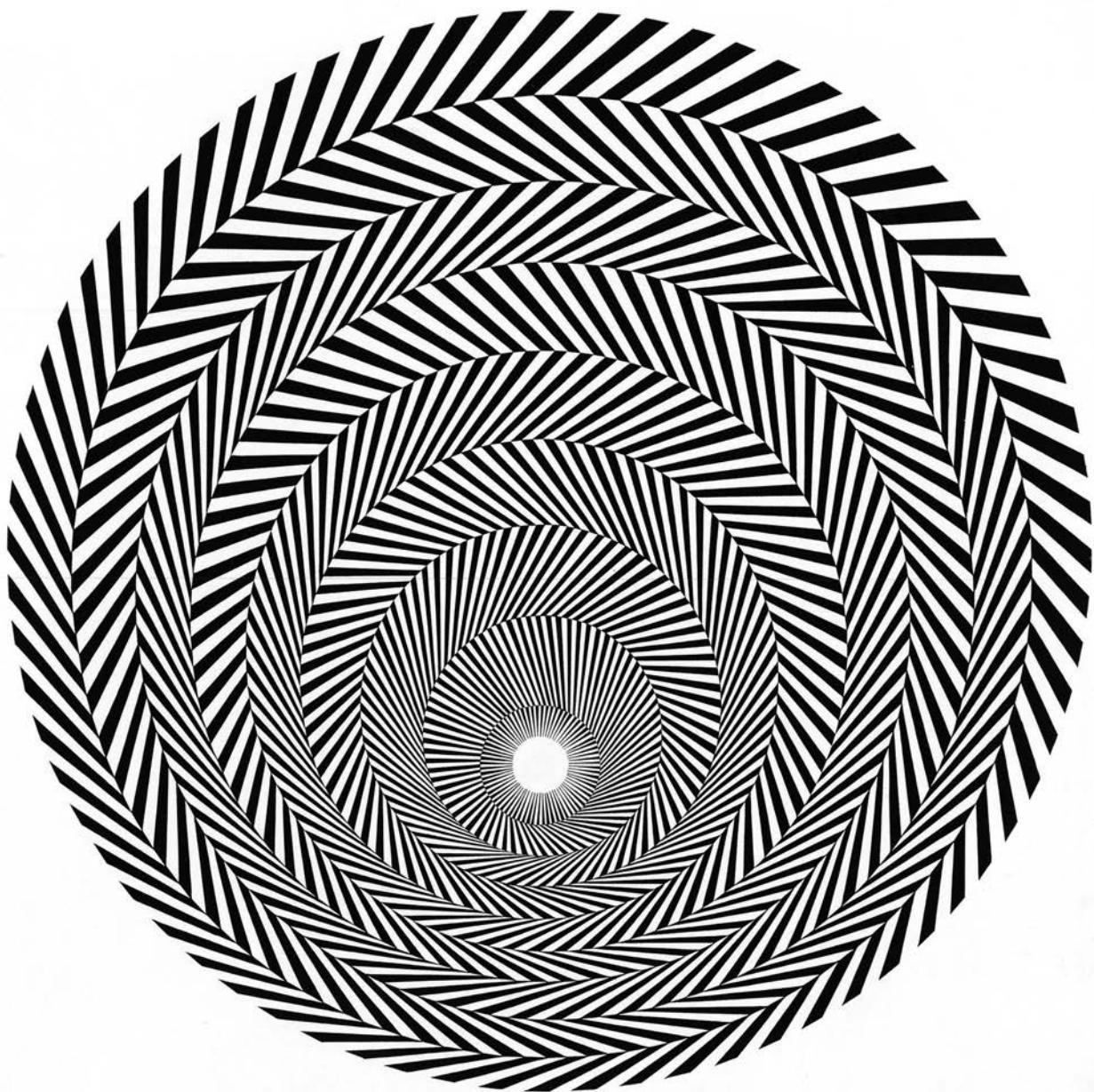
根据脚本，请以小组为单位创作一段连续剪辑的短片。



连续性剪辑制作要求示意图

## ■ 思考评价

1. 在综合艺术、语言艺术、表情艺术中是否存在错觉?
2. 透视学是研究透视图形的发生原理、变化规律和图形画法的学科。从古至今，中外艺术家经过摸索演进，已经掌握了处理空间的各种方法和途径。请比较中外绘画中透视原理的异同。
3. 鲁道夫·阿恩海姆 (Rudolf Arnheim, 1904—2007) 是美国著名的美学家、艺术心理学家，他曾这样评价科学与艺术的关系：“科学的使命是在多样化的现象中提炼出有规则的秩序，艺术的使命则是运用现象去显示出这种多样化的现象中所存在的秩序。”对此，你如何理解？



烟火 4 号 版画 1953 年

布里奇特·赖利 (Bridget Riley, 荷兰)

## 拓展研究

连续性剪辑是影视艺术所特有的给观众营造幻觉真实的语法规则之一。在我们平常看到的电影中，电影艺术家通过镜头运动、景别和视角的变化，特别是主观镜头的运用，将观众带入画面之中，实现从冷静的观照到身临其境的认同。在好莱坞叙事系统中，连续性剪辑是最能体现其电影核心观念的，也是其以假乱真创造梦幻世界的基本前提。

一些实验电影打破了营造梦幻世界的电影语法规则，让观众意识到电影是被拍摄和剪辑出来的，而不是真实的现实，从而引导人们对现实世界进行批判和反思。

### 知识点击

#### 虚拟现实技术

虚拟摄像机视锥体对人眼视域进行建模，将视锥体里的三维物体通过透视投影变换投射在视口上，最后将视口元素渲染到显示器屏幕上。



虚拟现实技术



蒙娜丽莎：超越超越镜面 虚拟现实作品

人为什么会对某些二维的绘画作品产生立体的认知？人为什么会对某些绘画作品产生不符合现实的错误认知？人为什么会被某些电影世界等同于现实世界？关于这些学科前沿问题，艺术理论家和心理学家正在进行研究。

请选择一段表达梦幻主题的电影片段，思考并分析它运用了怎么样的剪辑手法表现现实与梦幻的区别。

# 艺术中的数理化

## 情境导入

唐三彩以其造型、色彩、工艺之美让人惊叹，深受人们喜爱。唐三彩的复制与仿制工艺，随着朝代更迭也不断发展起来。分辨高仿和真品，需要了解什么呢？制作一件高仿品，又需要具备什么样的数理化知识？



唐三彩马 陕西历史博物馆藏

## 审美感知

数学、物理、化学促进了艺术的发展，是艺术发展的重要推动力。离开了自然科学，艺术家无法创造出今天如此多样化、丰富的世界。

### ◎ 艺术中的化学

陶瓷是以黏土为主要原料配以各种天然矿物，经过粉碎混炼、成型和煅烧制得的材料以及各种制品。

随着社会的不断进步，陶器的质量也逐步提高。到了西汉时期，上釉陶器工艺开始广泛流传。一种以黄、褐、绿为基本釉色的陶器盛行于唐代。后人把这类陶器称为“唐三彩”。在色釉中加入不同的金属氧化物，经过焙烧，便形成浅黄、浅绿、深绿、天蓝、褐红、茄紫等多种色彩，使陶瓷的色彩更加丰富。可见，陶瓷艺术中蕴含着丰富的元素化合物知识。



唐三彩文官俑 高 90 厘米 唐



唐三彩釉陶吹笙女坐俑 高 28.5 厘米 中国国家博物馆藏

1953 年出土于陕西省西安市东郊王家坟村 11 号墓。此女俑梳球形髻，穿袒胸窄袖衫、朵花长裙，着披帛，安然盘足端坐在束腰墩形坐具上。

釉之所以绚丽多彩，是因为在普通的釉料中加入了某些金属离子。一百多种化学元素之间的不同组合会产生新的物质，其奇妙之处不亚于艺术带给人类的震撼。

加入釉料的金属元素	烧制时的空气用量与釉料颜色	
	空气过量	空气不足
铁(Fe)	黄、红、褐、黑	蓝、绿
铜(Cu)	蓝绿	红
锰(Mn)	紫、褐	褐、黑褐
铬(Cr)	黄、绿、褐	蓝绿
钴(Co)	蓝、淡蓝	蓝

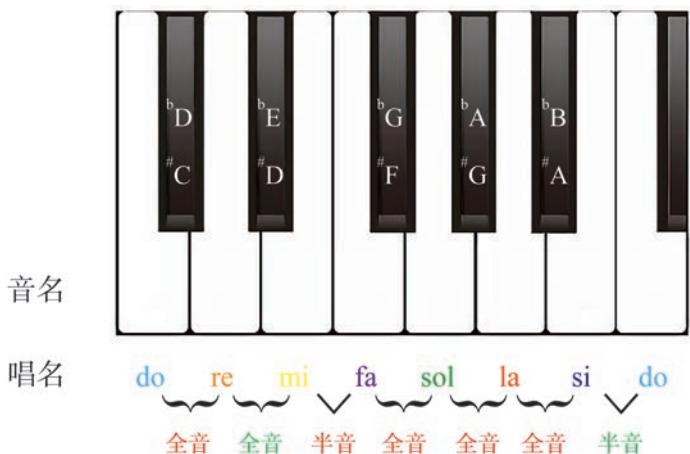
文官俑头戴小冠，着宽袍大衣，外罩襕裆，脚穿如意头云履，双臂抱于胸前。釉色以褐、绿、白为主。

## ◎ 艺术中的数学

音乐与数字有着天然的联系。有一个关于古希腊哲学家毕达哥拉斯的故事，讲述了他发现音乐与数学的关系。一次他偶尔经过一家铁匠铺，发现里面传出的打铁声响要比别的铁匠铺更加协调、悦耳。强烈的好奇心驱使他对这个铁匠铺子进行细致的研究，发现这个铺子中铁锤和铁砧的大小与众不同，由此猜想音响的和谐与发声体的体积有一定的比例关系。受到这次观察研究的启发，毕达哥拉斯进一步发现只要按比例划分一根振动着的弦，就可以产生悦耳的音程：如 $1:2$ 产生八度， $2:3$ 产生五度， $3:4$ 产生四度等。



毕达哥拉斯画像



弦长比： $1:x:x^2:x^3:x^4:x^5:x^6:x^7:x^8:x^9:x^{10}:x^{11}:x^{12}$

十二平均律示意图

中国音乐理论家黄翔鹏（1927—1997）说：“十二平均律不是一个单项的科研成果，而是涉及古代计量科学、数学、物理学中的音乐声学，纵贯中国乐律学史，旁及天文历算并密切相关于音乐艺术实践的、博大精深的成果。”

中国的音律发展是通过三分损益法、五度相生律，推算出十二律，但是这个十二律不能周而复始回到出发的律上。明代朱载堉推演出新法密律，完全解决了这个难题，比欧洲人发明十二平均律还要早半个世纪。

### 知识点击

#### 十二平均律

即新法密律，是将一个八度分成十二个均等的部分——半音的音律。十二平均律在交响乐队和键盘乐器中得到广泛使用，钢琴就是根据十二平均律来定音的。

## ◎ 艺术中的物理学

《铜奔马》为东汉青铜器，其精确地运用了力学的平衡原理。这件举世无双的艺术珍品没有巨大的基座，也不像许多马的造型，以四足或三足着地来保持平衡稳定。奔马全身的着力点都集中在飞鸟背上，形成了一种极富感染力的腾飞之势。



铜奔马 青铜器 高 34.5 厘米、长 45 厘米、宽 13 厘米 东汉 甘肃省博物馆藏

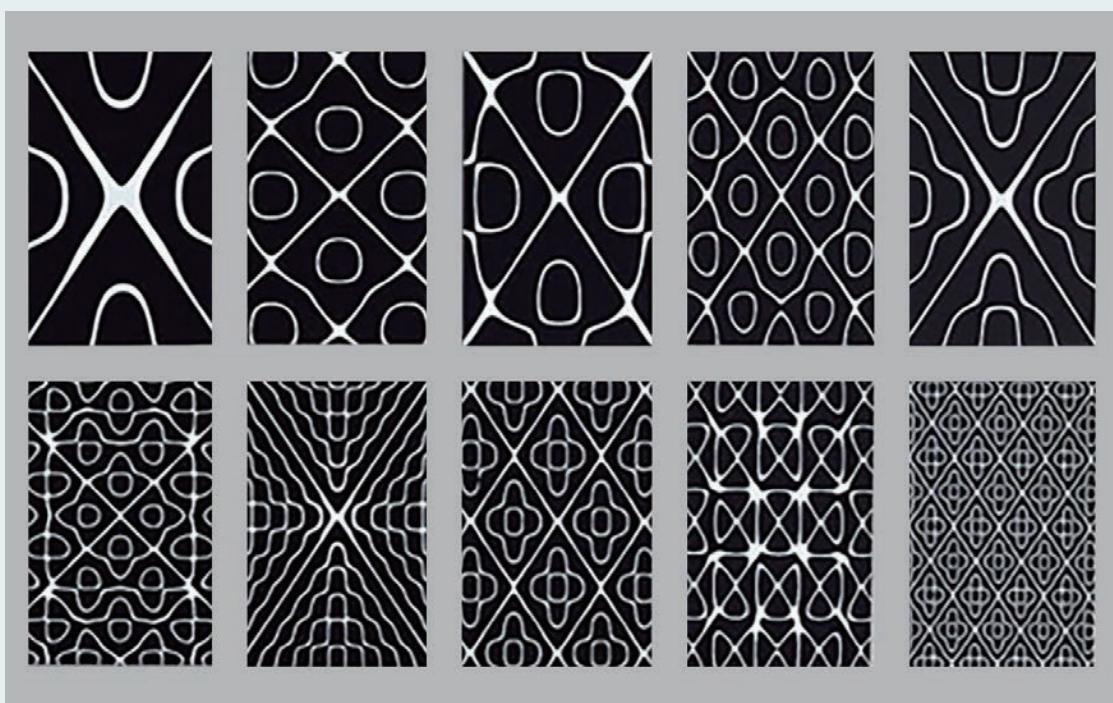
文物出土后在修复过程中，《铜奔马》出现倾倒的现象。经过反复推敲实验，发现《铜奔马》马腿内部的青铜碎片上沾上了一些“矾土”，本以为这是由于放置时间较长渗漏进去的，其实这些“矾土”是铜奔马的“原装品”。于是，修复专家马上取来同样的“矾土”，当“矾土”装入马腿后，神奇的一幕出现在众人的眼前，奔马平稳地“站在了飞鸟之上。

依靠“矾土”当配重，就能让这件作品的所有重心都落在飞鸟之上，形成了骏马凌空飞腾、奔跑疾驰的雄姿，这是何等高超的匠心啊！

## ■ 范例赏析

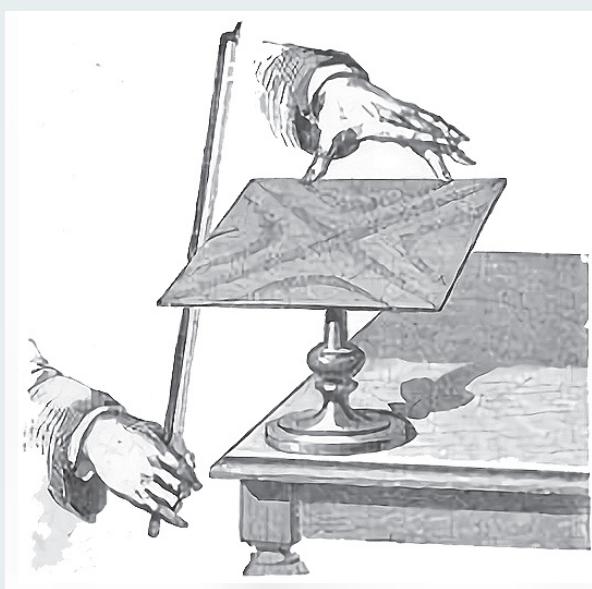
### 克拉尼图形

18世纪，德国物理学家恩斯特·克拉尼(Ernst Chladni, 1756—1827)做过一个实验：用琴弓拉小提琴，同时在小提琴上安放金属薄片并均匀地撒上细沙，细沙会自动排列成不同的美丽图案。小提琴拉出不同曲调，金属片上的图案会随之不断变化——这就是著名的克拉尼图形。



克拉尼图形

克拉尼板的形状可以是正方形、矩形或圆形，甚至还可以是小提琴或吉他的形状，只需在中心固定即可。在克拉尼板实验中，用了一块扁平的矩形金属板，并将板的中心固定在一个坚固的底座上。在板上撒上一种材料，如面粉、沙子或盐，以便观察图形。接下来，在板的侧面拉小提琴的琴弓使板振动。



克拉尼板实验示意图

## ■ 体验活动

音乐离不开乐器，人们往往对乐器的发声原理有着浓厚的兴趣，那么乐器是怎样制作的呢？乐器的材料源于自然，有相当一部分还是从人们日常器物中演变而来的。如果要做一件简单的乐器，就需要掌握乐理与物理两方面的知识。

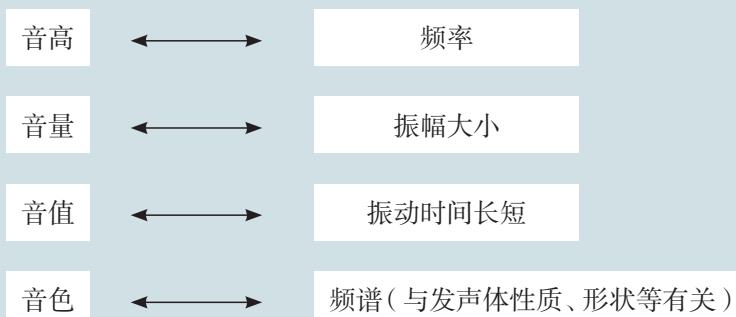
活动一：请从你的家中或者校园中找出可以利用的器物来“发明”一件乐器，能发出几个简单音即可。



活动二：运用你们“发明”并制作的乐器开一场小型音乐会。

### 知识点击

音的四种性质(音高、音量、音值、音色)都和物理有密切的关系。



## ■ 思考评价

1. 在利用器物作为乐器时，不同材质为什么会产生不同的音色？如何调整同一材质的音高？
2. 中国传统音乐多用五声音阶(宫、商、角、徵、羽)，试着查找、论证中国音乐中是否运用七声音阶？
3. 艺术与数学、物理、化学虽然分属于不同学科领域，但紧密相连。你觉得可以从哪些方面来研究艺术与数理化的关系？

## 拓展研究

1. 曾侯乙编钟是中国迄今为止发现最大、最完整的一套编钟，请查找相关资料，探究编钟与物理、化学等自然学科之间的关联。



2008年北京奥运会开幕式击缶表演

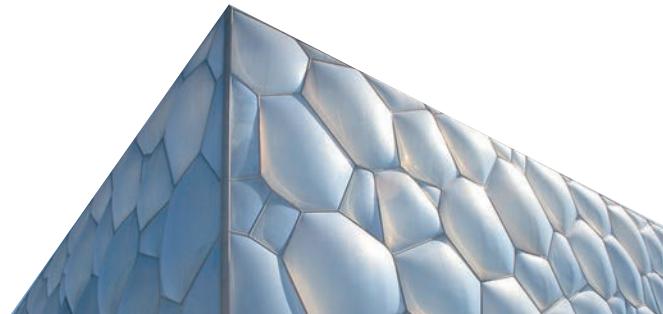
2. 2008年北京奥运会开幕式上有一场激动人心的击缶表演，这些缶主要采用树脂框架、钢龙骨、牛皮鼓面和LED灯制成。缶是中国古代的一种打击乐器，请你探寻古代缶的材质与典故。

3. 音乐厅的听众大厅，有的是长方形，有的是扇形；顶棚有的高，有的低。这和物理学有什么关联？请分小组讨论。



上海交响乐团音乐厅

4. 国家游泳中心又称“水立方”，是2008年北京奥运会标志性建筑物之一。设计人员利用三维坐标将“水立方”的墙面和屋顶分为内外三层，共计使用了三万多个钢制构件。整个建筑内外层包裹的ETFE膜（乙烯-四氟乙烯共聚物）是一种轻质新型材料，具有良好的热学性能和透光性，可以调节室内温度，冬季保温、夏季散热，能保证90%的自然光进入场馆。



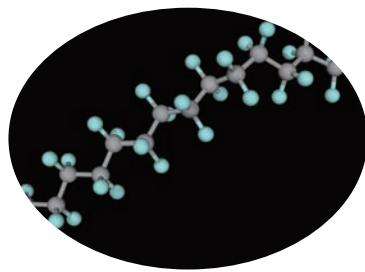
国家游泳中心整体图

ETFE膜具有自洁功能，不仅能利用雨水自洁，每年还能回收雨水约1万吨，相当于100户居民一年的用水量。三百多个气枕大小不一，每个气枕都有相对独立的充气口和放气口，万一出现外膜破裂，只需打上一块补丁便可修复。

“水立方”是世界上规模最大的膜结构工程，也是唯一一个完全由膜结构进行全封闭的大型公共建筑，集实用、美观、环保、可持续等优点于一体。

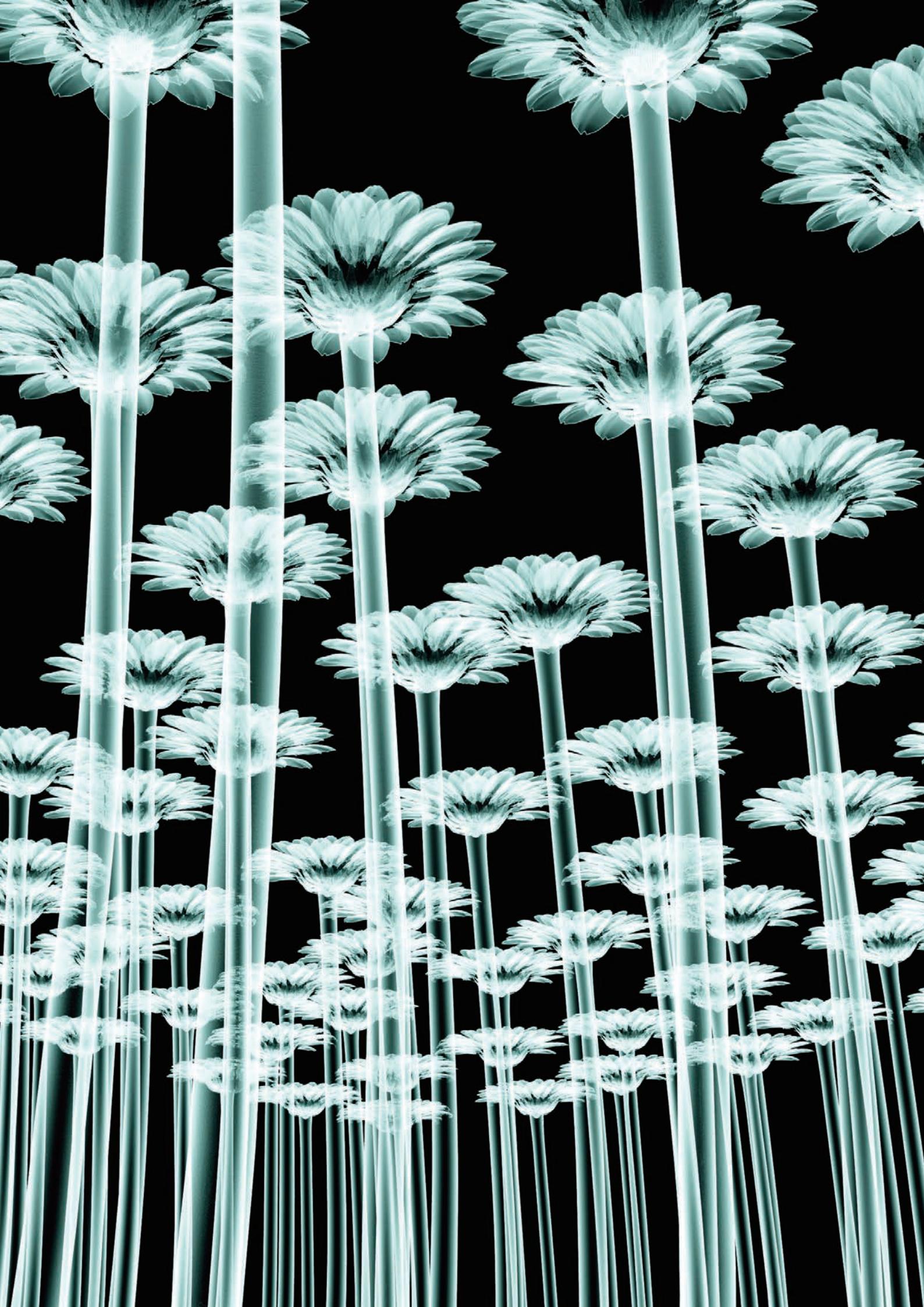


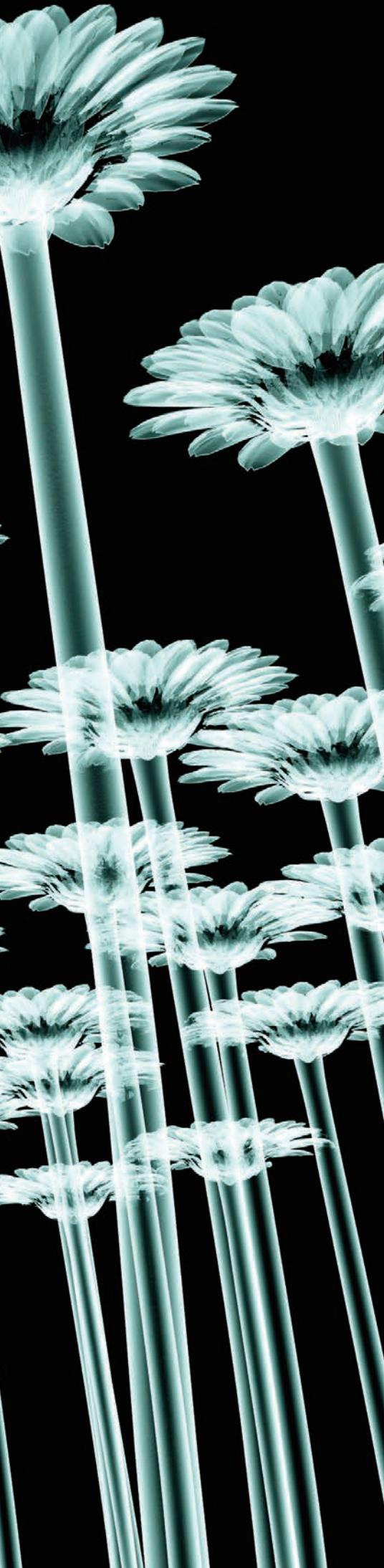
国家游泳中心内景



膜分子结构模型

请找一幢你认为很有设计感的建筑，研究这幢建筑所用各类材料的物理和化学性质，探索材料与设计之间的关系。





## 第四单元

# 科学探索之 艺术美感

有时候科学创造本身就充满了艺术美感，当科学探索过程被记录下来时，艺术作品就诞生了。特殊技术可以使得作品在显微小尺度和太空大尺度上创作，体现出世界的混沌和有序。

无论过去还是现在，中国传统道法自然的哲学理想在建筑中多有体现。科幻电影既向人类展示了未来世界的可能性，也对科学发展进行了人文反思。人是什么？人工智能的发展对这个“老问题”做出“新解答”。

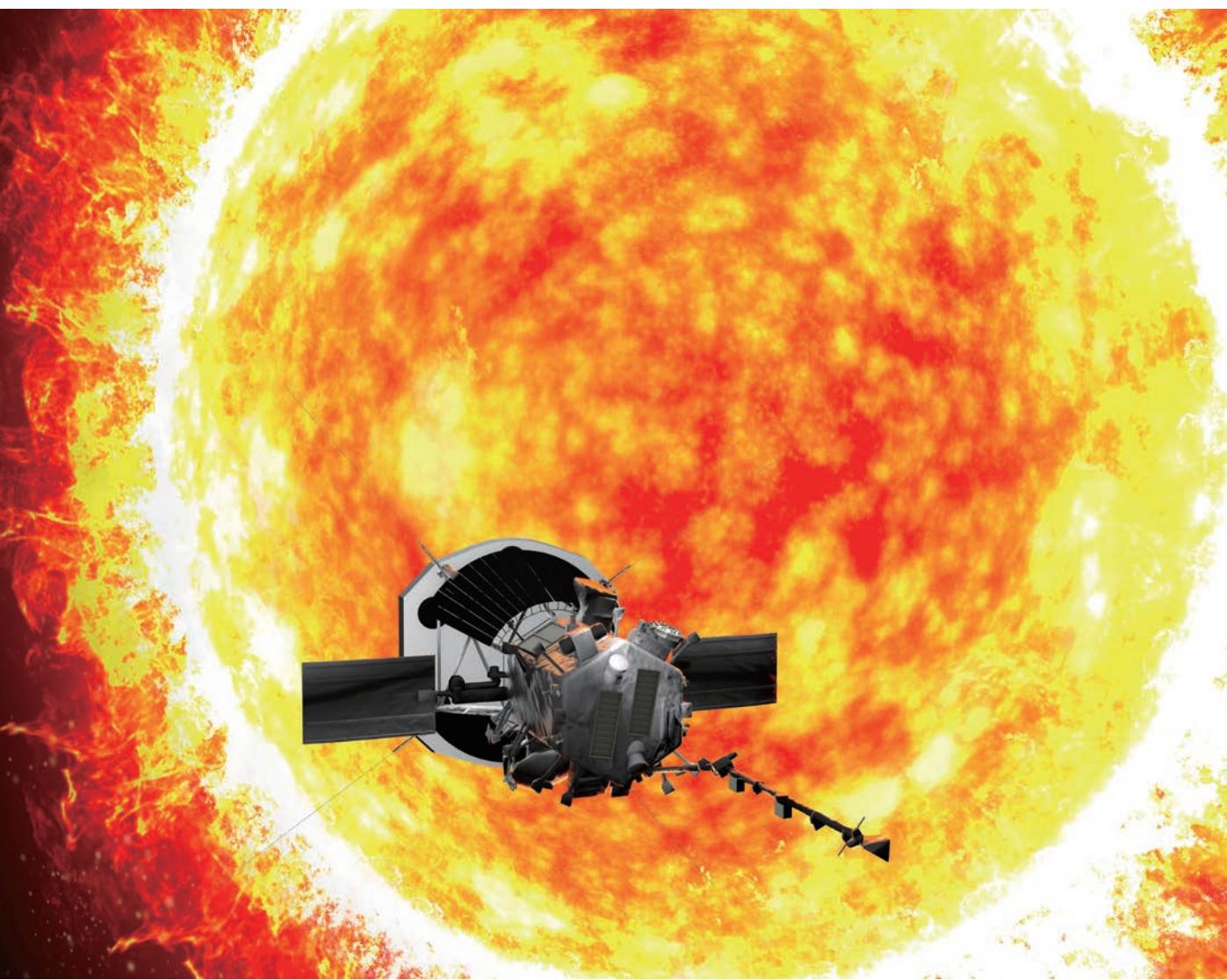
## | 学习重点 |

1. 了解混沌的无序特征，感受无序在艺术与科学中的表现形态。
2. 了解中华优秀传统文化中的科学观及其实践活动，认识“道法自然”的观念在中国艺术中的运用。
3. 探究艺术与科学的相互影响，发现科学中的艺术美和艺术中的科学美，理解科学技术创造中的人文精神。

# 混沌与秩序之美

## 情境导入

混沌是指世界存在的一种貌似无规律的复杂运动形态。原来遵循简单物理规律的有序运动形态，在某种条件下突然偏离预期的规律性而变成了无序的形态。人类从自然的混沌运动中发现，美感可以是由有序和无序的对立统一引发的，自然界事物的形态构造都是有序与无序的特定组合。



美国国家航空航天局向太阳发射人类首枚用以观测太阳的探测器——帕克太阳探测器

## 审美感知

科学家们运用各种手段记录了科学探索的过程，这些记录也成为人类探索世界的艺术作品。这些作品的形态，有博物绘画、科学摄影和数字合成图像，它们让人类看到了一种无序中的有序。科学在探究客观事物规律的同时，也能给人以美的享受。科学探索和发明的过程，本身就充满了艺术美感。

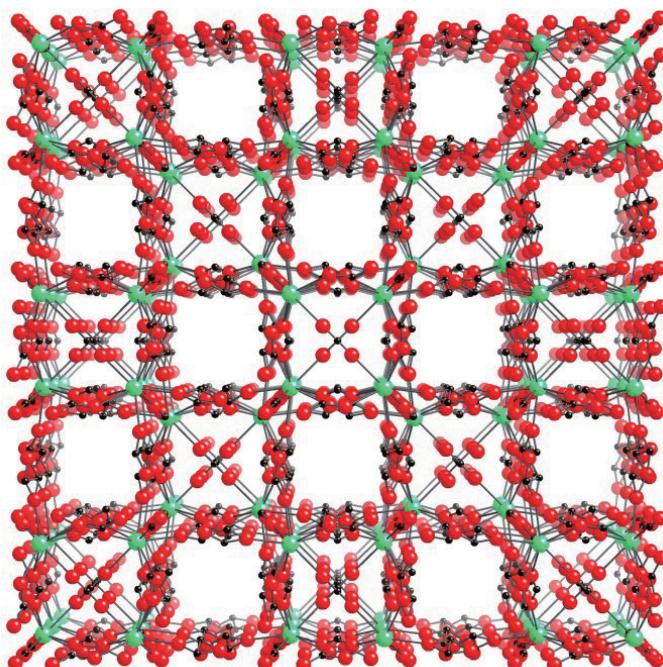
### ◎ 秩序之美

在充满不确定的世界里，人们在科学领域寻找客观规律、寻找秩序，因为秩序代表着和谐、稳定甚至永恒，代表着变化以后终将到来的统一，代表人类对世界与自身命运的把握。艺术形式中始终存在的秩序感也昭示着人类有能力把世界有序化。变化与统一、对比与调和、节奏与韵律、放射与回旋，处处显示出在复杂世界寻找秩序，寻找客观规律，是审美活动的主要特征之一。

科学家将荧光显微技术和立体摄影技术相结合，创造了这幅生动的图片——发光的小乌龟。



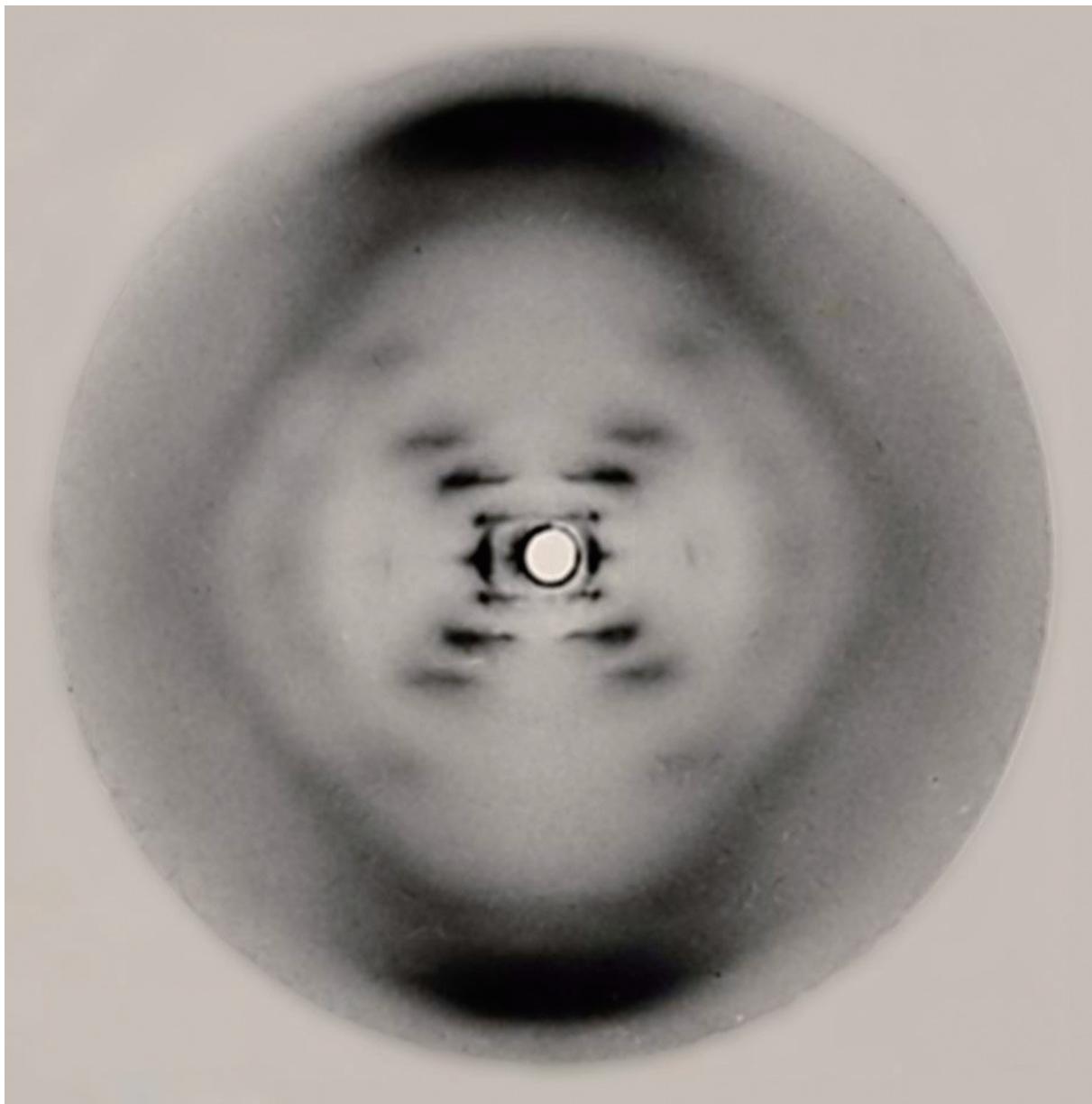
发光的小乌龟



甲酸钍配合物 X 射线单晶衍射技术图

钍 (Thorium) 这种鲜为人知的放射性元素是一种潜在的核燃料，有望用于新型的钍基熔盐核反应堆。来自中国科学院上海应用物理研究所的科研团队利用溶剂热法结晶合成了一种新颖的甲酸钍配合物；利用 X 射线单晶衍射技术对它的晶体结构进行解析，获得了钍、氧、碳原子在晶格中的精确位点，最后通过晶体结构软件把该配合物的结构呈现出来。该晶体结构属于立方晶系，具有非常显著的对称性。

艺术家在创作时试图表现世界背后永恒的秩序。秩序感是人们深刻的内在需求。在此驱动下，人们发现秩序、内化秩序，并通过艺术作品表现秩序。



罗莎琳德·富兰克林拍摄的DNA晶体X射线衍射照片“照片51号”

晶体X射线衍射是X射线在晶体中发生的衍射现象。1952年5月，英国科学家罗莎琳德·富兰克林(Rosalind Franklin, 1920—1958)获得一张DNA的X射线晶体衍射照片，名为“照片51号”。该照片被当时的科学家形容为“几乎是有史以来最美的一张X射线照片”，它为DNA双螺旋分子模型的建立奠定了基础。1953年4月25日，詹姆斯·沃森(James Watson, 1928—)和弗朗西斯·克里克(Francis Crick, 1916—2004)在英国《自然》杂志上发表了论文《脱氧核糖核酸的结构》，开启了分子生物学的时代。完美的双螺旋形状展现在世人面前，人们不由得感叹生命的神奇。

## ◎ 混沌之美

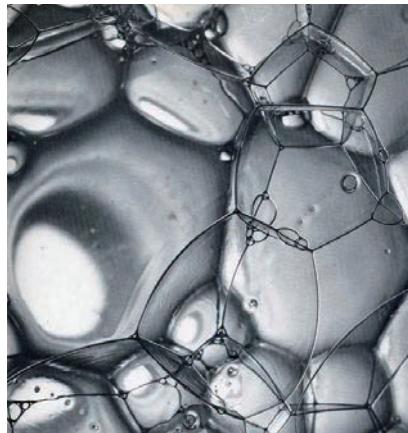
混沌并不是杂乱无章的混乱，它是世界上一切事物都在变化时，唯一不变的高级秩序与规律。混沌理论是研究和解释混沌现象的有用工具。混沌理论是一种兼具质性思考与量化分析的方法，用以探讨动态系统中无法用单一的数据关系，而必须用整体、连续的数据关系才能加以解释及预测的行为。蝴蝶效应、分形结构和奇异吸引是混沌理论的三个重要概念。

混沌的背后拥有精细的结构，这种精细的结构具有自相似性，称为分形。小至各种植物的结构与形态、遍布人体全身纵横交错的血管，大到天空中聚散不定的白云、连绵起伏的群山，它们都或多或少表现出分形的特征。乍看起来杂乱无章的分形，原来是大自然的基本存在形式，无处不在、随处可见。

### 知识点击

#### 分形

具有以非整数维形式充填空间的形态特征。通常被定义为一个粗糙或零碎的几何形状，可以分成数个部分，且每一部分都是（至少近似地是）整体缩小后的形状，即具有自相似的性质。



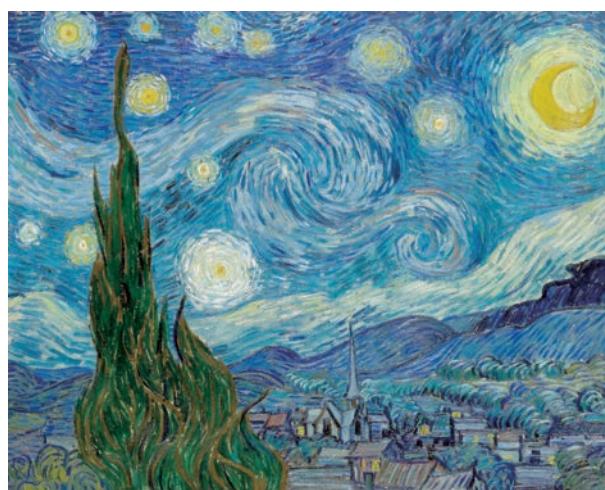
肥皂泡 摄影

贝伦妮斯·阿博特 (Berenice Abbott, 美国) 1945 年

《肥皂泡》摄影作品展示了肥皂泡的几何形状，并在一大片混沌的泡沫中发现其内部排列得井然有序。



麒麟座 V838 星 摄影



星月夜 油画 纵 74 厘米 × 横 92 厘米 1889 年

文森特·威廉·凡·高(荷兰) 美国纽约现代艺术博物馆藏

利用太空望远镜拍摄的宇宙极具魅力。麒麟座 V838 星距离地球 20000 光年，是 2002 年 1 月在美国新泽西州被发现的。2004 年 3 月，哈勃望远镜拍摄到了它的一组图像。出乎意料的是，拍摄的图像中，螺旋形漩涡同文森特·威廉·凡·高 (Vincent Willem van Gogh, 1853—1890) 的作品非常相似。这惊人的相似促使物理学家开始研究凡·高画作中的类似描绘，最终提出了新的自然现象“流体湍流”。

## ■ 范例赏析

### 细菌生长照片与微生物绘画《天蓝》

微生物是难以用肉眼观察的，它们虽然个体微小，同人类的关系却很密切。17世纪中叶，荷兰生物学家安东尼·列文虎克（Antony Leeuwenhoek, 1632—1723）自制了简单的显微镜，从自己的蛀牙所取出的检查体中清楚地看见了细菌的形体。他的发现首次描绘了一个全新的生物世界——微生物世界，在微生物学的发展史上具有划时代的意义。



天蓝 布面油画 纵100厘米×横73厘米

瓦西里·康定斯基(俄国) 1940年

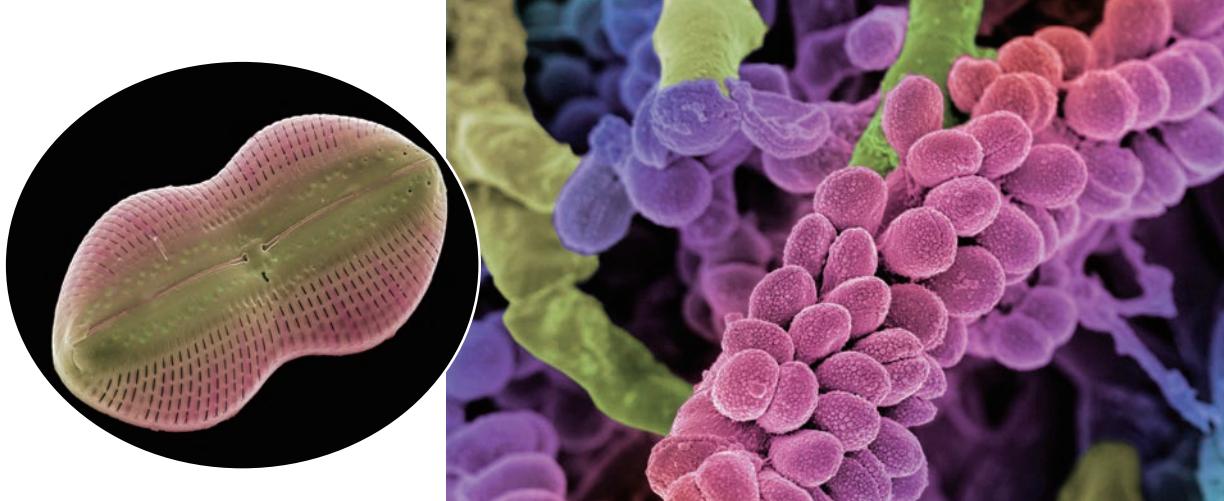
俄国画家和美术理论家瓦西里·康定斯基是现代抽象主义绘画的先驱。当时的欧洲硝烟弥漫、战火四起，可他在作品《天蓝》中使用了大片的蓝色，代表了冷静、和平、静穆和安宁。画中是微生物的欢乐天地，这些灵感均来自显微镜下的奇妙景象。



细菌生长照片

伊谢尔·本-雅各布（Eshel Ben-Jacob, 1952—2015）是以色列特拉维夫大学物理学教授，他在对细菌社会行为的研究过程中，使用了一点颜料，美化了培养皿中的细菌生长，拍摄了一组令人惊异的照片。对细菌生长过程的记录，说明了细菌会采用应对策略，努力打败“敌人”。从某种意义上说，这种模式也反映了细菌似乎也拥有潜在的社会性。

人类文明的发展，经历了漫长混沌的原始生活，才逐渐建立起社会秩序，以及清明的世界形象。人类在此基础上逐渐发现美、表现美、创造美，形成了“艺术”这种脱离原始混沌的文化形态。艺术之美，在于人的本质力量的升华。人类在艺术创作中，灵活运用不同的题材、技法、材料、工艺，展开了千变万化的艺术活动。



细菌 彩色电子显微摄影

## ■ 体验活动

望着茫茫天宇、壮丽山河，从古至今，多少人在思索：世界万物是由什么构成的？它们如何组成了这多姿多彩的世界？一起来探究世界吧！

### 活动一：初步观察

收集并欣赏几种海洋与陆地的动植物，观察它们外在的形状、颜色、质感及生活环境并作记录。

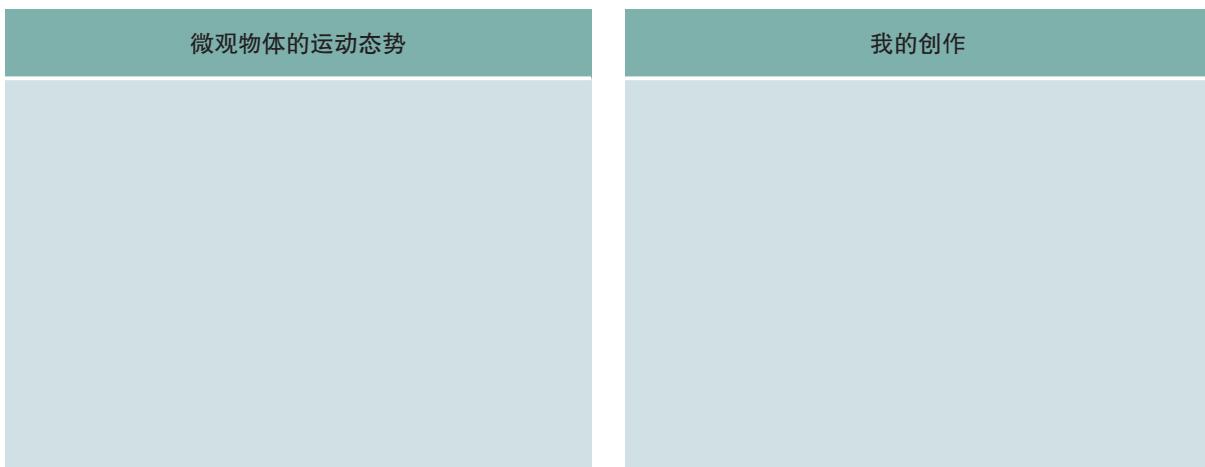
动植物名称	形状、颜色、质感	生活环境

### 活动二：剖面观察

将收集的动植物制成切片，放在显微镜下观察，记录它们的特点，对比它们之间的不同。

### 活动三：体验表现

1. 通过线条的粗细、疏密、曲直等，表达微观物体的运动态势。
2. 注入自身的创意与情感，从混沌或秩序的角度塑造微观世界，使其更具艺术性。



### 思考评价

1. 在研究过程中，你发现了哪些微观世界的奥秘？请与同学分享。
2. 除了剖面观察，还可以运用哪些方法、设备或技术观察世界的秩序与混沌？
3. 在摄影机下，以什么角度、视点和距离观察宇宙和自然会获得美感？



银河 摄影

## 拓展研究

博物画是将自然万物以绘画的形式展现出来的艺术。绘制博物画的人，大多数有着生物研究的经历，或者本身就是生物学家。除了追求绘画的艺术美，他们对作品的科学性和准确性的要求更是近乎苛刻。

请查找各类博物画及对应的动植物资料，分析博物画的科学性，并探索各类博物画的绘画方法和技巧。



博物画 尼古拉斯·约瑟夫·冯·雅克恩 (Nikolaus Joseph von Jacquin, 荷兰)

# 建筑科学之道法自然

## 情境导入

苏州网师园是典型的宅园合一的私家园林，它凝聚了中国知识分子和能工巧匠的勤劳和智慧。园林在实现“天人合一”境界的过程中，绝不是简单地模仿或沿袭自然，而是经过了艺术的提炼。“道法自然”作为中国艺术精神的核心，其内涵已经渗入中国的传统生活模式。那么，传统园林是如何体现“道法自然”思想的呢？



苏州网师园

## ■ 审美感知

人们在创造美好生活的时候，与自然发生千丝万缕的联系。如果一味强调改造自然，做自然的主人，一不小心会走向破坏自然的极端。如果人类谦卑地把自身看作自然的一部分，在创造的同时，尽量遵循生态自然规律，就能与自然和谐共处。

### ◎ 取之自然，还之艺术

艺术作品之美来源于人们对自然美的认识，是人脑对大自然中各种形态之美好印象归纳、总结的表现。自然美与艺术美相互依存，自然与生活是艺术的标准和尺度，艺术美离不开自然美。



甲壳虫轿车

1938年，第一代甲壳虫轿车诞生。这种外形酷似甲壳虫的小轿车大大发挥了外形的优势，并一举成为当时同类轿车的“车中之王”。



行走的贝叶 傣族大型舞蹈诗

创编、表演：西双版纳州民族文化工作团、云南艺术学院  
2019年

孔雀舞是傣族最具代表性的民族舞蹈。《行走的贝叶》将孔雀的真实形态融入舞蹈，风格轻盈灵秀，情感细腻，舞姿优美。孔雀舞有着规范化的程式和步法，每个动作有相应的鼓语伴奏。



苏州拙政园

拙政园在一凸形地基上建凹形扇面亭。“相嵌”是亭地相互融合的一种有效手段，使人不经意间难分彼此，就如同从地里长出来一样。



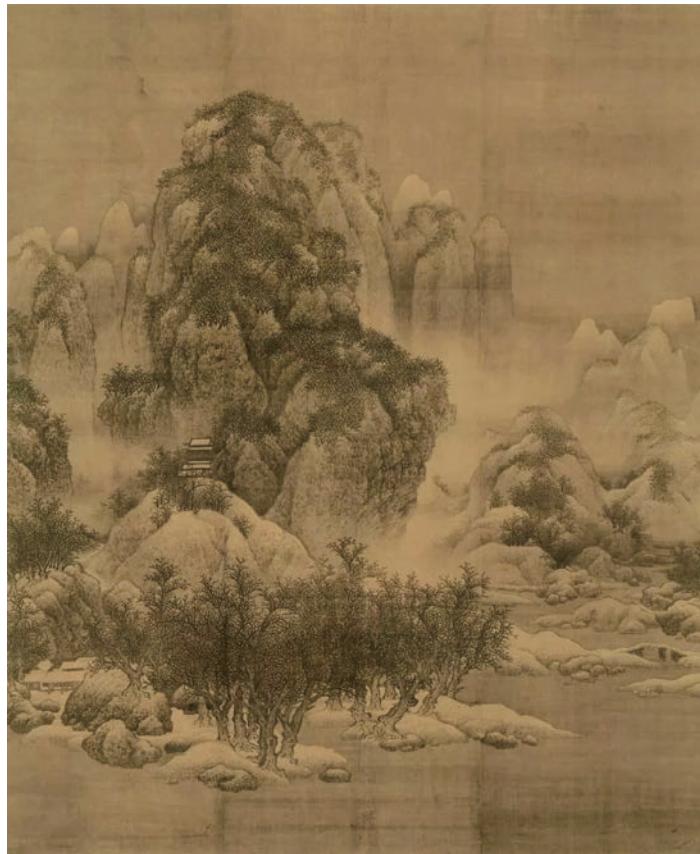
跳舞的房子（布拉格） 弗兰克·盖里（Frank Gehry，美国） 1996年

又名“弗莱德与琴吉的房子”。弗莱德·阿斯泰尔（Fred Astaire，1899—1987）与琴吉·罗杰斯（Ginger Rogers，1911—1995）是好莱坞音乐歌舞片中一对著名舞者。蜿蜒扭转的双塔建筑就像是两个人相拥而舞一样。左边是玻璃帷幔外观的“女舞者”，上窄下宽像舞裙的样子，右边圆柱状的则是“男舞者”。

## ◎ 取之自然，予以升华

艺术不是对自然完全的描摹，也不是抛开自然完全的创新。艺术家与自然沟通，产生心灵的感受，转化或转变自然，创作出符合自我愿望的艺术作品。自然之美由此便升华为艺术之美。

《雪景寒林图》画面气势磅礴，境界深远，为范宽（约950—约1032）的山水画代表作品之一。采用全景式构图，画面层次分明，中心突出。画中群峰屏立，山势高耸，深谷寒柯间，萧寺掩映，古木结林，板桥寒泉，流水从远方萦回而下，真实而生动地表现出秦地山川雪后的磅礴气势。



雪景寒林图 中国画 绢本水墨 纵193.5厘米×横160.3厘米  
范宽（宋）



美秀美术馆 日本滋贺县甲贺市 贝聿铭（美国）1997年

日本美秀美术馆表达了贝聿铭自然与建筑融合的观点，以“世外桃源”为设计理念，是一处与自然共生，又极其梦幻的现实版“桃花源”。

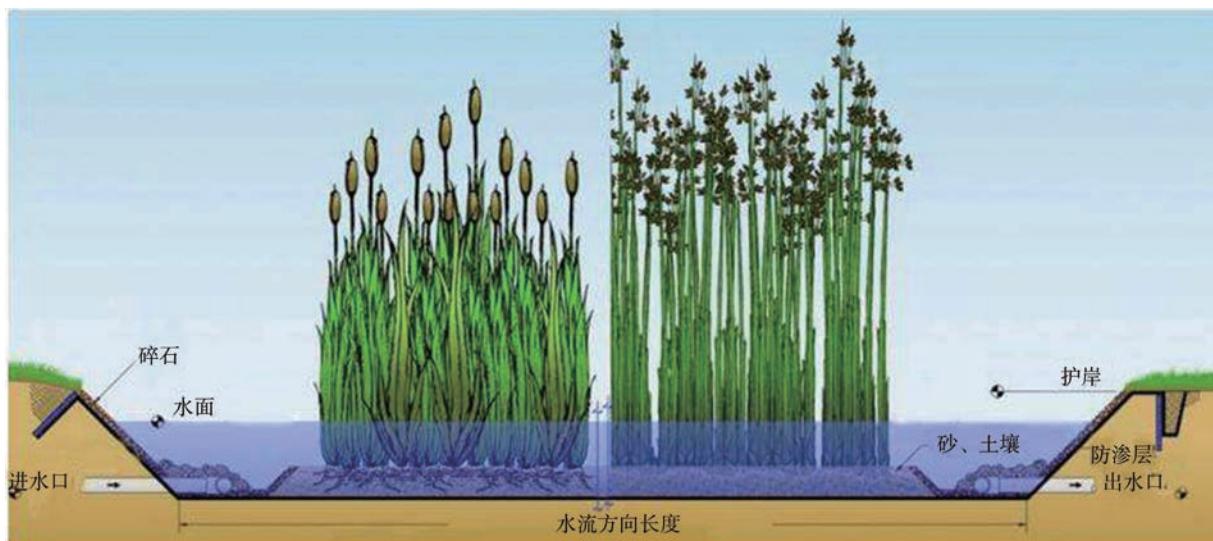
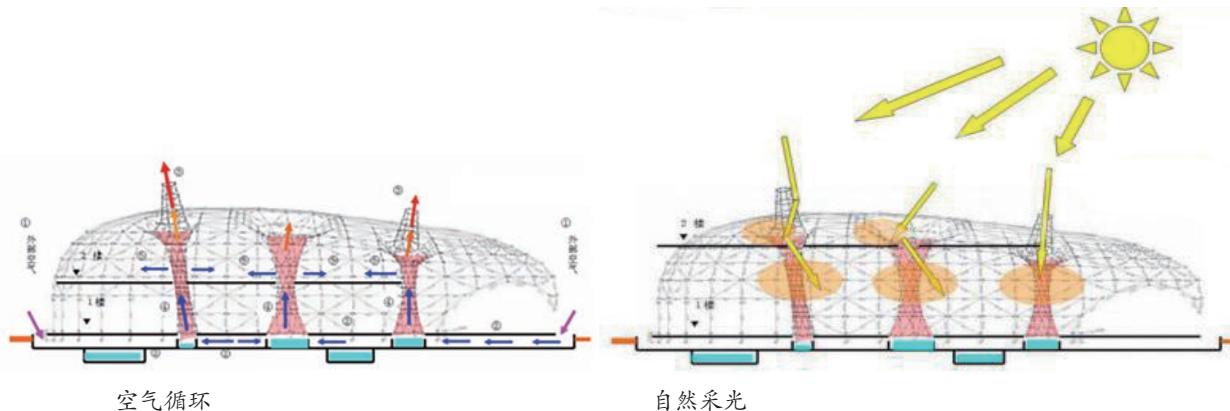
对自然的尊重与敬畏催生出建筑艺术的杰作。日本美秀美术馆的设计者贝聿铭（1917—2019）在接受记者采访时说：“构造的形态当然被地形所左右，根据当地的规定，总面积为一万七千平方米的部分，大约只允许两千平方米左右的建筑部分露出地面，所以美术馆80%的部分必须在地下才行。”





2010 年上海世博会日本馆 2009 年

2010 年上海世博会日本馆是双层结构，它的通风管道设备、太阳能光伏发电板以及水喷雾系统共同工作，在建筑保持整体完整性的同时，更给人们带来了材料在建筑应用上的生态美感。



人工湿地技术

2010 年上海世博会在地区馆南侧大台阶水景观和南面的园林设计中，引入小规模人工湿地技术，利用人工湿地的自洁能力，在不需要大量用地的前提下，为城市局部环境提供生态化的景观，贯彻了低碳绿色的概念。

## ■ 范例赏析

### 徽州古村落宏村



安徽宏村



安徽宏村

从徽州村落选址及整体布局可以看出，徽州人讲究天人关系，遵循自然，村落中“以水为血脉，以草木为毛发，以烟云为神采”的生命力，表现出人与自然的和谐。

徽州建筑选址因地制宜，建房尽量不占用平地，因平地要留作耕地，所以徽州人对房屋的朝向及周边环境的选择尤为慎重。徽州建筑强调营造宜人的小气候和人文环境，充分利用天井通风、降温的优点，在房屋周边营造水系，保持空气湿润温和，提升舒适性。



安徽宏村的布局和水有着直接的关系，是一座经过严谨规划的古村落。村内外人工水系的规划设计相当精致巧妙，被中外建筑家称为“中国传统的一颗明珠”“研究中国古代水利史的活教材”。

水是人类生存最重要的生活资源之一，水系是徽州人选址建村的首要条件。徽州人也利用天然水系结合人工开发，零距离地与水接触。

### 知识点击

#### 师法自然

建筑作为有机体，与其自身组成要素之间、与自然环境之间构成和谐整体的建筑哲学。这一哲学主张借由建筑设计促进自然环境与人居的和谐。

## 水墨兰亭

(轻音乐)

1=G  $\frac{4}{4}$

悠远地

李志辉曲

321  
6 - - - | 0 0 0 6 1 2 3 | 6 - - 7 5 2 | 3 - - 3 5 6 |  
6 - - 6 7 6 5 | 3 - - 3 5 6 | 2 - - 2 3 1 2 | 3 - - 3 5 6 |  
6 - - 6 7 i 2 | 5 - - 5 6 i | 6 - 5 2 3 5 | 6 - - | .....

逡巡于徽派民居，耳边若由此曲。《水墨兰亭》犹如一幅徐徐展开的唯美水墨画，浓淡相宜，听者仿佛一下置身于云雾缭绕的青山绿水间，陶醉其中，流连忘返。此曲融入了东方气质的民族丝竹与西方柔和温暖的电子元素，浑然天成，丝丝入扣，完美体现了中国古典音乐的风骨和现代音乐的动感。

安徽宏村

## ■ 体验活动

### ◎ 校园环境设计

请结合校园环境，尝试设计一个与自然相通的休憩空间。

活动一：确定要进行设计的地点以及环境特征，收集并研究与构思相关的环境设计案例。

活动二：对校园环境设计作概念阐述。

活动三：绘制校园环境设计草图。



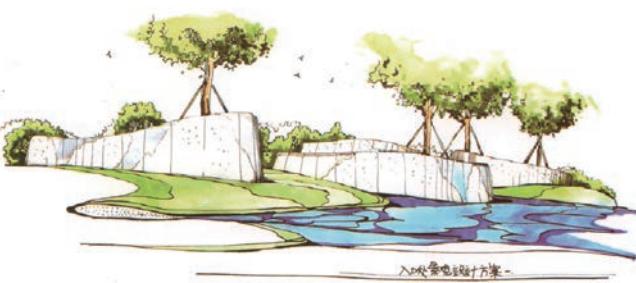
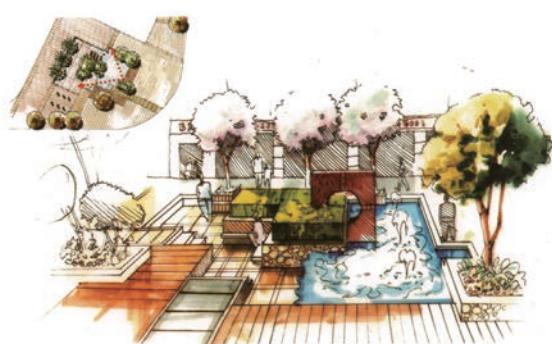
校园环境设计草图示例

## ■ 思考评价

1. 你能举例分析中国传统建筑是如何体现“天人合一”的思想吗？

2. 你能举例分析当代建筑中与自然相通的设计理念吗？

3. 你的校园环境设计作品图文表达清晰吗？能体现人与自然的和谐统一吗？



校园环境设计作品

## 拓展研究

广州大剧院主体建筑为黑白灰色调的“双砾”。内部空间没有垂直的柱子，没有垂直的墙，采用不规则的几何形体设计，使得“石头”的外观是扭曲倾斜的，仅外表面就有 64 个面，41 个转角和 104 条棱线。其外表采用“虹吸排水”系统。剧院表层的石材具有四层结构：防水、保温、隔热和装饰，为开放性的石材安装工艺，通过石材间缝收集雨水，即收即排。



广州大剧院 扎哈·哈迪德（英国） 2010 年



广州大剧院 扎哈·哈迪德（英国） 2010 年



哈尔滨大剧院 MAD 建筑事务所 2014 年



哈尔滨大剧院内景

哈尔滨大剧院采用了异形双曲面的外形设计，依水而建。考虑到演出和观光的需要，大剧院采用了世界首创的将自然光引入剧场的做法，丰富了非演出时段的照明方式，创造了节能环保新模式。大剧院设置特有的人行观光环廊和观景平台，游人可俯瞰周边湿地，领略哈尔滨独具特色的自然湿地风光。

请搜集更多案例，分析“道法自然”这一中国传统思想与当代建筑设计之间的关系；分析“天人合一”与当代环境空间设计之间的关系。

# 科幻艺术之人文思考

## 情境导入

随着人工智能的发展，将来机器人会频繁出现在我们的日常生活中。畅想未来，写一则叙述你与机器人在一起度过一天的日记，这一天会发生什么有趣的故事，危险的故事，或者深深打动你的故事？



没头没脑的涂鸦机器人 菅野创( So Kanno, 日本)、山口崇洋( Takahiro Yamaguchi, 日本)

## 审美感知

电影最初是作为忠实记录现实的技术手段登上历史舞台的，如由卢米埃尔兄弟于1895年拍摄的无声电影《火车进站》，再现了一列火车开进巴黎萧达车站的情景。与其他讲故事的艺术手段相比，电影具有直观性。这种直观性不仅意味着观看行为带来的真实感，也意味着故事中人物戏剧化的行为带来的深刻表达。电影对科学技术问题的探讨，其实是人文学术领域对人与技术关系的反思，并最终通过电影的形式呈现出来。在这里，逻辑思考的复杂内容被直观的电影故事取代，深涩的哲学问题得以被观众理解。

### ◎ 机器人像人

人工智能离我们越来越近。人类既感到兴奋，因为人工智能会极大地提高我们的生活水平；人类也感到一丝恐惧，因为人工智能会做很多替代工作，甚至还可能会替代人类。

## ■ 范例赏析

### 《人工智能》



人工智能 电影剧照

导演：史蒂文·斯皮尔伯格（美国）

首映：2001年

### 故事

影片故事背景设定在21世纪中期，此时人类的人工智能研究获得了重大进步。主角大卫是世界上第一个拥有“爱”的能力的机器人。他被设计为人类小孩的模样，以安慰失去孩子的人类父母。但在与人类互动的过程中，大卫对人类母亲的“爱”并没有获得人类“爱”的回报，而最终被人类抛弃。为了重获母亲的“爱”，大卫在人类与人工智能杂处的社会中展开了一场旨在变成真正人类小孩的冒险。



人工智能 电影剧照

## 反思

这部电影以直观的方式讨论了人工智能技术发展对未来人类社会的冲击。人工智能技术的发展一定会在未来创造出与人类智能水平接近的机器人，但人类社会如何接纳这些人工智能却有争议。按照影片的设定，大卫具有“爱”的能力，所以他已经是达到人类智能水平的强人工智能。他会因为马丁的挑衅而吃下食物，导致自身机体受损；他会经不住马丁的怂恿而去剪下莫妮卡的头发；他还会因为恐惧而死死抱住马丁，以致共同跌

入泳池。在这些事情上，他的反应完全符合一个人类孩子正常的行为方式，可人类却将他的行为看作对自身安全的威胁，并最终将他抛弃。影片中的人类对人工智能心怀恐惧。这种恐惧的关键在于人工智能以与人类不同的方式获得了同等的认知和行动能力，人类因此惧怕自己被人工智能取代。但影片对这一问题提出了不同的看法，人类与人工智能具有相互理解的基础，这就是“爱”的能力。在此基础上，人类与人工智能便有可能和谐共处。

## ◎ 人像机器人

在资本主义早期，工业革命带来了经济的快速发展，人的境遇也发生了根本性的变化。现代化工厂生产把工人变成了流水线上机械的一环，把人变成了机器。当时进步的电影艺术家以前瞻性的眼光拍摄了科幻电影。影片当时畅想的未来科技发展，今天早已成为现实，甚至已经过时，但这一主题却历久弥新。

## ■ 范例赏析

### 《摩登时代》

#### 故事

影片开场就用字幕说明了故事内容，这是一个“个人在现代工业社会中艰难求生、奋力寻求幸福的故事”。故事背景设定在 20 世纪 30 年代美国大萧条时期，主角查理是一个普通的体力劳动者。影片通过查理从事不同工作时的种种遭遇，揭示了那个时代的社会制度对个人的束缚，也表现了个人为了追求幸福生活，永不言败、努力奋斗的精神。



摩登时代 电影剧照

导演：查理·卓别林（Charlie Chaplin, 英国）

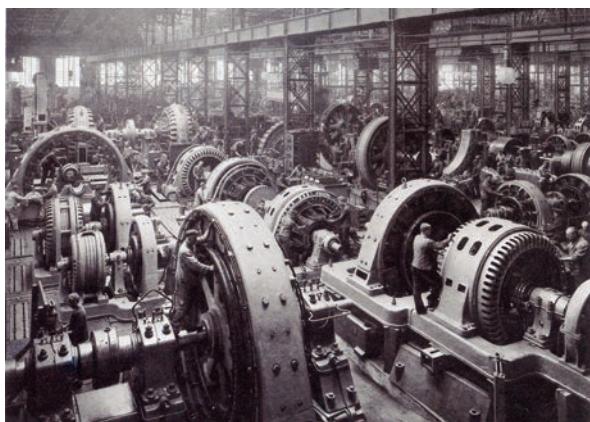
首映：1936 年

## 反思

这部电影之所以成为电影史上的经典，一个重要的原因在于影片以直观的方式呈现了人在技术中的“异化”状态。在查理最初工作的现代化工厂，机器成为生产过程的核心。通过流水线的组织，工人成为机器的一个可替换部件，单调重复的高强度工作最终使得查理发疯。然而，当发疯的查理在工厂中无法脱身，而产生混乱行为的时候，流水线旁的其他工人却对他的遭遇无动于衷，因为他们必须优先保证流水线的运行。和查理的疯狂相比，这是不是另一种制度性的疯狂呢？这一片段近乎完美地直观化了卡尔·马克思（Karl Marx, 1818—1883）在《资本论》中对机器化大生产所作的批判：“机器劳动极度地损害了神经系统，同时它又压抑肌肉的多方面运动，夺取身体上和精神上的一切自由活动……机器不是使工人摆脱劳动，而是使工人的劳动毫无内容。”



卓别林的人物造型



工人在柏林的一家工厂里检验机床

《摩登时代》中卓别林（1889—1977）的精彩表演引发了观众的笑声，我们为什么会对他的表演忍俊不禁呢？法国哲学家亨利·柏格森（Henri Bergson, 1859—1941）认为滑稽感产生的一种方式是“在需要一个人完全清醒并灵活应变时，那个人却表现出机械式的僵硬”。这个观点恰好可以诠释卓别林表演中所体现的滑稽感，那如同机器人般笨拙的行为方式。但是，当观众意识到主人公笨拙的行动方式恰恰是机器生产长期塑造的结果，是人的“异化”最真实的体现，则人与机器间的矛盾就变得昭然若揭了。

《人工智能》中机器人大卫的行为举止丝毫没有机器人的僵硬感。如果忽略故事的背景设定，大卫的全部行动逻辑都与人类小孩无异。大卫完全人性的行动方式激起了观众的同理心，而此时剧中人类因大卫的机器人身份所做出的种种举动就变得残忍和非人性。于是，观众能够跳出其人类中心主义的视角，来理解人类与人工智能的关系问题。

《摩登时代》和《人工智能》揭示了技术对人类生活重大影响。对技术加以反思并不只是少数技术专家的事情。每一个普通人都应该反思特定技术对生活方式的实际影响，都有权利在充分了解的基础上对人类技术的发展方向表达自己的意见。

## ■ 体验活动

对技术进行反思的电影向我们提问：技术本身是客观中立的吗？其实，每一种技术的出现都是以人类生活方式的重新整合作为基础的。请创作机器人与人类共同生活的作品。

### 活动一：绘制科幻画

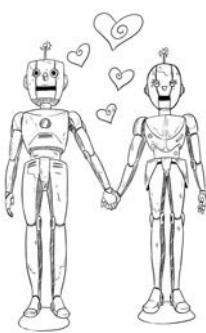
创作一幅表现机器人与人类共同生活的科幻画作品。



远程信息处理蜘蛛形机器人 肯·里纳尔多 (Ken Rinaldo)、马特·霍华德 (Matt Howard)

### 活动二：创编表演

四位同学一个小组；从各自的科幻画中读取时间、地点、人物、情节等信息；创编故事情境，联系人物，想象在情境中会发生的事情；运用肢体动作、表情感染、独白台词等方法进行表演。



机器人形象设计



### 活动三：分享交流

全班分享汇报各组成果。

## ■ 思考评价

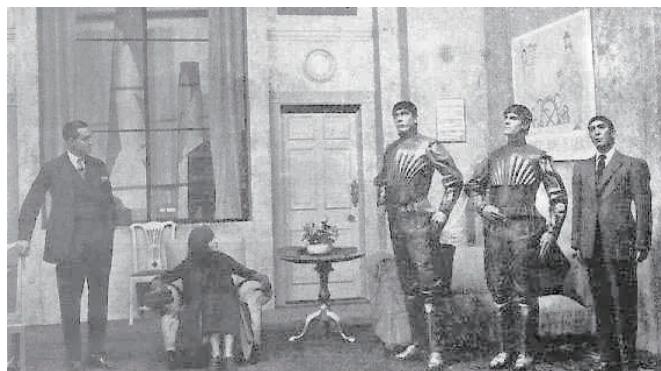
1. 你能描述科幻电影中机器人形象的特点并分析其中存在的伦理问题吗？
2. 根据教材中介绍的科幻影片，你能撰写关于人的全面发展与人工智能发展之间关系的报告吗？你能点评其他小组的研究报告吗？
3. 你能创作人与机器人的科幻画吗？你的小组能将科幻画作改编并进行表演吗？

## 拓展研究

1920年，捷克剧作家卡雷尔·恰佩克(Karel Capek, 1890—1938)撰写了戏剧《罗素姆万能机器人》。剧本中一位名叫罗素姆的哲学家研制出一种机器人，被资本家大批制造来充当劳动力。这些大批制造的机器人外貌与人类相差无几，并可以自行思考，然而一场机器人灭绝人类的叛变计划正在进行……在该剧的结尾，机器人接管了地球，并毁灭了它们的创造者。

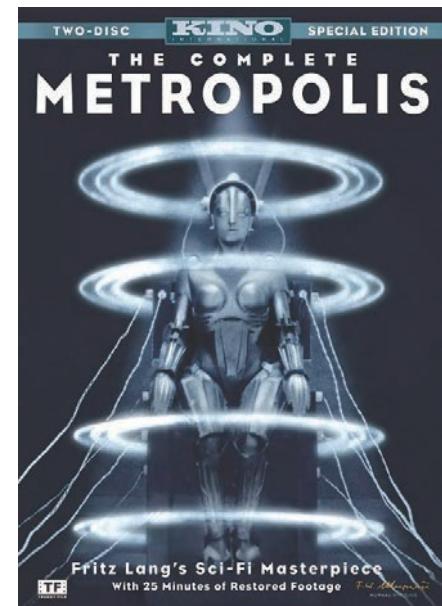
1927年，在德国科幻电影《大都会》中，金属外壳的机器人玛丽亚首次亮相银幕。随后，机器人电影成为科幻电影的重要分支。

在科幻电影中，从机械身躯到人类肉身，再到虚拟主体的进化，人工智能的“身体”一开始向人类自然存在的身体特征变化，又在进化中摆脱身体的累赘，逐步超越人类。在“赛博空间”中，肉身开始消失，虚拟主体正在建构。一系列电影都对人工智能进行了哲学思考。在科幻作品中的机器人逐渐成为现实的今天与未来，人类对科学进步的反思则显得更为重要。



罗素姆万能机器人 电影剧照

编剧：卡雷尔·恰佩克（捷克） 首映：1921年



大都会 电影海报

导演：弗里茨·朗(Fritz Lang, 德国)

首映：1927年



大都会 电影剧照

导演：弗里茨·朗(德国) 首映：1927年

请搜集直接讨论科学技术问题的电影，分析该部电影中对科学技术的态度。请寻找并思考：是否可能存在一部对科学技术的发展完全充满信心的电影？

## 后记

《普通高中教科书·艺术》根据教育部颁布的《普通高中艺术课程标准(2017年版2020年修订)》编写。全套教材包括《艺术与生活》《艺术与文化(上册、下册)》《艺术与科学》四册必修,《美术创意实践》《音乐情境表演》《舞蹈创编与表演》《戏剧创编与表演》《影视与数字媒体艺术实践》五册选择性必修。

教材紧扣课标中艺术学科的核心素养——艺术感知、创意表达、审美情趣、文化理解,精选有益于“立德树人”的优秀艺术作品,引导学生在感知、赏析的基础上,进行创造性的体验表达,培养艺术创作的工匠精神,并通过拓展研究,对艺术作品和实践过程进行审美品评和文化理解。

在编写过程中,上海市综合艺术教育教学研究基地(上海高校“立德树人”人文社会科学研究基地)及基地所在单位上海戏剧学院等单位给予了大力支持。严斌鑫、黄慧、周秋艳、饶昊鹏、陈婷、朱志钰、孙伟、于翔、李燕、赵群、王柱人、秦子然、胡斌、刘帆、刘宁、孙伯翰、王苏、易蕾、翟世航、沈一梵、李星陶、付子萱、赵蕊、常慧娟等提供了大量资料。感谢上海教育出版社编辑团队的辛勤工作;感谢各位专家、学者在本套教材编写过程中不吝赐教。对本教材直接或间接引用的文献资料作者,在此一并表示最真挚的谢忱。

限于编写者的水平,也由于新编教材尚缺乏教学实践的检验,不妥及疏漏之处在所难免,恳请广大师生及读者指正。

编者

2020年6月

YI SHU  
普通高中教科书

# 艺术

---

必修3

---

艺术与科学

---



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5720-0671-5

9 787572 006715 >

定 价： 13.90元