

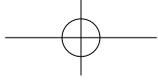
- 5.1 代码驱动的艺术
- 5.2 数字美学的发展
- 5.3 对称性与视错觉
- 5.4 重复迭代与复杂性
- 5.5 随机性的艺术
- 5.6 可视化编程工具
- 5.7 自然与生长模拟
- 5.8 风格化智能艺术
- 5.9 海量数据的美学
- 5.10 自动绘画机器
- 5.11 数学与 3D 打印
- 5.12 数字媒体软件与设计

第 5 章 编程与数字美学

新媒体理论家列夫·曼诺维奇指出：数字时代的文化已转型为软件文化，而算法则在其中扮演了非常重要的角色。曼诺维奇认为：媒体 = 算法 + 数据结构。计算机艺术的美学基础是数字美学，数字美学不仅遵循大自然与古典艺术的法则，而且是代码驱动的艺术设计的核心。

艺术家掌握了编程技术以后，就能够使计算机超越软件工具的范畴，将其作为富有创造性的媒体，由此为艺术创意实践开辟新的可能性。本章深入探索数字媒体艺术背后的数字美学原理。





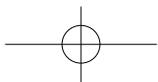
5.1 代码驱动的艺术

新媒体理论家列夫·曼诺维奇指出：数字时代的文化已转型成为软件文化，而算法则在其中扮演了非常重要的角色。由于算法对于每个媒体或艺术对象的呈现是唯一的，因此，曼诺维奇认为：媒体 = 算法 + 数据结构。他举例说：工业化前的艺术创作工具没有“变量”的概念，人们无法为画笔设定透明度，同样也不能为雕刻的凿子设置参数，如果要更改画笔的直径，就只好选择不同的画笔。虽然工业时代引入了新型的媒体工具，如胶片相机、电影放映机、留声机、电视和摄像机等，但它们只能提供有限的控制手段，如旋钮、控制开关和键盘等。而数字媒体软件有着极其丰富的参数控制，如 Photoshop 画笔选项等，由此也成为当代艺术家手中的利器。2010 年，由科尔诺维斯基（Carnovsky）设计工作室推出的交互装置作品（图 5-1）就是一个例子。该作品在自然光下是一幅绚丽多彩的 18 世纪手绘的自然奇幻动物世界画卷，但在单色光（红光、绿光和蓝光）照射时，该作品中隐藏的场景会清晰地呈现出来，同一幅作品，在不同环境下观看却截然不同，这正是计算机代码所展示出的神奇魅力，它促使人们从新的角度观察事物，并探索其中的奥秘。



图 5-1 科尔诺维斯基设计工作室推出的交互装置作品

创作该交互装置作品的设计师弗朗西斯科·诺基（Francesco Ruggi）指出：“我们工作的主题是关于可变性而不是稳定性以及换个角度看世界的想法，其灵感来源于 18 世纪欧洲对新世界的探索所带来的惊奇感。从丢勒的犀牛到卢梭的热带雨林，当年艺术家们的尝试产



生了艺术史上最伟大的宝藏。而在如今的数字网络世界，拼贴、重构和转译的技术已经成熟。”通过色彩分离和精确的匹配合成，该工作室将不同波长的动物图像融合成一个和谐的自然世界（图 5-2）。通过观众的亲自体验和探索，那些历史上伟大的作品重现光彩，也成为该交互装置作品的成功之处。同样，在 2018 年“数码巴比肯”北京巡展上，一些 20 世纪 90 年代通过遗传算法实现的“基因突变”作品也引起了观众的兴趣，人们通过鼠标，就能“创造”新的“生物”，而且由于算法变量的随机性与无限性，所有图像都不可能相互重复（图 5-3）。

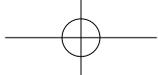


图 5-2 科尔诺维斯基设计工作室的交互装置作品细节



图 5-3 通过遗传算法实现的“基因突变”作品

随着数字创意工具的流行，艺术家和设计师现在能够对艺术对象随心所欲地进行加工处理，如编辑、复制、增强、加减、叠加、合成或者转换，并由此能够以几乎无限的方式来创造视觉效果，而这些是传统流程几乎无法实现的。然而，计算机并不仅仅是数字画布、数字暗室或特效处理插件，通过自己掌握编程方法，艺术家能够突破软件工具的范畴，将计算机作为一种创造性的媒体，由此为艺术创意实践开辟新的可能性或打开一扇通往无限可能的



数字媒体艺术概论 (第 4版)

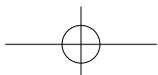
世界的窗口。就像传统的纸张、油墨和颜料有自己独特的属性一样，计算机同样也有自己独特的属性、特征和美学，这就是由代码驱动的艺术设计，而这同样需要艺术家和设计师进行探索。

计算机是出色的数据处理和计算设备，其特点在于能够快速处理海量数据。计算机获取、使用和组合各种媒体的能力意味着它可以快速产生各种基于数据的视觉艺术作品。通过与各种数据源（网络文件、声音、视频或文本）相连接，用户输入或传感器采集的信息都可用于生成艺术作品，如动态影像、反应装置或周围环境。计算机不仅可以实时处理数据，还可以即时将数据转换成媒体（图像、文本、视频或声音），这为艺术家的创造性创新提供了最大的可能性。例如，数字声源可用于生成绘图；一段文字也可以直观地变成图形图像；商店橱窗前经过的行人，其移动数据可用于创建投影图像和声音效果。而这些交互方式已经被广泛应用于各种艺术馆和博物馆。例如，美国著名的 **Formula D Interactive** 工作室就为许多数字虚拟交互博物馆，特别是针对亲子和儿童的自然体验馆，提供各种装置艺术的解决方案（图 5-4）。



图 5-4 由 Formula D Interactive 工作室设计的虚拟交互博物馆

“代码驱动的艺术”代表了一种独特的、可响应环境的新型艺术表现方式，而且也只能依赖计算机的高速处理能力才有可能做到。因此，通过计算机来制作和展示这种“生成反应式”的动态新媒体艺术作品，艺术家可以重新思考数字对象的本质，并超越传统图像编辑和数字图形软件的局限，为创新艺术形式开辟新的可能性。不仅如此，设计师还可以借助多通道数据输入，如鼠标、摄像机或麦克风，生成新的视觉效果，为作品的创新开辟了新的思维方式、新的工作流程和新型的艺术表现媒介。



5.2 数字美学的发展

古希腊人认为，美是神的语言。他们找到了一条数学证据，宣称黄金分割是上帝的比例。公元前 300 年欧几里得撰写的《几何原本》系统论述了黄金分割（图 5-5）的数学原理。黄金分割为人们提供了一个美的神奇范例。古希腊人在确定黄金分割比时，必然要面对这样的问题：“和谐”和“美感”究竟是什么？它们是如何产生的？为什么 1 : 1.618 具有美感？毕达哥拉斯的回答是：“人是万物的尺度。”在古希腊人看来，健康的人体是最完美的，其中存在着优美、和谐的比例关系。同样，生命模式也不是混乱或随机的，即使是最复杂的生命形式也包含有序的重复模式和结构序列。例如，鸟类的运动、叶子的形状或蜗牛壳的螺旋可以通过数学模型描述。自然与数学之间的联系为艺术家和设计师提供了信息和启发，并且长期以来一直让数学家、科学家和哲学家为之着迷。例如，著名的斐波纳契（Fibonacci）数列就是由 13 世纪的数学家斐波纳契发现的：1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, …，该数列中，相邻两个数的比值会无限接近黄金分割比并形成螺旋结构。

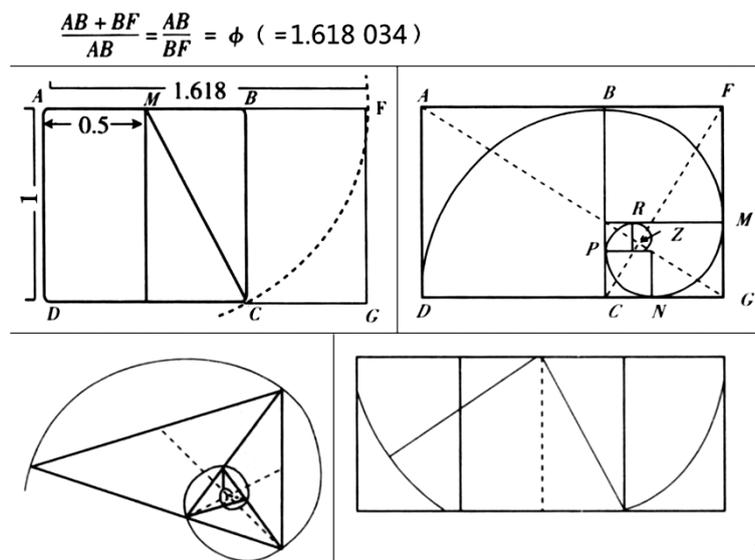
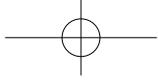


图 5-5 与黄金分割相关的图形和曲线

自然界也为这种数学比例关系提供了绝妙的证据。例如，通过观察向日葵的花盘可以发现：向日葵种子是按照一定比例有序地排列在花盘上的（图 5-6，上）。科学研究指出：向日葵的生长模式有着严格的数学模型，也就是在受限的空间内围绕轴线不断地按比例连续添加生长单位（种子、花瓣或小枝），这种生长模式的比例为 1.618，恰恰是黄金分割比！观察发现，向日葵生长过程中，最早出现在向日葵中心的两个种子将圆圈分成两个部分，其比例为 1 : 1.62，这种规律被编程到具有叶序结构的每种植物物种的 DNA 中。数学模型成为大自然所遵循的规律。

动物的生长模式也与之类似。例如，自然界中的鹦鹉螺壳的螺旋线也符合数学模型（图 5-6，下）。由此说明了大自然中，特别是在生物界，数字美学的确是广泛存在的事实。这种现象的产生并不是偶然的，从生物学和进化的角度，数字美学对于保证生物的繁衍至关



数字媒体艺术概论 (第 4 版)

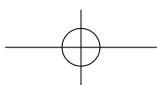
重要。例如,科学研究证明:对称性与美密切相关,这是因为它是适应生存环境必须具备的条件之一。在对称特征(如角、触角、花瓣、尾巴、翅膀、脚踝、脚、脸或整个身体)的发展过程中,近亲交配、寄生虫以及暴露于射线、污染物或温度巨变都会影响对称性。而对称的动物有更高的成活率,生殖力更强,并且寿命更长。同样,对称性更好的生物也在性选择和遗传中占有更大的优势,自然选择证明了数学美的实际价值。



图 5-6 向日葵种子排列的螺旋线(上)和鹦鹉螺壳的螺旋线(下)

生物化学家詹姆斯·沃森(James Watson)在他的著作《双螺旋》中谈到美如何引导他们发现 DNA 结构:“几乎所有人都承认,这种结构实在太美了,因而不可能不存在。”物理学家还总结出自然界美的 3 个要素:简洁、和谐和清晰。例如,相对论关于物质与能量的关系就可以通过公式 $E=mc^2$ 来表示,这里 E 是物质的能量, m 是质量, c 是光速。相对论的公式简洁、清晰,具有表达了自然奥秘的美感。

简洁、和谐与清晰也属于艺术设计的基础语言。古希腊哲学家亚里士多德说,艺术是对自然的模仿,意即艺术是人类理解自然现象的科学。早在文艺复兴时期,杰出的艺术家、科学家和工程师达·芬奇就用作品完美地诠释了这个思想。达·芬奇的画作《蒙娜丽莎的微笑》(图 5-7,左)中体现了黄金比例和对数螺旋。他的插图《维特鲁威人》也清晰地反映了他对标准人体比例的几何诠释(图 5-7,右)。文艺复兴时期的大师丢勒(图 5-8,左)也对数字美学进行过深入的研究,并出版了《量度艺术》《筑城原理》和《人体解剖学原理》等著作,把数学与艺术联系在一起。他研究的几何结构包括螺旋线、蚌线、圆外旋轮线、三维结构和多面体结构等(图 5-8,右)。他还把几何学原理应用到建筑学、工程学和绘画透视之中,成



为文艺复兴时期最著名的绘画大师及文艺理论家之一。

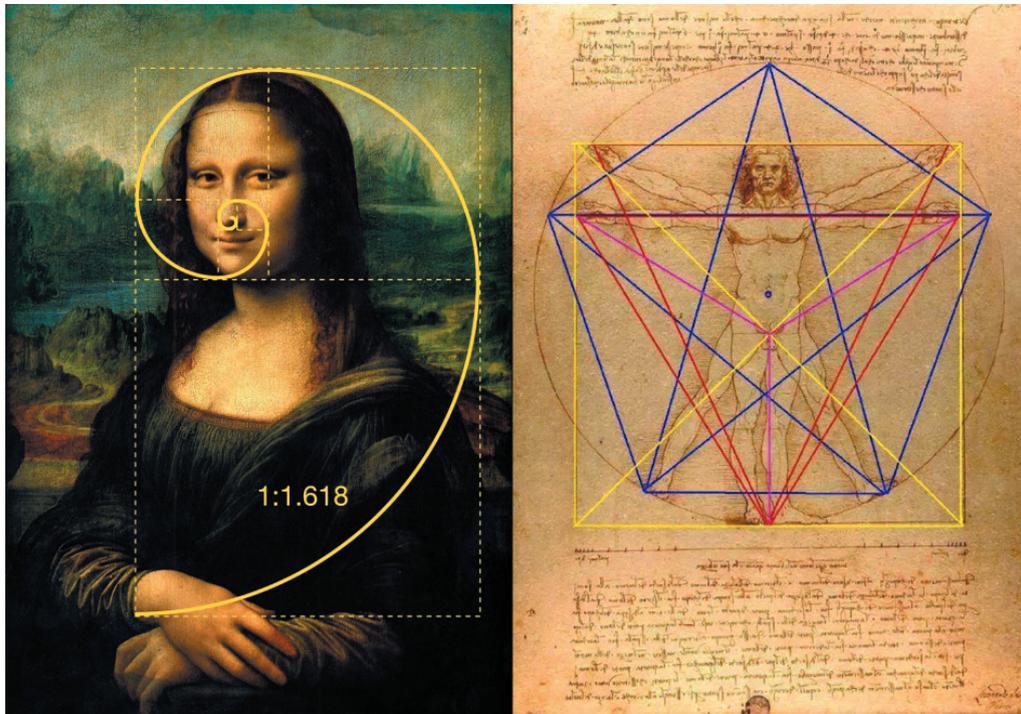


图 5-7 达·芬奇的画作《蒙娜丽莎的微笑》(左)和插图《维特鲁威人》(右)

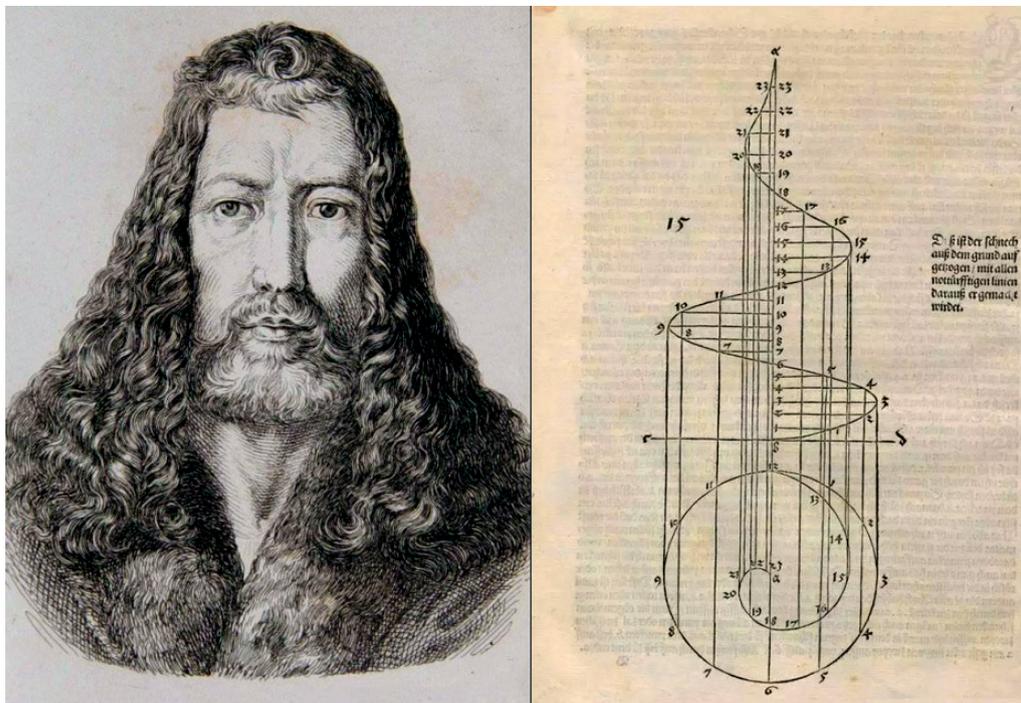
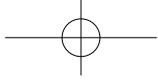


图 5-8 丢勒 (左) 对鹦鹉螺旋线的研究 (右)



数字媒体艺术概论 (第 4 版)

数字技术的发展,为创造具有数字美学的图形设计提供了强大的工具。和传统工具不同的是,计算机是根据程序指令来绘制图形的,大多数编程语言都包含一组生成简单的几何形状(圆形、正方形、线条或其他形状)的指令,利用这些指令可以在屏幕上绘制和定位形状。在编程环境中,这些简单的几何形式是最基本的视觉单元,从中可以生成大量复杂的图形。虽然它们很简单,但在程序中组合并重复数百次甚至数千次时,就可以创建新的、在视觉上更复杂的形状。例如,算法艺术家玛瑞斯·沃兹(Marius Watz)的作品就是基于代码和数学过程的计算机插画的范例,这些插画多数是由专门绘制图形的软件(如 Processing 语言)生成的。他的插画作品《桥梁的猜想》(*Bridge Hypothesis*,图 5-9,左)就是一幅计算机几何图形动画的静帧图像,表现了设想中的桥梁和道路的复杂结构。1999 年,麻省理工学院媒体实验室的艺术家和工程师约翰·前田(John Maeda)设计了名为“用数字设计”(Design By Numbers, DBN)的编程语言,并作为他负责的“美学和计算”研究项目的成果,为设计师和艺术家提供一个通过数字技术进行创意的方法(图 5-9,右)。

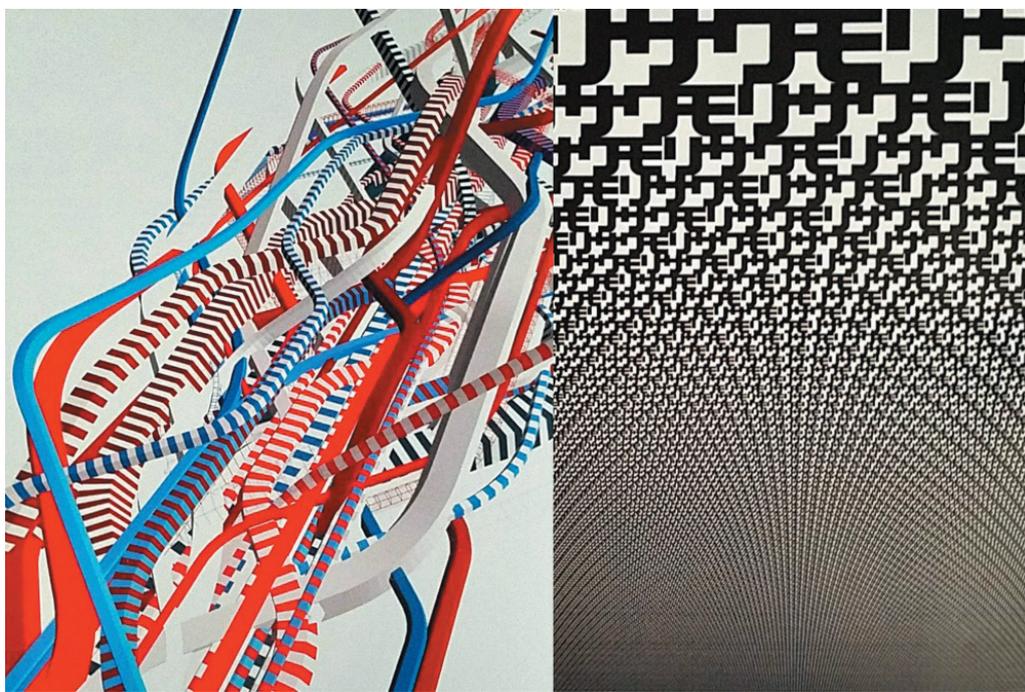


图 5-9 沃兹的插画《桥梁的猜想》(左)和约翰·前田的作品(右)

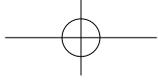
约翰·前田教授的设计目标是建立一个通过代码进行设计的实用工具,同时将编程引入视觉艺术领域。该编程语言简洁清晰,并使用 100×100 像素的屏幕网格作为可视化“单元”的画布,同时还构建了一组编程规则和计算指令,并由此可以实现漂亮的计算机图案。虽然 DBN 语言本身已不再使用,但该项目仍旧具有很高的影响力:它的编程原则和基本思想已经体现在 Processing 语言中,该编程语言由美国麻省理工学院媒体实验室美学与计算小组(Aesthetics & Computation Group)的两位艺术家卡赛·瑞斯(Casey Reas)和本·弗芮(Ben Fry)设计,而他们两人恰恰是约翰·前田的学生。他们设计的 Processing 语言继承了 DBN 语言的理念,即为艺术家和设计师创建一个功能强大的编程设计工具。

5.3 对称性与视错觉

观察自然是艺术家最主要的灵感来源。作为一个有组织的、不断运动发展的系统，自然界就像代码一样有着复杂的模式和规则。例如，DNA 就是根据一套复杂而明确的数学模式和规则来管理植物、鸟类、鱼类、昆虫和人类的生长发育。数字设计师同样可以参照自然界的“模板”来设计程序。德国生物学家恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel）在其 1896 年发表的巨著《自然的艺术形式》（*Kunstformen der Natur*）中就含有数百幅非常细腻的海洋动植物、海藻、花卉和放射虫的骨骼的插图（图 5-10）。他的插图生动地体现了大自然赋予生物的绝妙的对称结构。



图 5-10 海克尔绘制的海洋生物插图



数字媒体艺术概论 (第 4 版)

海克尔的插画生动地体现了自然界的数字美学。而在艺术史中，数学与艺术的联系是一个永恒的话题，无论是古希腊的“万物以人为尺度”，还是达·芬奇或丢勒等人对形式美法则的探索，以及达达主义和结构主义对图形的组合、拼贴、重构或随机变化的研究，都属于将艺术与科学联系在一起的尝试。荷兰版画家埃舍尔（M. Escher, 1898—1972）对几何学与数学的研究和表现则打开了数学通往艺术的大门。例如，在传统绘画中，趋向消失的点用来代表无穷远，但埃舍尔则通过《上和下》《高和低》《凸和凹》《相对性》《另一个世界 II》等绘画作品摒弃了这种透视法则，向人们展示了“从另一个视角”看世界的奥秘。通过球面透视、散点透视、视错觉透视等完全不同的绘画图式，埃舍尔揭示了人类视觉的局限和大千世界的奇妙。例如，埃舍尔在 1953 年创作的石版画《相对性》（图 5-11）就通过 45° 透视焦点的设计展现了一个奇幻的世界。他在 1938 年创作的版画《昼与夜》（图 5-12）同样表现了宇宙循环、无穷和秩序的概念。

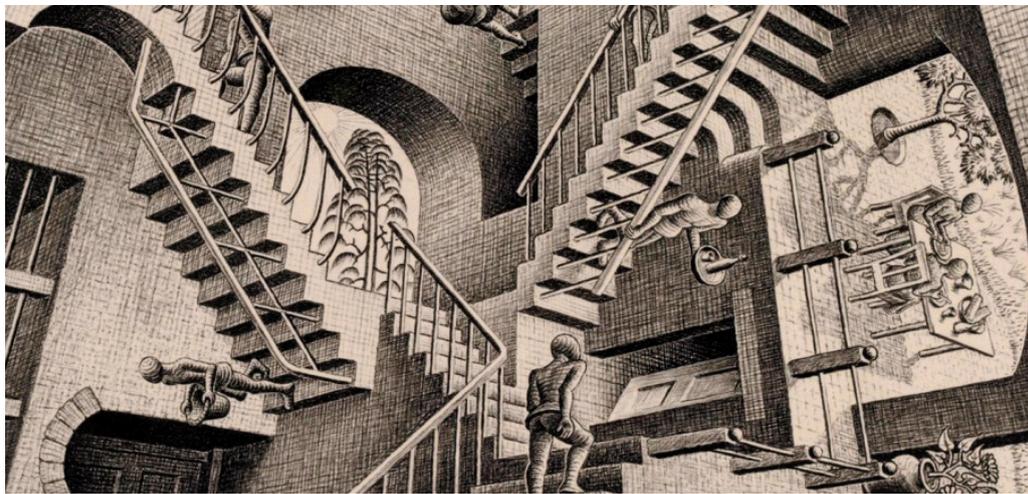


图 5-11 埃舍尔的作品《相对性》局部

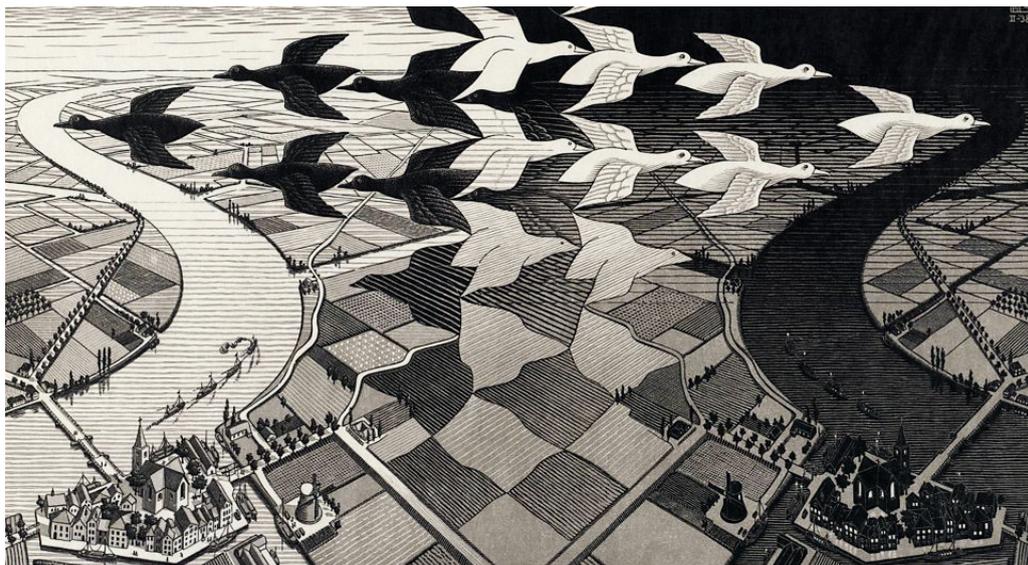


图 5-12 埃舍尔的作品《昼与夜》

