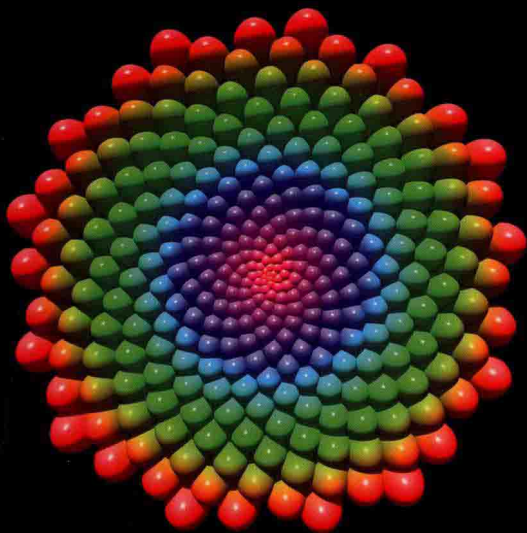




科学文化工程
公民科学素养系列

优美的科学 结构与形态

张燕翔 编著



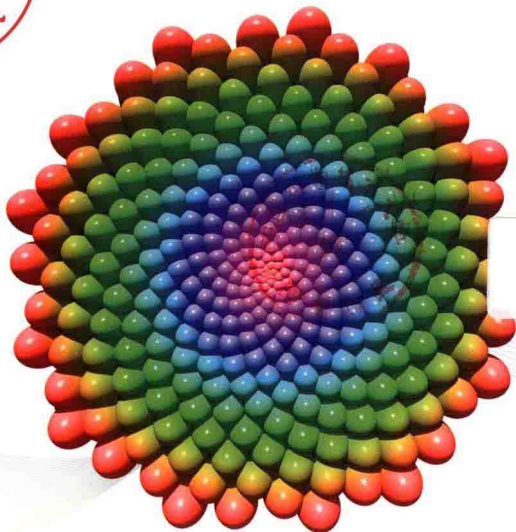
中国科学技术大学出版社



科学文化工程
公民科学素养系列

优美的科学 结构与形态

张燕翔 编著



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

结构与形态是世界建构及物质多样化存在的根本,本书从大量科学现象和科学技术过程的运动变化中,精选出极为优美和具有艺术感的系列画面,并且以全新的视角和结构进行组织,带给读者一个充满了科学与艺术之美的世界。

本书选取了大量普遍存在于我们身边的事物的形态与结构,从对称、黄金分割、Voronoi结构、曲线、曲面、透视、镶嵌等基础结构,到普遍存在于各种晶体及建筑物中的多面体结构,以及数学中抽象存在的双曲空间、高维几何、拓扑几何等所具备的神奇的结构,还探讨了世界万物形态中广泛存在的美丽的结构和纹理背后的分形及反应扩散系统等形成机制。

本书高度地将科学技术与艺术融为一体,每一张图片都具有惊艳之美,同时又蕴含丰富的科学知识和原理,使之在成为一本科普图书的同时又具有高度的艺术审美价值。

期待本书能够激发起广大中、小学生乃至幼儿对于科学的兴趣,并且可以成为中小学科学课程的课外参考书,同时亦可供科普创作研究者、新媒体艺术创作者以及相关课程的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

优美的科学.结构与形态/张燕翔编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2018.5
ISBN 978-7-312-04182-2

I. 优… II. 张… III. 科学知识—中小学—课外读物 IV. G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第230447号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路96号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
<https://zgkxjsdxcbs.tmall.com>
印刷 安徽国文彩印有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 13.25
字数 275千
版次 2018年5月第1版
印次 2018年5月第1次印刷
定价 49.00元

前言

PREFACE

科学技术一向给人以高深而冰冷的印象,然而它实际上也有优美动人的一面,这种美不仅仅是哲学层面的科学内在的美,更体现为当代科技手段所承载和创造出来的艺术美,这种美源于科学技术所创造出来的独特的艺术形态。当代科技所创造的艺术,兼备科技的内涵与艺术的魅力,成为传播科学知识的极佳媒介。本书正是选取这些来自科技的艺术作品,将它们优美的表现形态呈现给读者,同时深入浅出地介绍其所蕴含的科技知识,使读者可以深刻地感受到科技的艺术美及科技自身的魅力,从而激发起学习新科技的热情以及进行科技创新的灵感。书中有部分图片,相关内容的3D版本可以通过增强现实技术进行互动体验,详情请见<http://newvisual.science/ar/>。

本书选取了大量普遍存在于我们身边的事物的形态与结构,从对称、黄金分割、Voronoi结构、曲线、曲面、透视、镶嵌等基础结构,到普遍存在于各种晶体及建筑物中的多面体结构,以及数学中抽象存在的双曲空间、高维几何、拓扑几何等所具备的神奇的结构,还探讨了世界万物形态中广泛存在的美丽的结构和纹理背后的分形及反应扩散系统等形成机制。

本书适合高年级小学生、中学生及大学生阅读,可以作为中小学科学课及科学实验课的补充读物,并且与传统的科学课教材相比较而言,本书在传播科学知识的同时还可以潜移默化地提高学生的审美意识。本书也可为科学传播相关专业的师生、科普创作者及科普研究者提供大量有新意且有价值的科普作品学习研究案例。同时,本书还可供艺术设计行业的创作人员参考,为他们的创作提供新的思路和更多的可能性。

本书的写作得到家人的大力支持,特此表示感谢!

限于时间仓促及作者水平有限,书中存在不当之处在所难免,还请读者批评指正,并欢迎来信联系,邮箱:petrel@ustc.edu.cn。

张燕翔

2018年2月

访问 <http://newvisual.science/ar/> 或扫描下方二维码, 下载相应 APP, 在 APP 中扫描有



标志的图片可以呈现相应的 AR 内容。



前言 /i

1 平凡而伟大的结构

- 1.1 对称 /2
- 1.2 从Fibonacci数列到黄金分割 /14
- 1.3 Voronoi结构 /26
- 1.4 曲线与曲面 /34
- 1.5 曲线、曲面与现实世界 /48
- 1.6 透视与反透视 /52
- 1.7 变换 /60
- 1.8 镶嵌与铺块 /66

2 几何结构与物理世界

- 2.1 优美的多面体 /72
- 2.2 六边形构造的多元形态:碳元素的神奇结构 /88
- 2.3 优美的晶体 /94

3 奇异的结构:神奇的几何

- 3.1 双曲空间 /116
- 3.2 高维几何 /126
- 3.3 拓扑几何 /133

4 万物形态的规律:分形

- 4.1 分形 /162
- 4.2 自然界中的分形 /176
- 4.3 模拟生物系统的分形 /182

5 自然界中美丽图案的秘密

- 5.1 动物的美丽纹理从何而来 /188
- 5.2 控制生物图案的上帝之手 /192
- 5.3 无生命物质中的奇迹 /196
- 5.4 掌握上帝之手:设计与模拟 /200

参考文献 /205

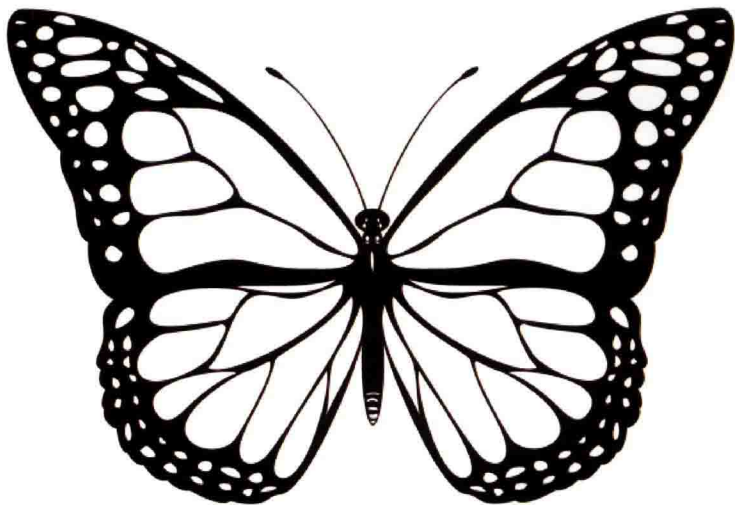
1 平凡而伟大的结构

1.1 对 称

对称是物体或图形中的某些部分或结构呈现出规律性的重复。对称广泛地存在于从宏观到微观的许多事物中。

轴对称

左、右结构对称的动物才能跑得快或飞得起来。



人类以及许多动物的左、右眼以及左、右耳的对称结构则能够感知信息的立体和距离的特征,可见这种对称还是功能性的。



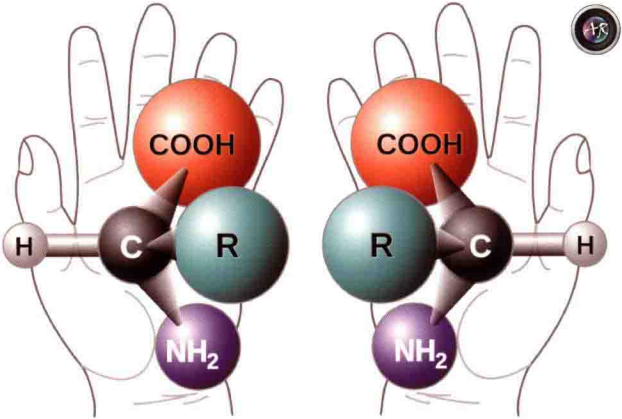
人类平行对称的双眼,能够感受到周围世界中事物的远近及立体信息。



动物对称排列于头部两侧的双眼,则可以为它们提供更宽阔的视野,使之能够更好地适应野外生存的需要。

如果一个图形沿着一条直线折叠,直线两旁的部分能够互相重合,那么这个图形叫作轴对称图形,这条直线叫作它的对称轴,图形中能够完全重合的两个点称为对称点。

左手(性)与右手(性)单靠平移和旋转不可能完全重合,必须做镜像操作才能重合,所以也叫手性对称或镜像对称。



手性对称的两种氨基酸分子

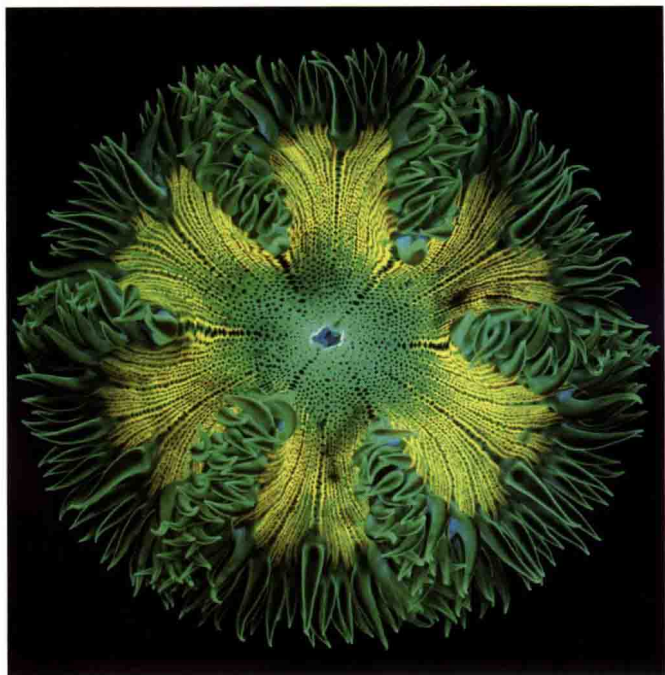
手性对称的分子,是一类化学中结构上镜像对称而又不能完全重合的分子,它们往往具有基本相同的物理及化学性质。

在物质世界中有活性的分子许多是左旋的,构成地球生命体的几乎都是左旋氨基酸,右旋的分子往往不能较好地被人体代谢而会给人体带来负担甚至危害。20世纪60年代,一种称为反应停的孕妇用镇静剂上市后导致1.2万名婴儿生理缺陷,就是因为生产出来的这种药物包含手性对称的两种成分,而其中之一对胚胎有很强的致畸作用。但是化学合成中两种分子出现的比例是相同的,这导致生产药物的成本大幅度提高,“不对称催化合成”的方法解决了这一问题,并且这项研究获得了2001年度诺贝尔化学奖。

旋转对称

在对称结构排布的空间取一根直线为旋转轴,当转至 $360^\circ/n$ (n 为正整数)时,如此空间排布与原排布完全重合,表示符合对称操作。继续操作,应可重复 n 次,称作 n 次对称或 n 重对称。许多花卉及植物具有旋转对称结构。

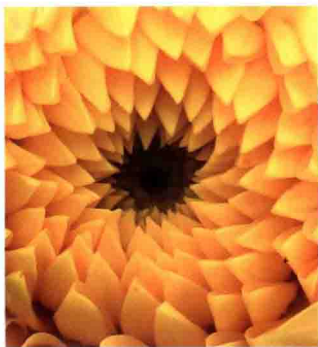
访问 <http://newvisual.science.ar/>或扫描前言背面二维码,下载相应APP,在APP中扫描有  标志的图片可以呈现相应的AR内容。



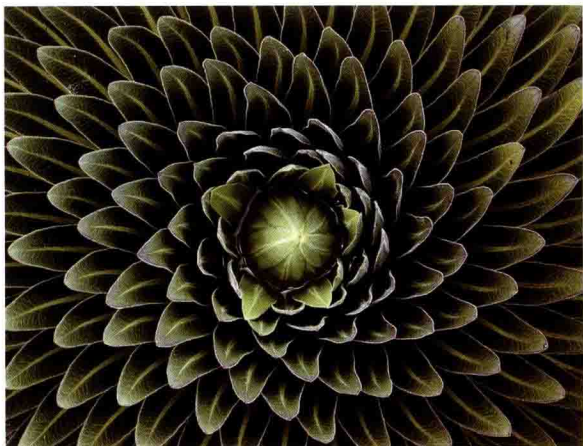
石花海葵



菊花



太阳花



叶片结构

旋转对称还在古代各国的绘画艺术中被应用,如下分别为意大利和印度古代的旋转对称绘画作品,这些画面在旋转 180° 前后都能够正常观赏。



意大利的旋转对称绘画作品

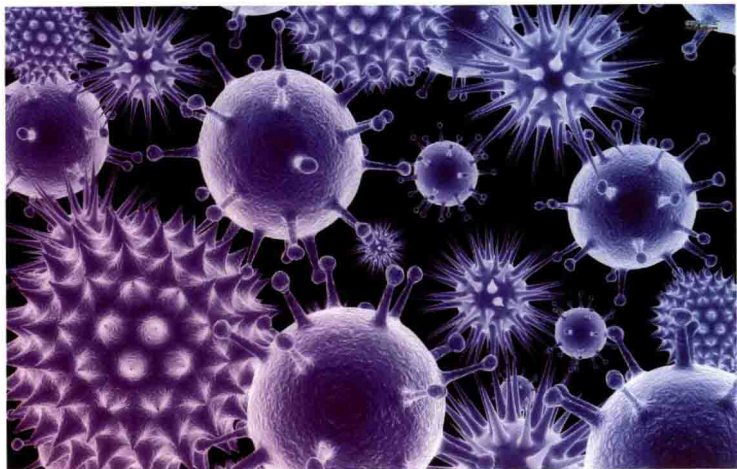


印度古代的旋转对称绘画作品

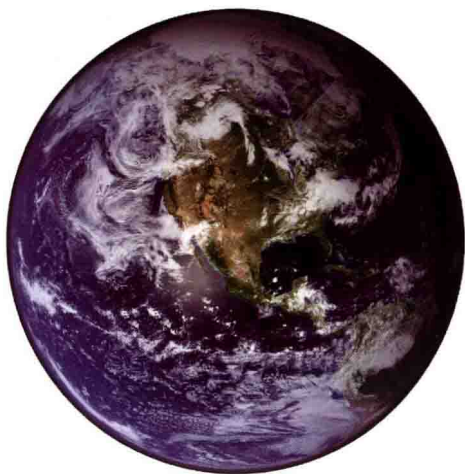
球对称

古希腊毕达哥拉斯学派就已从数学研究中发现了和谐之美,称一切立体图形中最美的是球形,一切平面图形中最美的是圆形。现在用物理学中的对称操作,来证明它们是最完美的。对几何球形来说,通过球心的任何直线都可以成为旋转对称轴,转动到任何角度都可以和原图重合。任何通过球心的平面,都把球分成两半的镜像对称面。这

就证明球具有最完美的对称。同样,在圆所在的平面,通过圆心竖立一条对称轴,按此轴旋转至任何角度,都与原图重合,就像没有转过一样;含对称轴的任何平面都是镜像对称面。可见,圆是平面中最完美的对称图形。



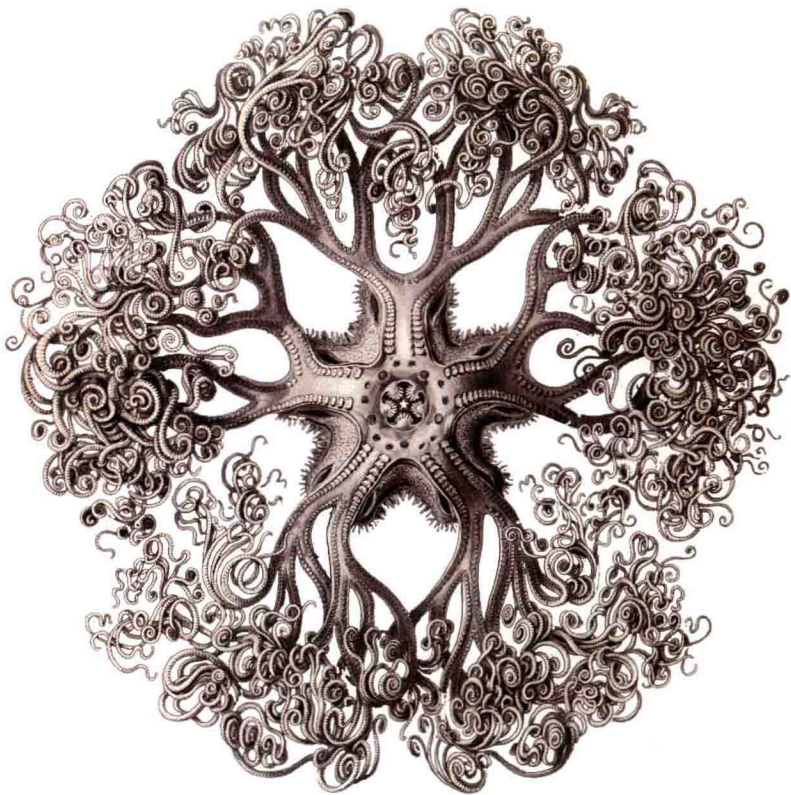
病毒

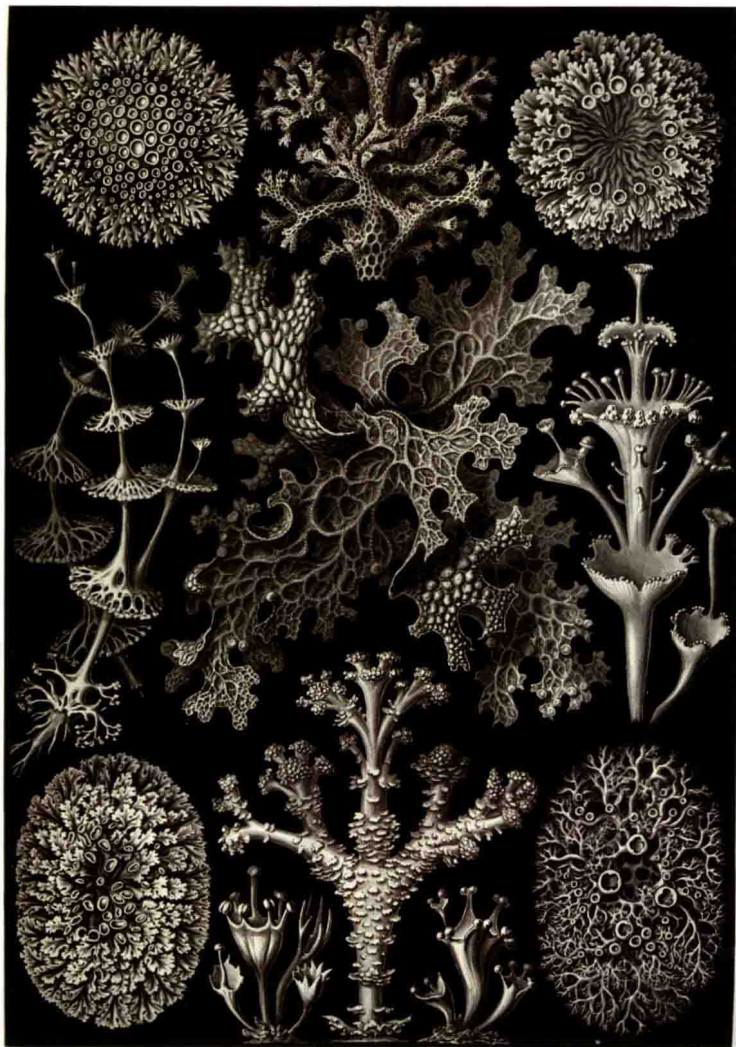


地球

生物世界中的对称

对称普遍地存在于生物世界。德国生物学家同时也是插画艺术家的 Ernst Heinrich Haeckel (1834~1919) 在其作品集《自然中的艺术形式》中描绘了大量具有轴对称结构的各类生物, 这些作品不仅反映了自然生物的对称美, 也成为了科普绘画的典范。

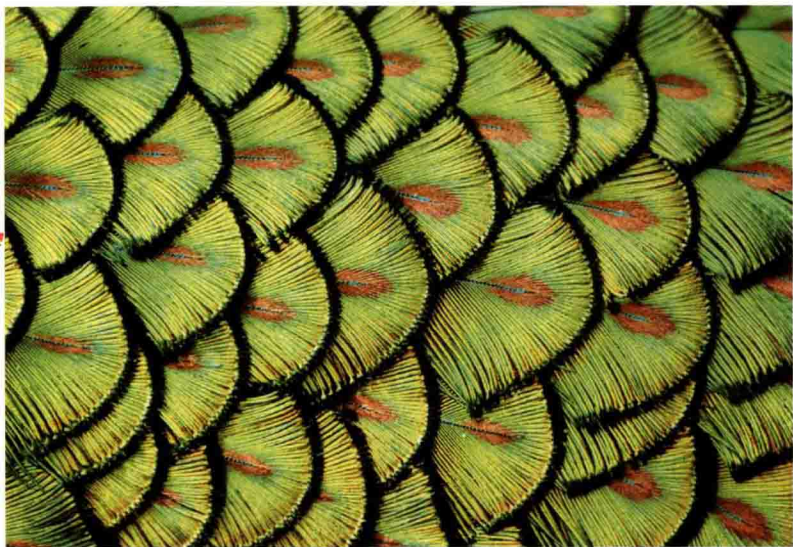




Ernst Heinrich Haeckel 作品

平移(平铺)对称

在很多物体中,某种结构的排列具有一定的周期性,这种结构单元沿某方向的坐标轴平移一单元,平移后的图形与原图无法区分(即完全重合),如果这种操作可继续下去,则这就是平移对称。



平移对称在建筑设计中应用普遍,这种对称在建筑物的水平和垂直方向都有体现,不同的楼层和单元之间构成平移对称。同时,在物理学研究中,各种晶体中由规则排列的原子构成的晶胞单元之间也构成平移对称。

螺旋对称

对称单元呈螺旋形对称排列,构成螺旋对称。生物的遗传物质如DNA双螺旋中,壳粒就是沿着螺旋形的核酸链对称排列的。

除了微观结构,一些生物及宇宙星云也具有螺旋对称结构。