

普通高等教育工业设计&产品设计专业“十三五”规划教材

 西南师范大学出版社 | 国家一级出版社  
XINAN SHIFAN DAXUE CHUBANSHE | 全国百佳图书出版单位

张小开 邓扬阳 邵丹 编著

# 设计 科学基础

普通高等教育工业设计&产品设计专业“十三五”规划教材

西南师范大学出版社 | 国家一级出版社  
XINAN SHIFAN DAXUE CHUBANSHE | 全国百佳图书出版单位

张小开 邓扬阳 邵丹 编著

# 设计 科学基础



## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

设计科学基础 / 张小开, 邓扬阳, 邵丹编著. — 重庆 : 西南师范大学出版社, 2019. 9  
ISBN 978-7-5621-8933-6

I. ①设… II. ①张… ②邓… ③邵… III. ①设计学 - 高等学校 - 教材 IV. ① J06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 171501 号

普通高等教育工业设计 & 产品设计专业 “十三五” 规划教材

主编：余强 段胜峰

---

## 设计科学基础

SHEJI KEXUE JICHU

张小开 邓扬阳 邵丹 编著

---

责任编辑：袁理

整体设计：晏莉 王正端

---

 西南师范大学出版社 (出版发行)

地址：重庆市北碚区天生路 2 号

邮政编码：400715

本社网址：<http://www.xscbs.com>

电话：(023)68860895

网上书店：<http://xnsfdxcbs.tmall.com>

传真：(023)68208984

---

经 销：新华书店

排 版：重庆市北碚区点划企业形象设计工作室

印 刷：重庆康豪彩印有限公司

幅面尺寸：210mm×285mm

印 张：10.5

字 数：360 千字

版 次：2019 年 10 月 第 1 版

印 次：2019 年 10 月 第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-5621-8933-6

定 价：69.00 元

---

本书如有印装质量问题，请与我社读者服务部联系更换。读者服务部电话：(023)68252507

市场营销部电话：(023)68868624 68253705

西南师范大学出版社美术分社欢迎赐稿。

美术分社电话：(023)68254657 68254107

# 序

PREFACE

余强

工业设计是指在现代工业化生产条件下,运用科学技术与艺术方式进行产品设计的一种创造性方法。它是将技术、艺术与文化转化为生产力的核心环节,也是现代服务业的重要组成部分。工业设计对经济有巨大的推动作用,它的创新思维、潜力巨大的高附加值和超越商业价值以外的文化特征,被许多发达国家上升到国策的高度来认识。20世纪初,欧洲国家就曾经出现过第一次工业设计资源的整合,以“德意志制造同盟”为标志,将技术资源与设计资源相结合,来共同解决德国工业产品的质量与设计问题,为现代德国工业的品牌优势奠定了重要基础。20世纪中期,以英国等国政府的设计公共政策为标志,工业设计再次被视为国策,实现了行政资源与产业资源的第二次整合,有力地推进了欧洲工业的品牌战略和全球贸易战略。20世纪末,一些国家将社会资源与文化资源相结合,提出跨领域、跨行业的“文化创意产业”,这是第三次设计资源的整合。这几次设计资源的整合表明,在全球产业发展的进程中,工业设计产业的战略地位和作用日益凸显。

作为一个发展中国家,中国的工业设计仍是一门新兴的、亟待发展的学科。据不完全统计,国内有工业设计学科专业方向的艺术院校已达250所,各种主题的工业设计大赛与研讨会越来越频繁,国内外高新技术企业与高校的设计合作也迅速发展起来,这充分反映了时代发展对工业设计人才需求的增长和速度的加快。尽管中国工业设计教育的规模堪称世界第一,但我们尚未建立起具有中国特色的工业设计教育模式及各院校的特色模式。有鉴于此,不少设计院校也在教学思想、教学方法、课程设置、教材编写等方面进行了有益的探索和改革:从过去单一的技法和造型训练,转向掌握系统设计思维方法的训练;从只关注美感和设计语义的形态研究转向对生活形态、设计管理、可持续性发展战略和设计哲学方面的研究。这些教学改革都体现出了一种共识,即将工业设计作为一种高度综合性的交叉学科来组织教学,从教学体制、结构改革着手,探索更加综合的教育之路,以此全面提高学生的综合素质。应该说,设计教育在中国经济形式由计划经济向市场经济转型的过程中,为国家的经济建设和发展培养了大量急需的设计人才,发挥了重要的作用。

这套丛书的编著者是由具有多年工业设计教学和在企业有实际设计经验的教师和学者组成的。编著者在充分研究和总结了我国20多年的工业设计教育理念和教学经验的基础上,较为广泛地吸收了国外先进的教学内容与方法,并结合教学中的实际情况,有针对性地对工业设计教学的相关知识进行理性的筹划和有序的整合,以期从系统的角度对工业设计主干课程的内涵进行阐释。其中既有工业设计的基础理论,又有专业教学的多样性和可操作性,同时也强调案例教学的启发和引导作用,使其具有前瞻性、系统性、知识性和适用性,在同类教材中彰显自己的特色。

“千里之行始于足下”,我们期待通过本套教材的指导,能使學生尽快完成从理论到实践、从专业到产业的深化过程,从而明确专业学习的目标、途径和方法。本套教材不仅强调相关知识的有机联系,也重视设计过程的连续性与完整性。尤其是在学生所缺乏的实践性环节上,如市场调查与分析、模型制作、工程技术设计、市场推广等,对所学知识需要从系统设计的角度,注重设计过程的连续性和完整性,重视设计程序和设计方法,融会贯通,以培养和提高学生多角度分析问题和解决问题的能力。

在经济全球化日趋深入、国际市场竞争日益激烈的情况下,工业设计成为制造业竞争的核心动力之一。在“中国制造”向“中国设计”转型的过程中,工业设计必将发挥关键性的作用。为了迎接这一历史性的机遇和挑战,工业设计教育必须加快国际化进程,更加重视设计人才培养和技术创新等关键环节的构建,把设计教育转向创新设计教育,不断地提高我国工业设计教育的整体水平。

# 前言

## FOREWORD

随着我国近年来经济的进一步发展，人们生活水平不断提高，社会对设计的需求越来越强烈、越来越普遍，我国的设计教育也在各个层次迅速开展。随着当下世界制造业的进一步升级，《中国制造2025》的提出，“创新驱动”被提高到了前所未有的高度。国家层面的“创新驱动”为设计教育的发展带来了前所未有的机遇，也为设计教育提出了更严格的要求。

设计是科学和艺术交叉融合而来的，既需要艺术思维和审美法则，也需要科学理性思维和技术基础。我国设计教育大多起步于美术教育，甚至在一段时间有人主张设计是美术的一个分支，应以造型设计为主要目的。这也造成了很多人误解设计就是对产品、室内、环境等的美化，而不能真正从设计是创造新的生活方式、创新驱动这个高度来看待。设计教育对设计中的科学基础安排的课程太少，不能让设计学各专业的学生准确理解设计学中科学基础的重要性。设计一旦不能恰当地融合艺术和科学，设计的创新驱动能力就会大大减弱，甚至让设计师沦落为造型师和绘图员。因此，设计学各专业应掌握一定的理性思维能力和自然科学基础，特别是对实际从事设计工作需要的数学、物理、化学、生命科学、地球科学等。如环境设计常常会涉及生态学相关问题，室内设计常常会涉及室内空气质量，产品设计常常会涉及电子电路等自然科学知识。即使有些自然科学技术不需要我们真正掌握，但作为设计师也需要具备基本的自然科学技术素养，这对设计师在设计时理解具体技术手段以及同工程师等不同领域从业者的沟通等方面均具有重要意义。设计师只有顺利沟通和理解技术问题，才能做到真正的创新驱动。

由于自然科学涵盖的范围十分广泛，因此，本书主要讨论与设计关系比较密切和直接的科学门类，如数学、物理、生命科学、地球科学等内容。这些内容是所有设计学专业需要理解和掌握的基本知识，也是设计学各专业应该具备的基本素质，这样才能更好地提升设计师的科学基础能力和想象力，培养设计师探索世界的好奇心和探索精神。

本书在写作过程中坚持使用案例教学，用实际的设计案例展示自然科学知识在设计中的应用和重要性。本书坚决摒弃枯燥的数理知识灌输，更符合国内广大设计类学生及设计师的学习习惯，易学易懂。

本书第一章、第二章、第五章由天津城建大学城市艺术学院张小开执笔；第三章，第四章第一节、第二节、第四节及第六章第一节由天津城建大学城市艺术学院邓扬阳执笔；第四章第三节、第五节、第六节，第六章第二节至第六节及第七章由大连工业大学艺术设计学院邵丹执笔。全书由张小开统稿。

在写作过程中，由于作者的知识和能力有限，不完善、不成熟的地方请大家批评指正。希望本书能引起学科和行业内精英们的注意，抛砖引玉，吸引更多的人搭建属于设计学科自己的设计科学基础。

# 目录

## CONTENTS

### 第一章 设计与科学

- 1.1 什么是设计…001
  - 1.1.1 设计的概念…001
  - 1.1.2 设计的分类…001
  - 1.1.3 主要设计类型…002
- 1.2 什么是科学…004
  - 1.2.1 科学的概念…004
  - 1.2.2 科学探索领域…004
  - 1.2.3 自然科学的基本手段…007
  - 1.2.4 自然科学研究方法…009
  - 1.2.5 科学大师…009
- 1.3 什么是艺术…017
  - 1.3.1 艺术的概念…017
  - 1.3.2 艺术的分类…017
- 1.4 艺术思维与科学思维…022
  - 1.4.1 艺术思维…022
  - 1.4.2 科学思维…024
  - 1.4.3 科学思维与艺术思维的异同…024
  - 1.4.4 设计中的科学思维…025

### 第二章 设计中的数学基础

- 2.1 数学的基本领域…027
  - 2.1.1 数量…027
  - 2.1.2 结构…028
  - 2.1.3 空间…028
  - 2.1.4 变化…028
- 2.2 数学中的基本概念…029
  - 2.2.1 数…029
    - 2.2.2 数理逻辑…029
    - 2.2.3 排列组合…030
    - 2.2.4 变量…031
  - 2.3 设计中的数学思维…031
    - 2.3.1 数与数字敏感度…031
    - 2.3.2 数理运算思维…032
    - 2.3.3 模数的概念…033
    - 2.3.4 比例与尺度…034
    - 2.3.5 数字化管理及应用…035
  - 2.4 设计中的数及应用…035
    - 2.4.1 以“1”的内涵为中心的设计方案…036
    - 2.4.2 以“2”的内涵为中心的设计方案…037
    - 2.4.3 其他数字内涵的设计方案…038
  - 2.5 设计中的几何学及应用…039
    - 2.5.1 几何作图与图案设计…039
    - 2.5.2 几何比例与设计…041
    - 2.5.3 尺度与设计…044
    - 2.5.4 分形几何与设计…045
  - 2.6 设计中的排列组合及应用…046

## 第四章 设计中的生物学基础

- 4.1 生物学的基本领域…074
- 4.2 设计中的仿生学及应用…074
  - 4.2.1 仿生学概述…074
  - 4.2.2 仿生学与设计…075
  - 4.2.3 设计中的仿生学应用案例…075
- 4.3 设计中的形态学及应用…083
  - 4.3.1 形态的概念…083
  - 4.3.2 形态的分类…084
  - 4.3.3 形态学在艺术设计中的应用…085

- 4.4 设计中的生态学及应用…085
  - 4.4.1 生态学概述…085
  - 4.4.2 生态学与设计…086
  - 4.4.3 景观设计中的生态学应用案例…086
  - 4.4.4 建筑设计中的生态学应用案例…090
  - 4.4.5 产品设计中的生态学应用案例…095
  - 4.4.6 公共艺术中的生态学应用案例…098
- 4.5 设计中的心理学及应用…100
  - 4.5.1 设计心理学的概念…100
  - 4.5.2 设计心理学分析…101
  - 4.5.3 心理学在艺术设计中的应用案例…102
- 4.6 设计中的其他生物学及应用…103
  - 4.6.1 设计中的植物学…103
  - 4.6.2 设计中的动物学…104
  - 4.6.3 设计中的行为学…105

## 第三章 设计中的物理学基础

- 3.1 物理学的基本领域…048
- 3.2 设计中的力学及应用…048
  - 3.2.1 力学概述…048
  - 3.2.2 力学的概念与基本知识介绍…049
  - 3.2.3 力学与设计…049
  - 3.2.4 设计中的力学应用案例…049
- 3.3 设计中的光学及应用…053
  - 3.3.1 光学概述…053
  - 3.3.2 光学的概念与基本知识介绍…053
  - 3.3.3 光学与设计…054
  - 3.3.4 设计中的光学应用案例…054
- 3.4 设计中的声学及应用…061
  - 3.4.1 声学概述…061
  - 3.4.2 声学与设计…061
  - 3.4.3 设计中的声学应用案例…062
- 3.5 设计中的其他物理学基础…072
  - 3.5.1 热学与设计…072
  - 3.5.2 电磁学与设计…073

## 第六章 设计中的化学与材料科学基础

- 6.1 化学科学基本领域…122
  - 6.1.1 化学科学概述…122
  - 6.1.2 化学与设计…122
  - 6.1.3 设计中的化学应用案例…123
- 6.2 材料科学基本领域…125
  - 6.2.1 材料科学的概述…125
  - 6.2.2 设计与材料的关系…125

## 第五章 设计中的地球科学基础

- 5.1 地球科学基本领域…106
- 5.2 设计中的地理学及应用…106
  - 5.2.1 基本地理过程…106
  - 5.2.2 气候类型对设计的影响…107
- 5.3 设计中的地质学及应用…110
  - 5.3.1 地质学涵盖内容…110
  - 5.3.2 矿物晶体与晶体化设计…111
  - 5.3.3 岩石与设计利用…112
  - 5.3.4 地质构造与设计利用…113
- 5.4 设计中的大气科学及应用…114
  - 5.4.1 大气科学概述…114
  - 5.4.2 室外空气质量与设计…114
  - 5.4.3 室内空气质量与设计…116

- 6.2.3 设计材料的分类…127
- 6.2.4 设计材料的感观特性…128
- 6.3 设计中的金属材料及应用…129
  - 6.3.1 金属材料概述…129
  - 6.3.2 金属材料的性能…129
  - 6.3.3 常用的金属材料…129
  - 6.3.4 设计中金属材料的应用实例…131
- 6.4 设计中的无机非金属材料及应用…132
  - 6.4.1 无机非金属材料的概述及分类…132
  - 6.4.2 设计中常用的陶瓷材料…133
  - 6.4.3 设计中常用的玻璃材料…134
  - 6.4.4 设计中无机非金属材料的应用实例…135
- 6.5 设计中的有机高分子材料及应用…137
  - 6.5.1 有机高分子材料的概述…137
  - 6.5.2 设计中常用的木质材料…137
  - 6.5.3 设计中常用的竹质材料…137
  - 6.5.4 设计中有机高分子材料的应用实例…138
- 6.6 设计中的其他材料及应用…140
  - 6.6.1 合成高分子材料概述…140
  - 6.6.2 塑料的概述及其应用…140
  - 6.6.3 新材料的概述及其应用…141

## 第七章 设计中的信息科学基础

- 7.1 信息科学基本领域…144
  - 7.1.1 信息科学的概述…144
  - 7.1.2 信息社会的设计发展…144
- 7.2 设计中的信息系统及应用…145
  - 7.2.1 设计中的信息系统概述…145
  - 7.2.2 产品设计中的信息表达…145
  - 7.2.3 环境设计中的信息传递…145
  - 7.2.4 视觉传达设计中的信息传达…146
- 7.3 设计中的计算机科学及应用…148

- 7.3.1 计算机辅助设计概述…148
- 7.3.2 平面表现软件…148
- 7.3.3 三维表现软件…148
- 7.3.4 拟态表现软件…149
- 7.4 设计中的人工智能科学及应用…150
  - 7.4.1 人工智能科学概述…150
  - 7.4.2 人工智能在产品设计中的应用…150
  - 7.4.3 人工智能在环境设计中的应用…151
  - 7.4.4 人工智能在服装设计中的应用…152
- 7.5 “互联网+”与设计…153
  - 7.5.1 “互联网+”的概述…153
  - 7.5.2 “互联网+”时代的六大特征…153
  - 7.5.3 “互联网+”对设计思维的影响…154
  - 7.5.4 “互联网+”对设计制造的影响…155
  - 7.5.5 “互联网+”对设计推广的影响…156
- 7.6 设计中的其他信息科学基础…158
  - 7.6.1 数字艺术在艺术设计中的应用…158
  - 7.6.2 信息网络在设计中的应用…159

### 参考文献

## 1.1 什么是设计

### 1.1.1 设计的概念

什么是设计，这是一个看似很好回答，实际上又不好回答的问题。关于设计的概念有很多解释。

所谓设计，即根据一定的目的要求，预先制订方案、图样等，如服装设计、厂房设计等。设计是为构建有意义的秩序而付出的有意识的直觉上的努力。更详细的定义：第一步，理解用户的期望、需要、动机，并理解业务、技术和行业上的需求和限制；第二步，将这些所知道的东西转化为对产品的规划（或者产品本身），使产品的形式、内容和行为变得有用、能用，令人向往，并且在经济和技术上可行。

对于设计的概念没有必要一定给出一个所谓完整、全面的定义，通过上述定义，相信大家设计的概念应该有了一个基本的认知。

### 1.1.2 设计的分类

设计的种类很多，主要有工业设计、环境设计、视觉传达设计等。下面列举了大家通识的主要设计类型。

#### 一、通常认为的主要类型

二维平面设计类：如平面广告、海报设计、包装设计、网页设计、动画设计等；三维立体设计类：如产品设计、服饰设计等；空间设计类：如室内设计、景观环境设计、建筑设计等。

#### 二、大系统类型

工业设计：计算机自动设计、家具设计、交通工具设计、产品设计、软件设计、文具礼品设计、玩具设计、灯具设计、系统设计等；环境设计：室内设计、景观环境设计

等；视觉传达设计：广告设计、包装设计、插画设计、动画设计、网页设计等；流行时尚设计：剧装设计、服装设计、珠宝设计等。

### 三、近代兴起的类型

信息设计、网页设计、互动设计（又称交互设计）、动画设计、人机界面设计、通用设计（又称全方位设计）。

#### 1.1.3 主要设计类型

##### 一、工业设计

工业设计是以工学、美学、经济学为基础对工业产品进行的设计，它是 20 世纪初工业化社会的产物，其设计理念从产生之初的“形式追随功能”发展到现今的“在符合各方面需求的基础上兼具特色”。随着以机械化为特征的工业社会向以信息化为特色的知识社会的迈进，工业设计也正由专业设计师的工作向更广泛的用户参与演变，用户参与、以用户为中心成为设计的关键，并展现出未来设计的趋势。

工业设计者的设计构思，不仅包括产品的整体外形，各种细节特征的相关位置、颜色、材质、音效，还包括产品使用时的人机工程学。更进一步的工业设计构想，会考量到产品的生产流程、材料的选择，以及在产品销售中展现出产品的特色。工业设计者必须引导产品开发的过程，借由改善产品的可用性，使产品更有价值，降低生产成本，以提高产品魅力。（图 1-1、图 1-2）

##### 二、环境设计

环境设计是一门新兴的学科，它是 20 世纪工业与商品经济高度发展中科学、经济和艺术结合的产物。环境设计是一个大的范畴，综合性很强，是指环境艺术工程的空间规划和艺术构想方案的综合计划，其中包括了环境与设施计划、空间与装饰计划、造型与构造计划、材料与色



图 1-1 从草图到实物的家具设计



图 1-2 意大利 Omvivo 卫浴产品设计

彩计划、采光与布光计划、使用功能与审美功能计划等。其主要包含了建筑设计、景观设计、室内设计、空间设计、公共艺术设计、园林规划设计等。

与建筑设计相比,环境设计更注重建筑的室内外环境设计气氛的营造;与城市规划设计相比,环境设计更注重规划细节的落实与完善;与园林设计相比,环境设计则更注重局部与整体的关系。环境设计是“艺术”与“技术”的有机结合体。(图1-3)

### 三、视觉传达设计

视觉传达设计是通过可视形式的视觉符号来传达特定信息。所谓“视觉符号”,顾名思义就是指人类的视觉器官——眼睛所能看到的能表现事物一定性质的符号,如摄影、电视、电影、造型艺术、建筑物、各类设计产品、城市建筑,以及各种科学、文字,也包括舞台设计、音乐、纹章学、古钱币等。所谓“传达”,是指信息发送者利用符号向接受者传递信息的过程,它可以是个体内的传达,也可以是个体之间的传达,如所有的生物、人与自然、人与环境之间等。它包括谁、把什么、向谁传达、效果怎样、影响如何这五个程序。视觉传达设计主要类型有海报设计、logo设计、包装设计、VI设计等。(图1-4、图1-5)



图1-3 西北港口小屋

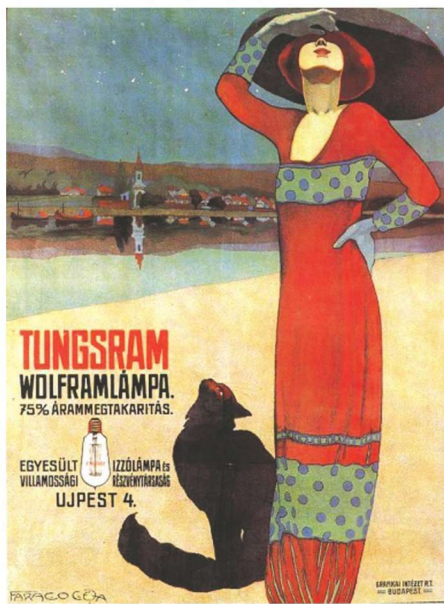


图1-4 电灯泡海报设计



图1-5 APEC会议logo设计

## 1.2 什么是科学

### 1.2.1 科学的概念

科学是关于自然、社会和思维的知识体系。它适应人们改造自然和社会的需要而产生和发展，是实践经验的结晶。科学可分自然科学和社会科学两大类，哲学是二者的概括和总结。科学用逻辑和概念等抽象形式反映世界。科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探求客观真理，作为人们改造世界的指南。即不断地发现这个世界客观事物存在及运行的规律，并努力掌握这些规律。科学的分类众多，主要有自然科学、社会科学、应用科学等。

### 1.2.2 科学探索领域

本书从时空尺度上从大到小浏览涉及的科学探索领域，带领大家领略关于科学世界的神奇和美。

#### 一、空间科学

宇宙探索看似和设计一点儿关系都没有，其实不然。宇宙存在的真实及神秘是人类认知世界和认知自己的重要基础，是促进设计师对生命理解的重要源泉，也是设计师想象力的重要来源，更是激发设计师好奇心的神秘地带。对生命的理解可以让设计师更好地理解人类的生存方式以及生活方式，想象力的提升是设计师做出好的设计方案的隐形翅膀，好奇心是设计师打开思维的核心法宝。因此，空间科学对设计师有重要的开拓和探索价值，也是打开设计师无限思维能力的重要领域。（图 1-6、图 1-7）

#### 二、地球科学

地球科学是以地球系统（包括大气圈、水圈、岩石圈、生物圈和日地空间）的过程与变化及其相互作用为研究对象的基础学科。主要包括地理学、地质学、地球物理学、地球化学、大气科学、遥感科学、海洋科学和空间物理学以及新的交叉学科（地球系统科学、地球信息科学）等分支学科。地球科学是一个大题目，纵横几万里，上下数亿年，几乎涉及自然科学的各个领域。对地球的认识同世界各民族的起源、历史、文化乃至整个世界文明的发展，都是紧密联系在一起。（图 1-8 至图 1-10）



图1-6 箭筒芦荟与银河（2013索尼世界摄影奖作品）

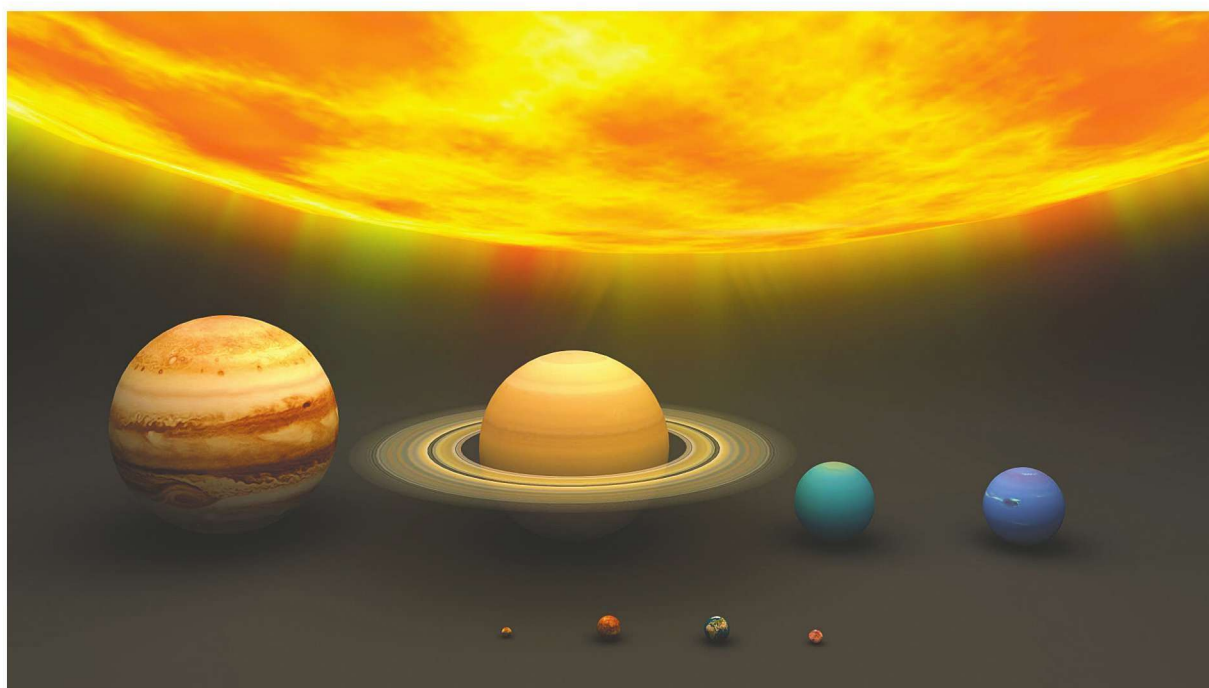


图1-7 太阳系各星体（下排右二是地球）

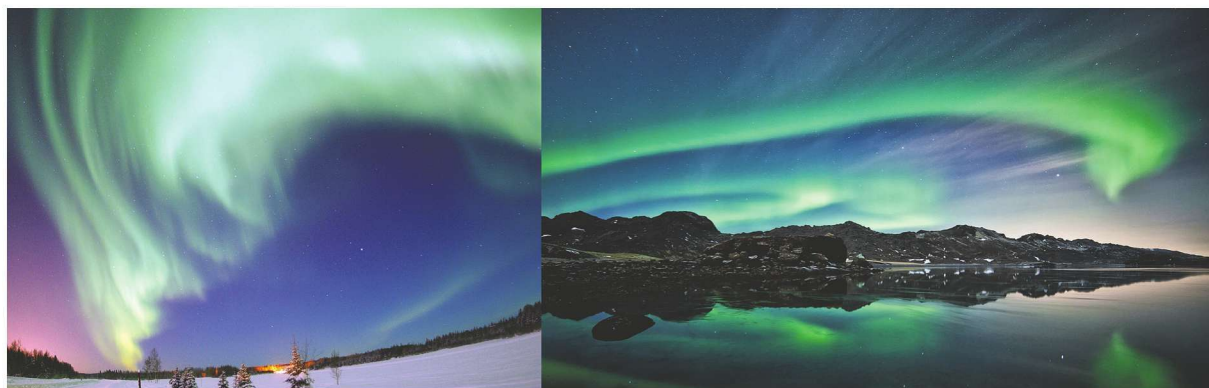


图1-8 北极光



图1-9 南极冰山



图1-10 甘肃张掖丹霞地貌



图1-11 物种丰富的海底世界

### 三、生命科学

生命科学即生物学，是研究生命活动规律、生命本质、生命发育规律，以及各种生物之间和生物与环境之间相互关系的科学。最终能够达到治疗诊断遗传病、提高作物产量、改善人类生活、保护环境等目的。

生命科学本身就包含人类自己，因此，对生命科学的理解可以让设计师更好地认知生命存在的意义。如生命的多样性、复杂性、进化关联等，均是启发设计师的重要思维源泉。（图 1-11、图 1-12）

### 四、微观世界

微观世界不属科学的分类，但是人类为了找到世界存在的规律和真理，不停地向外和向内探索，向外探索的是宇宙空间，向内探索的是微观世界。微观世界为我们提供了众多的视觉体验和发现，也让我们进一步了解了世界存在及运转的方式。微观世界可带给我们不一样的世界。（图 1-13 至图 1-15）



图1-12 蜥蜴的眼睛



图1-13 放大600倍之后生锈的铁钉



图1-14 放大了1000万倍的人体内微观世界



图1-15 放大后的各式花粉

### 1.2.3 自然科学的基本手段

自然科学的根本目的在于寻找自然现象的成因。自然科学认为超自然的、随意的和自相矛盾的实验是不存在的。

自然科学最重要的两个支柱是观察和逻辑推理，对自然的观察和逻辑推理可以寻找出大自然中的规律。假如观察的现象与规律的预言不同，那要么是因为观察中有错误，要么是因为至此为止被人们认为是正确的规律是错误的，超自然因素是不存在的。

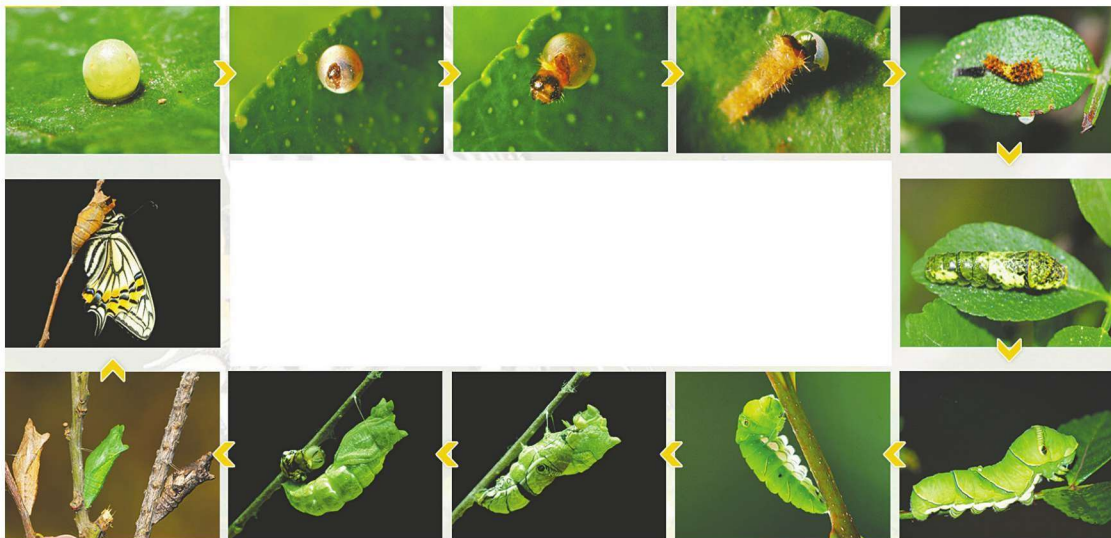


图 1-16 柑橘凤蝶进化过程

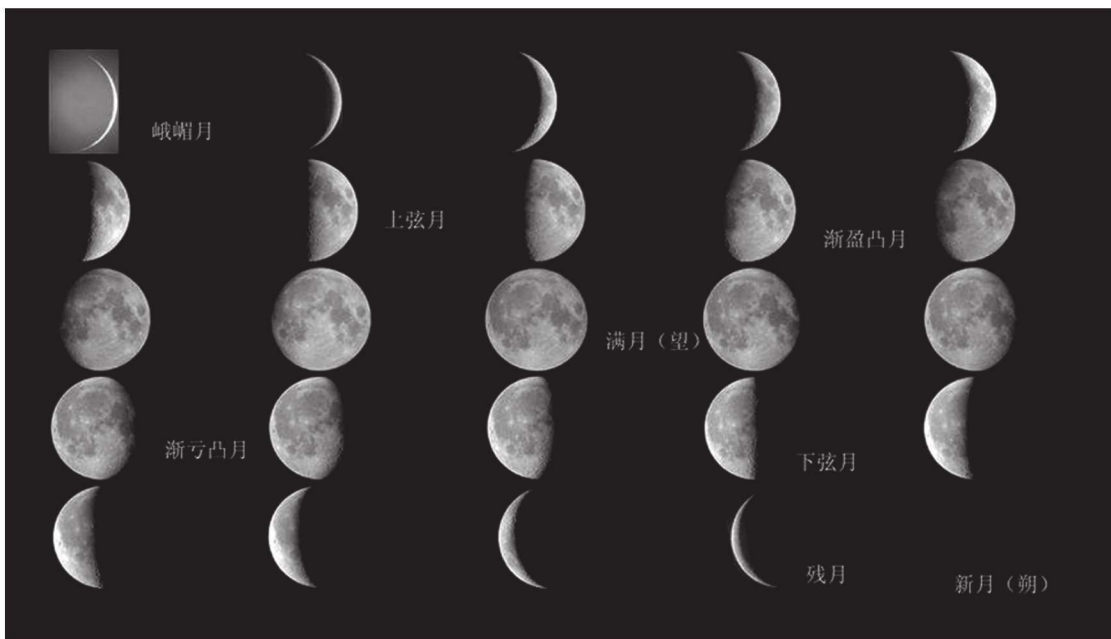


图 1-17 农历中每天月亮的形状

## 一、观察

观察是一种生物（如人类）的感知或智慧累积的活动，以不同的感官（如眼睛）来感觉特定的现象，以归纳知识与某个先前知识观念架构内的判断。

观察力是指大脑对事物的观察能力，如通过观察发现新奇的事物等，在观察过程中对声音、气味、温度等有一个新的认识。

观察是自然科学中最重要的方法，在人类数千年的历史中，绝大部分时间都是通过观察来了解和探索这个世界的。如人类对生物的观察造就了生命科学（图 1-16）；人类对宇宙星体的观察造就了天文学（图 1-17）等。通过观察发现问题，还可以进一步促进科学思考。

## 二、逻辑推理

逻辑推理就是当人类听到别人陈述事情时，大脑开始历经复杂的信号处理及过滤，并将信息元素经过神经元迅速地触发并收集相关信息，这个过程便是超感知能力。然后以经验累积学习到的语言基础进行语言的处理及判断，找出正确的事件逻辑。