

PHILOSOPHIA

看世界

颜色 COLOUR

光的科学
与
艺术

田昆玉 董光璧 著

上海科学技术出版社



U

I

-

-

C

S

C

-

E

N

I

I

A

颜色

光的科学
与
艺术

田昆玉 董光壁 著

上海科学技术出版社

COLOR

图书在版编目 (CIP) 数据

颜色: 光的科学与艺术 / 田昆玉、董光壁著. — 上海:

上海科学技术出版社, 2002. 9

(看世界)

ISBN 7-5323-6651-0

I. 颜... II. ①田... ②董... III. 光—颜色—大气

现象—普及读物 IV. P427.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第061400号

责任编辑: 吕 芳

版式设计: 赵 峻

电脑制作: 黄国兴

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码 200020)

上海精英彩色印务有限公司印刷

新华书店上海发行所经销

开本 787 × 1092 1/32 印张 4.75 字数 115 千

2002年9月第1版 2002年9月第1次印刷

印数 1—5 200

定价: 20.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换



P H I L O S O P H Y S C I E N T I A



指
导
委
员
会
名
单

尚 勇

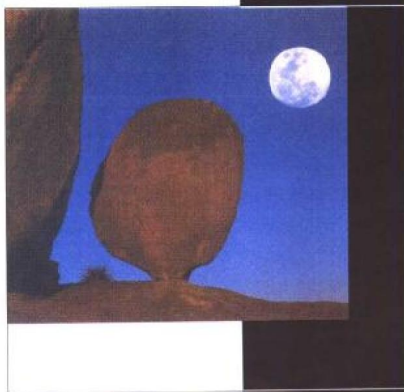
姜伟新

刘燕华

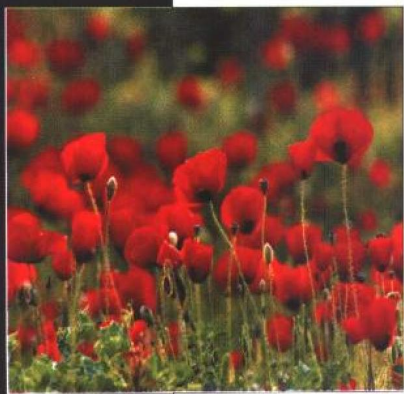
张景安

朱传柏

张晓原



内
容
提
要



赤 橙黄绿青蓝紫。世界之所以五彩缤纷，全都是因为有了光，而我们之所以能感受到世界的色彩，还不止因为我们天生一对眼睛，更因为我们有发达的视神经网络和一个超级信息处理系统——大脑。本书就从颜色讲起，不仅分析了自然的流光异彩，而且探索了人类智慧与精神的彩色世界。来吧，用眼睛和心灵——这自然赋予你的特权来感受这个世界。

指
导
委
员
会
名
单

尚 勇

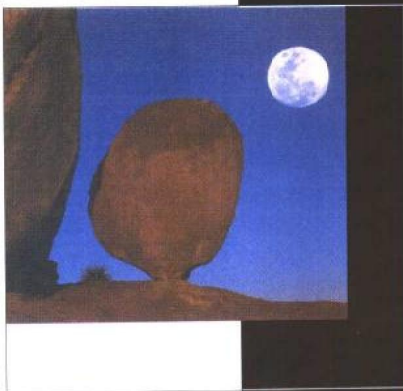
姜伟新

刘燕华

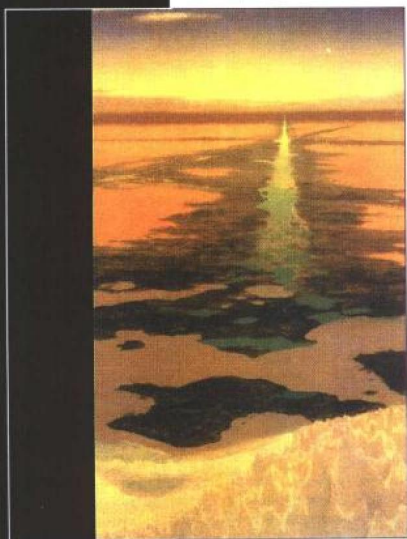
张景安

朱传柏

张晓原



编
委
会
名
单



主任

董光壁

副主任

田 沼 吴智仁 李 普

委员

(以汉语拼音为序)

江晓原
林 新
刘 兵
田 松
王 方
吴国盛
赵慧君

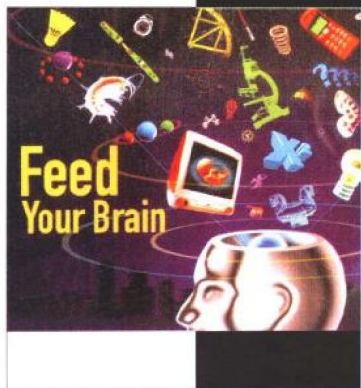
在近代科学诞生的17世纪初期，整个世界的人口才区区5亿，即使到了1940年时，人类的总数也不过才20亿，在耕地面积没有明显增加和人类的基本粮食种类没有根本改变的条件下，到了2000年的时候，这个世界已经可以存活60亿人。奇迹的产生就源自科学技术的高速发展。然而，科学技术改善的并不只是人类的物质生活。它的另一个重要的作用就是改变了我们对世界的看法。

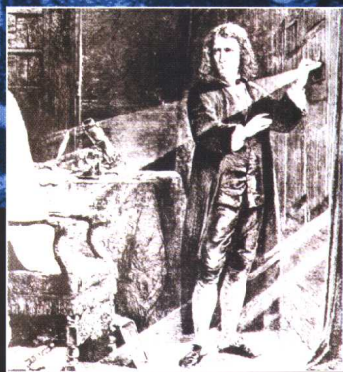
在过去的400多年里，科学技术对人类生活和思想的方方面面都产生了极大的影响。科学技术的进步得益于它是一项需要不断有所发明、发现、创造和创新的工作，也得益于科学领域的不断拓展，其结果则是科学技术的快速发展要求人们必须跟上它的步伐，否则，谁都难以在现在和未来的社会中很好地生活下去。因此，了解科学技术的发展，对于公众，尤其是成年人来说，不仅是消遣或者增加见识，而是生活的必需。

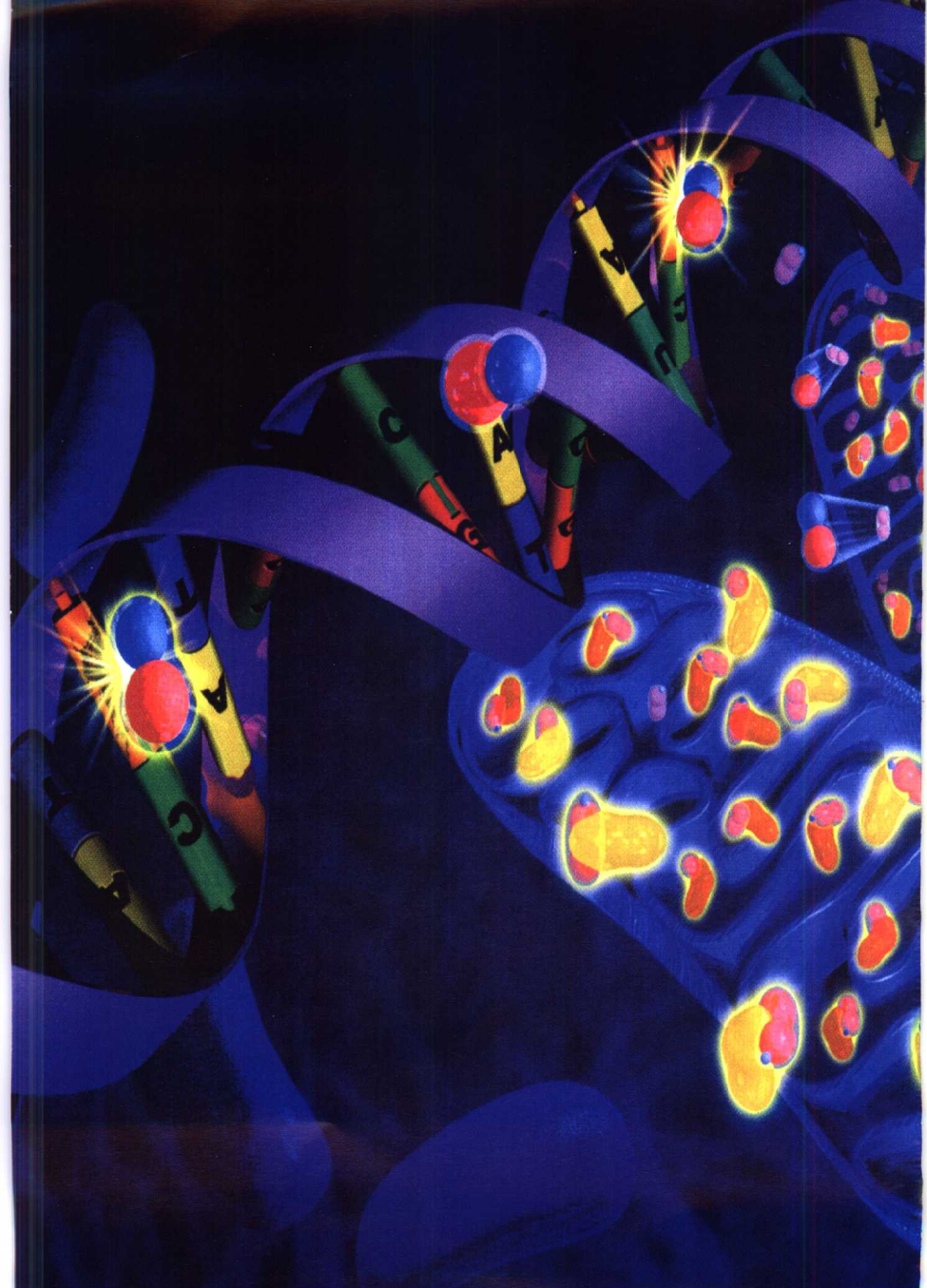
这就是我们组织、策划和编撰这套丛书的目的。

《看世界丛书》编委会

2001年12月

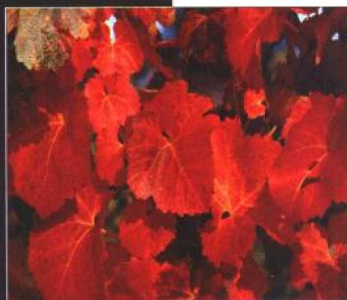






目

录



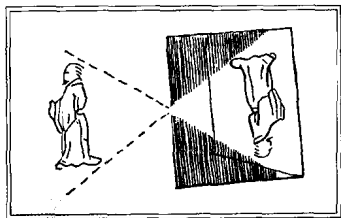
- | | |
|-----|-----------------|
| 1 | 第1章 颜色的物理根源 |
| 15 | 第2章 自然光 and 人造光 |
| 35 | 第3章 物体颜色的成因 |
| 49 | 第4章 自然本身的色彩 |
| 65 | 第5章 颜色的生理基础 |
| 77 | 第6章 颜色的分类和属性 |
| 87 | 第7章 色彩的心理感受 |
| 101 | 第8章 用颜料再现自然景观 |
| 115 | 第9章 用色彩触动人的心灵 |
| 129 | 第10章 留住世界的瞬间光彩 |

第 章

颜色的物理根源

虽然人类对于颜色的运用可以追溯到史前的洞穴壁画，但对其物理根源的认识却是随着光学的发展而达到的。光学的历史可以追溯到中国的春秋战国时期和古希腊时代。在中国的《墨经》中就记载了小孔成像实验，它涉及光的直进、反射以及投影和成像等几何光学问题。而最早对光现象作出数学描述的是亚历山大时期的希腊哲学家们，他们把光学作为数学的一个分支研究光线的几何学。古希腊数学家欧几里得

(Euclid, 约公元前330~前275)写下了光的直线行进以及平面镜的入射角等于反射角的反射定律，而古希腊物理学家阿基米德(Archimedes, 公元前287~前212)和古希腊数学家阿波罗尼(Apollonius, 公元前262~前190)等学者则对诸如球面、旋转抛物面和椭球面等形状的回镜聚焦性质作出几何学的证明。罗马时代亚历山大的希腊天文学家托勒密(Ptolemaeus, 约90~168)通过实验研究总结出入射角同折射角成比例的数学关系，在中世纪有阿拉伯学者伊本·海赛姆(Ibn al-Haytham, 965~1040)从直射、反射和折射三种情况以及对视觉所进行精细研究和中国学者赵友欣(宋元之际)动用千余支蜡烛的大型



小孔成像

光成像实验。但光学的真正发展始于17世纪,透镜、望远镜、显微镜等光学仪器相继被发明,特别是三棱镜的分光实验导致颜色成因的争论,并从而发展出两种对立的假说——光微粒说和光波动说,直到20世纪光量子理论诞生以后两者才统一为一个合理的图像。

光的色散实验

在17世纪,关于颜色的概念,都还像意大利艺术家——科学家达·芬奇(Leonardo da Vinci,1452~1519)那样,是在



达·芬奇

混合颜料的基础上理解的。但颜料混合的经验难以用于光的颜色混合,以致把明与暗的混合作为光的颜色成因,是棱镜色散的观察研究纠正了这一错误的观念。光束通过三棱镜分散成彩色光带的现象,自中世纪以来常被人观察和思考。在中国唐代道教的书中已有阳光通过透明的石英石分为五色谱的记载。相传英国哲学家弗朗西斯·培根(Francis Bacon, 1561~1626)曾经做过棱镜分光实验。来中国传教的法国教士金尼阁(Pate Trigautius, 1577~1628)也记述了棱镜显色如何为中国的达官贵人们所惊喜。但是没有谁像英国物理学家牛顿(Isaac Newton, 1642~1727)那样,进行过周密的、系统的观察,更没有谁真正认真地根据观察推论出关于光的颜色的理论。

牛顿出生于英国林肯郡伍尔索普一个农民家庭,1661年考入剑桥大学三一学院,以做杂工半工半读维持学业,1665年获文艺学学士学位。1668年,



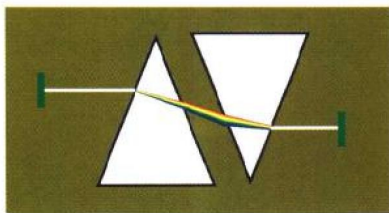
牛顿



牛顿色散实验图

他接任巴罗 (Isaac Barroe, 1630~1677) 任自然哲学讲座教授, 1672 年被选为英国皇家学会会员, 1689 年任造币厂厂总监, 1703 年任英国皇家学会会长, 1705 年被封为爵士, 矢志科学而终身未婚。牛顿在数学、物理学、天文学等方面都作出了重要的贡献。在数学方面, 他的最重要的贡献是发现流数, 它是现代微积分学的两大来源之一。在物理学方面, 他总结出运动的基本定律, 论证了万有引力定律, 并对光学和声学作出了贡献。此外, 他还对化学、历史学和宗教进行了大量研究。

牛顿是从光学进入科学的殿堂的, 于 1664 年加入光学研究的行列。他的光学研究始于为消除光学仪器缺陷的种种努力, 但很快就转入物理光学的研究, 并在 1666 年成功地实现了太阳光的分光实验。他从窗上的一个小圆孔把日光引进暗室, 让日光通过一个三棱镜的折射再投射到墙上。他发现在墙上呈现的不是圆像, 而是一个伸长的椭圆像, 并且其顶部呈现浅蓝色而底部呈淡红色, 他称这种彩色带为太阳光谱。他设想了种种原因, 可能是光投射在棱镜不同厚度的部位造成的, 或许同窗孔的大小有关,



两个三棱镜合成白光

也许与棱镜玻璃的不均匀和入射角的不同有关，甚至想到从棱镜出来的光不走直线。所有这些能想到的原因被排除以后，牛顿把拉长的彩色光带的成因归结为：普通光是由折射能力不同的射线混合而成的，不同折射能力的射线具有不同的颜色。

为了证实他的这一推论，牛顿又做了许多实验，其中有两类实验他仿效弗朗西斯·培根的说法称其为“判决实验”。第一类实验是使光束连续通过两个靠得很近的相同的棱镜，前一个棱镜与后一个棱镜相对倒置，并且令前一个棱镜的折射光全部进入后一个棱镜。结果是通过后一个棱镜折射后的光，不再是彩色光带而是一束白光。第二类实验也是使光束连续通过两个相同的棱镜，与

第一类实验的不同之处在于，两个棱镜不再是相对倒置。前一个棱镜使光束分散成光带，然后通过转动这个棱镜使这光带的不同颜色的光分别通过后一个棱镜。这样通过这后一个棱镜的光不仅不再发生色散，而且随着从红到蓝的方向移动，相应的折射也逐渐增大。他的推测为这两类实验所证实。

牛顿的这些实验及其解释，首先在1670~1672年的卢卡斯讲座中公布，1672年2月8日又以“关于光和新理论”为题在皇家学会上宣读，旋即发表在英国的《哲学杂志》上。牛顿在其论文以13个命题的形式陈述了他关于光的新理论的基本内容，这些命题都是基于对屏幕上那彩色光带的思考，从来自圆孔的光通过棱镜的像为什么不是圆的开始。英