



科学咖啡馆系列

瓶中的 天空



Sky in a Bottle

彼得·佩希奇 著 宋君 朱朝晖 译

上 海 科 技 教 育 出 版 社



科学咖啡馆系列

Sky in a Bottle

瓶中的



江苏工业学院图书馆
藏书章

彼得·佩希奇 著 宋君 朱朝晖 译

上 海 科 技 教 育 出 版 社

Sky in a Bottle

by Peter Pesic

Copyright © 2005 by Massachusetts Institute of Technology

Simplified Chinese translation copyright © 2009

by Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with Massachusetts Institute of Technology

through The MIT Press

ALL RIGHTS RESERVED

责任编辑 陈 浩 封面设计 桑吉芳 童郁喜
版式设计

科学咖啡馆系列

瓶中的天空

彼得·佩希奇 著

宋 君 朱朝晖 译

上海世纪出版股份有限公司 出版发行

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

www.ewen.cc www.sste.com

各地新华书店经销 上海中华印刷有限公司印刷

ISBN 978-7-5428-4877-2/N·777

图字 09-2008-002 号

开本 850 × 1168 1/32 印张 7.375 插页 1 字数 165 000

2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷

印数 1-3 400 定价: 16.00 元

对本书的评价

一部出色而优美的作品,情感奔放而又博学多闻。

——萨克斯(Oliver Sacks),
《错把太太当帽子的人》(*The Man Who
Mistook His Wife for a Hat*)一书作者

我们头顶的空气中有着许多未解之谜。其中很重要的便是天空的色彩,那种象征希望的色彩。佩希奇,第一流的科学阐释者,为我们讲述了(包含实验)生动的故事,让我们了解为什么天空——我们的天空——是蓝色的。

——霍夫曼(Roald Hoffmann),
1981年诺贝尔化学奖得主,
《同与不同》(*The Same and Not the Same*)一书作者

佩希奇孜孜不倦地求解蓝天的宇宙之谜,带领我们踏上刺激的探寻两千年来的科学宝藏之旅,带来深奥的问题、令人惊奇的答案、出人意料的关系,并且总是引出更多的问题。从学术上来说,本书深奥精微,但又通俗易懂。堪称书中的蓝宝石!

——冯·贝耶尔(Hans Christian von Baeyer),
威廉与玛丽学院首席物理学教授,

《信息：科学新语言》(*Information: The New Language of Science*)一书作者

从歌德到爱因斯坦，佩希奇巧妙地带领我们登上令人望而生畏的峰顶，进入黑暗的实验室，寻找天空蓝色的成因。这是一次思维的探险，他运用观察、捕捉灵感、进行测量，向我们展示简单的事物真相如何脱胎于复杂的表象。

——科什纳(Robert P. Kirshner)；

哈佛大学克洛斯(Cloues)教授，

《奢华的宇宙》(*The Extravagant Universe*)一书作者

带着“为什么天空是蓝色的”这个简单的问题，佩希奇为我们打开了观察的大门，引导我们思考光、颜色、视觉和大气，谈古论今。此书以个人传记为叙述框架，为读者展示了一些实验，最后作者甚至给出了谜题的答案。

——帕克(David Park)，

威廉姆斯学院荣誉退休物理学教授，

《眼中之火》(*The Fire Within the Eye*)、

《大机器》(*The Grand Contraption*)等书作者

为什么白天的天空是蓝色的，而不是紫色的？为什么夜晚的天空是黑色的？此书令人惊奇，是一本节奏轻快的叙事读物，在历史、艺术和物理学之间穿梭，它有着离奇曲折而悬念迭生的情节。一场引人入胜、清晰明确的调查！

——金格里奇(Owen Gingerich)，

哈佛-史密森天体物理学中心，

《没人读的书：追逐哥白尼的革命》(*The Book Nobody Read: Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus*)一书作者

内 容 提 要

孩子们问,“为什么天空是蓝色的?”这个问题让解开了如此多个秘密的柏拉图、达芬奇,甚至牛顿也感到困惑。对这个问题的探索持续了几个世纪。1862年,约翰·赫歇尔爵士将天光的颜色和偏振列为“气象学的两大未解之谜”。在本书中,佩希奇将带领我们探寻这一谜团的本质,溯源科学、历史与艺术对寻求此答案所做的种种努力。他以古代学者作为叙述的开端,随后探究了启蒙运动时期的自然哲学家、科学革命的实验者和其他人的工作。书中涉及的人物有亚里士多德、达芬奇、开普勒、笛卡儿、欧拉、索叙尔、歌德、瑞利与爱因斯坦;但问题本身才是故事的主角,通过此书可以看到人类为解决问题所做的努力。

佩希奇这一漫长的智力之旅为我们介绍了化学、光学和原子物理学的主要思想。他阐述了光的偏振、瑞利散射和天空表观与阿伏伽德罗常量的联系。他讨论了天空在艺术绘画上的表征变化、从新的绘画风格到创造出能绘出新色彩所用的新颜料。关于宇宙的大小及其密度,他思索了夜空的光芒能带给我们怎样的启示。佩希奇还提出了一个大胆的问题:我们能把天空装入瓶中吗?我们能在地球上再造并了解这种蓝色吗?他说,这些谜团为我们开辟了更

为广阔的领域；天空的颜色和亮度触及了物质和光的秘密、宇宙在时间和空间上的范围、地球的命运，以及深层次的人类情感。

作者简介

彼得·佩希奇(Peter Pesic),在圣菲的圣约翰大学担任助教及驻校音乐家。他获斯坦福大学物理学博士学位,著有《阿贝尔的证明:论数学不可解性的来源与意义》(*Abel's Proof: An Essay on the Sources and Meaning of Mathematical Unsolvability*)、《看重影:物理学、哲学与文学的共性》(*Seeing Double: Shared Identities in Physics, Philosophy, and Literature*)、《迷宫:探索科学背后的意义》(*Labyrinth: A Search for the Hidden Meaning of Science*),均由麻省理工学院出版社出版。

目 录

引言	1
1. 蓝色之外	3
2. 青蓝色	15
3. 孔雀蓝	31
4. 蓝色色度	49
5. 蓝色花儿	65
6. 真实的蓝	87
7. 蓝色定律	109
8. 蓝色骑士	119
9. 深蓝	137
10. 完美之蓝	149
附录A: 实验	163
附录B: 斯托克斯、廷德尔与汤姆逊	
关于天空蓝色的书信往来	171
注释	177
致谢	225

引 言

想象一下夏日午后宁静的天空,它的颜色有着微妙的多变性:有时是蔚蓝色的,有时几乎是靛蓝色的。那么,为什么天空是蓝色的?

这种孩子也会问的问题,让解开了如此多个秘密的柏拉图(Plato)、达芬奇(Leonardo Da Vinci),甚至牛顿(Newton)也感到困惑。几个世纪过去了,这个问题仍然悬而未决。1862年,约翰·赫歇尔爵士(Sir John Herschel)将天光的颜色和偏振列为“气象学的两大未解之谜”。¹解开这些谜所需要的推断力,即使是福尔摩斯(Sherlock Holmes)都会望洋兴叹。就像一个引人入胜的侦探故事,本书有离奇曲折、悬念迭生的情节。线索看似简单,却仍然迫使我们重新检验许多看似已经理所当然的观念。本书中涉及的人物包括一些名人,其问题的症结暴露无疑。而且,故事并没有完结;我们还是没有完全弄明白为什么天空看起来是这样的。

最重要的是,这个谜团正是与我们四周的空气有关。试图破解这个谜团又牵扯出更深层次的问题:我们能把天空装入瓶中吗?也就是说:我们能否在地球上再造出这种蓝,而不只是凝视浩瀚苍穹中的这种蓝色呢?如果能把天

空装入瓶中,我们也许就能领悟天空的蓝。看来首要的谜团就在我们的瓶中,它将接受我们的深入探索。新的视角也使我们去思索其他一些谜,尤其是:为什么夜晚的天空是深黑色(或带有亮光)的?

把天空装入瓶中的探索形成了重要的认识。我尝试提出一些新的见解,也向一些要求重新阐释的人们作出新的解读。我尽量使这本书通俗易懂。本书的末尾附有参考书目以及科技和数学方面的注释,希望对那些想做进一步研究的人有所帮助。本书的目的是翔实地呈现那些深层次的问题,而不是将其过度简化。所以,我希望本书既被当作有趣的故事,又被当作严肃的历史来阅读。对那些想尝试一些简单实验的人来说,本书在附录 A 中提供了附读文献。附录 B 包含了迄今尚未公开发表的一些关键人物的书信往来。

本书的每一段情节都有其独特的真实性和吸引人的地方,凝聚了思想的精华,而决非一部写满期待却仅有一个不成功开头的作品。书中人物众多,尽管其中有些人物只是一笔带过。尽管本书会提供一些要人的细节,但不会对所有人物均如此,以免妨碍更多的叙述,这样的叙述中,主角不是某个人,而是某个问题。这样的故事有特殊的讲述动机,不仅是因为人,还有别的东西。

了解蓝色的天空、把它装入瓶中,这样的探索在科学和人文方面为我们开辟了更为广阔的领域。天空的颜色和亮度触及了物质和光的秘密、宇宙在时间和空间上的范围、地球的命运,以及深层次的人类情感。



蓝色之外

一个谜总是先出现,而后被解开。几千年后人们才开始思索天空的颜色。与习以为常的事物相比,对于那些不为人所熟知的事物,人们总是有更多的问题要问。而对基本信仰和禁忌,人们则避而不谈。

尽管人类文明各不相同,古希腊和中国几乎都不谈论有关天空颜色的话题。在中国古代诗篇《诗经》中,“苍天”一词指的是广阔的苍穹,指的是天空的广袤或者指高高在上的统治力量。诗人仰天长叹,向远离人间疾苦的天国呼喊,哀悼周朝的古老都城,哀悼亡国之君:*

悠悠苍天,
此何人哉?¹

在这首诗中,天空的空洞遥远和人的苦难与无助形成对比。

对古代的希腊人和中国人而言,蓝色显然有非人间的含义,因为死亡使得具有生命力的红色变成了神秘的蓝色

* 作者对诗歌的理解似乎与诗歌原意有出入。——译者

与青紫色。丰都,地处长江上游的主峡谷之中,在那儿有久负盛名的道教的“鬼门关”,是传说中人类亡灵到阴间报到的必经之路。² 关门被漆成耀眼的天蓝色,对生者而言是一片禁忌之地。与此对照,黄色是帝王之色,为天子专用;红色是生命与喜庆之色,常用于婚礼等场合,直至今天。而在印度,众神总有深蓝色的肌肤,因此诗人迦梨陀婆(Kalidasa)这样赞美天空:“宝蓝如剑。”³

紫色是古罗马的帝王色,蓝色则被看作是野蛮人的颜色,因此古代的布立吞人打仗时把身体涂成蓝色,用来恫吓敌人,后者把蓝色等同为死亡;罗马历史学家塔西佗(Tacitus)将这些身上涂满蓝色颜料的布立吞人称为“魂之军队”;英国妇女则喜欢把蓝色的颜料刺入皮肤。相比之下,罗马人则以蓝色为丧服,他们视蓝眼睛为畸型,一种恶习的象征,是野蛮人的特征。⁴ 同样,阿拉伯民间传说中的魔鬼有着邪恶的蓝眼睛,是异教徒。12世纪波斯诗人穆罕默德·阿塔尔(Farid ud-din Muhammad Attar)说:“天空的蓝,承载着淡淡的忧伤,因它无法真正了解神的本质。”⁵

对古人而言,天国是神圣的。因为它有着超自然的力量,而神圣之物很可能带来危险,因此,最好还是保持缄默,最好不要提及天空的颜色或者去触碰这种陌生的力量。让我们再次详述古希腊的创世说:赫西奥德(Hesiod)说天空(Ouranos)是大地母亲的第一个孩子,“有着与她同样的身形,他们完全叠合。”⁶ 诗人埃斯库罗斯(Aeschylus)说:“天空想要穿透大地,大地心中充满了爱,她渴望与天空结合为一体。雨水从美丽的天空降下,使大地孕育了生命,为野兽和人类提供了植物和谷物。”⁷ 这样原始的结合所产生的后代中有至高无上的天神——宙斯(Zeus),他与奥林匹斯众神一起住在天上。支持大地的众神和支持天空的众神

变得势不两立。

至此,heaven(天空)一词仍指与地球截然不同的神圣领地,然而 sky(天空)则是一个较为中性的词,现代科学把 heaven 演变成 sky 一词,而后又变为 atmosphere(大气)。但“the heavens”一词一直沿用至今,这说明古人的观念在我们头脑中是何等的根深蒂固。希腊人对比了天空(ouranos)和自然界(physis),后者指的是地月之间万物生长与变化的领域。我们用“物理”(physics)一词来指那些无生命的事物,而希腊词语“phyein”则指像活的生物体那样生长和变化。尽管现代人仅仅把地球看作宇宙中的一颗行星,希腊语中“ouranos”和“physis”指代的却是完全不同的领域。在这两个词中,“ouranos”一词更为高贵,属于天的范畴,象征不朽与神圣。而“physis”则属于凡人的世界,在这个世界里,我们出生、成长和死亡。

在早期希腊思想家中,巴门尼德(Parmenides)认为在瞬息万变的“流动”世界背后,有某种永恒不变的东西。在他的诗中,一位无名女神阐述了我们正在从事的探索:

凝视那些东西,尽管看似遥远,却在我们的脑海中……一方面,是灼灼似火的苍天(aether),柔和、纯净而稀薄;另一方面,是无尽的黑暗,稠密而浓重……慢慢地,你会了解苍天(aether)的本性、天空的迹象和太阳明亮纯净光炬的神秘之作以及它们的形成过程……你还将了解包容万物的天空(ouranos),它从何处升起,必然性如何牢牢抓住它,以划定星星的界限。⁸

既然天空超越了陆地上的现象,一些特殊的词汇就被

用来描述天上的物质，这些物质与我们周围的空气不同。aether 一词字面上指永不停息，永远发光，这是天体不断辐射的特征。这里 ouranos 指深邃的天空，而 aēr 则指低空，接近地面，aether 指的是大气的上层领域，即云和宙斯的领地。因此，毕达哥拉斯学派的《金言》(Golden Verses)中有这样一句话：“在脱离肉体后你到达了上面的天空，成为了神，获得不朽之身；死亡再也不会降临到你的头上。”西西里岛的君王认为人类的灵魂是空气和以太的混合物，天与地的混合物。他还认为天空是当低处的空气和高处的天火相汇合的时候，“火进入空气凝结成晶体而形成的。”⁹

另一些人则认为苍天(aether)只是一种火，因为苍天有许多迷惑人的颜色和模样——黄昏时分的火红色、彩虹，各种各样的云彩。现在不确定的是，作为天空的颜色之一，蓝色有其特殊的地位和重要性。古挪威语 ský(从中古英语 skie 演变而来)指云彩，只是到了后来 sky 一词才共同包含了大气层的其他部分。

因此，为什么天空的颜色似乎并不是一个重要的问题，或者为什么我们不依据一般的色彩对天空的颜色进行归类，有许多原因。古希腊语中有关颜色的词是如此之少，以至于英国政治家格拉德斯通(W. E. Gladstone)怀疑希腊人是色盲。后来学者们推翻了这个可笑的猜测。相反，他们注意到希腊的颜色词似乎更多地与感觉、浓艳度和饱和度联系在一起，而我们的颜色词则更多地强调颜色本身。¹⁰

让我们来看一下希腊人用来表示蓝色的词汇。例如，荷马(Homer)使用 glaukos 一词来形容海洋和雅典娜(Athena)的眼睛。这个词可能指灰蓝色，但是一些学者认为它更像是描述亮和暗的相对强度，而不是用来描述颜色。它可能指的是海洋的亮光和女神清澈明亮的眼睛。



事实上,19 世纪的艺术评论家罗斯金(John Ruskin)认为雅典娜是“空气女神”(她众多扮相中的一种),她的眼神幽蓝无边。她执蓝色神盾,穿着披风,代表了天空。根据罗斯金的说法,她的“带翎饰的笔直头盔”代表了“天空最高的光”,她的少女时代代表了天空,那种蓝纯净无瑕。罗斯金认为,天空既不遥远,也不仅仅是物质的,“当清晨推开窗户,雅典娜就进入屋内,清新的空气也扑面而来;当深吸一口空气时,你便把雅典娜带入心中,流过血液;通过血液,她进入你的思想。”在他的心中,蓝天——雅典娜,是人类活力和智慧的源泉。¹¹

罗斯金分析出隐藏在希腊神话文字背后没有明说的含义。他那精辟的阐述依旧让我们围绕一些最基本的问题,也就是对那些再简单不过的单词,包括颜色词的含义,争论不休。希腊词 kyanos 最接近于我们所说的深蓝色, cyan, cyanosis, cyanide 和一些拉丁派生词如 cerulean 等词均起源于它。古希腊人用 kyanos 作名词来称呼矿石天青石的蓝色,天青石是出自埃及、锡西厄和塞浦路斯的一种宝石,现在主要产于阿富汗。同时 kyanos 也意指深色,比如形容乌黑头发的蓝色光泽。

在上述情况下,蓝色指的是尘世之物,表达了一种不寻常的含义。荷马笔下,伟大的首领阿伽门农(Agamemnon)的恐怖盾牌是用蓝色的环和蛇装饰的:

正中是一面凸起的珐琅,颜色深蓝,
像个拱冠,凸显戈耳工的脸谱,面貌狰狞,
闪射出凶残的眼光,同近旁的骚乱和恐惧相
辉映。¹²

荷马用同一个单词 *Kyanos* 来描绘战舰的舰艏、笼罩特洛伊城的乌云、吞噬濒死者的黑暗,或是宙斯的深色眉毛。有时,他也用这个词来指稀有美丽的事物,如一位受人尊敬的人物涅斯托耳(Nestor)的帐篷里上了蓝色瓷漆的桌子腿。¹³ 在《奥德赛》(*Odyssey*)中,荷马这样描述阿尔基努斯(Alcinous)富丽堂皇的宫殿:“上了釉的环形装饰横条,如天青石一般蓝。”¹⁴ 然而,蓝色给这些静物也蒙上了一层神秘的气氛。荷马可能已在头脑中形成这样的印象:用令人称奇的蓝色装饰横条来装饰坐落在克诺索斯的世界一大奇迹——米诺斯迷宫,以及古代国王的龙椅。无论是令人恐惧还是极其稀有,这种深蓝色都与众不同,一般不用于普通事物。值得注意的是,形容词 *kyanos* 通常不用来描述天空。

直到后来,希腊作家还是对天空的颜色避而不谈。这似乎表明,要么他们压根没有意识到这还是一个未解之谜,要么“天空”和“颜色”在他们看来是如此不和谐。探究天空的颜色可能会把世俗的色彩与天空各不相同的现象混为一谈。这不是亵渎天空超能力的问题,而是坚持什么是完全自然的问题。我们怎么能把一根羽毛的颜色和天空的颜色相提并论呢?

早期的希腊思想家倾向于把自己局限在世俗物体的颜色上。比如,柏拉图猜测:“白色和光一起投射在一片纯黑中,形成了深蓝(*kyanos*);当深蓝混入了白色,又变成了浅蓝色(*glaukos*)。”¹⁵ 这种说法把天空的蓝色解释为光亮与黑暗的混和,我应称之为黑暗理论。但是柏拉图认为,“只有上帝才无所不能,它有把多个融为一个,以及把一个分成多个的能力。但没有任何一个凡人能够做到其中的任何一项。”若真是这样,那么探究颜色的本质就是非人力可为