



Invisible Worlds
Exploring the Unseen

我们肉眼所见的一切，
并不是这个世界的全貌！
科技使你得以窥探
人类未知的疆域

世界畅销书作家
Piers Bizony
超凡力作

美丽新视界

——我们前所未见的视觉极限

[美]皮尔斯·比卓尼 / 著 杨小山 / 译 CTS 湖南科学技术出版社



Invisible Worlds
Exploring the Unseen

科学天下  新视界

美丽新视界

——我们前所未见的视觉极限

[美] 皮尔斯·比卓尼 / 著 杨小山 / 译  湖南科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

美丽新视界——我们前所未见的视觉极限 / [美] 比卓尼著；杨小山译.
—长沙：湖南科学技术出版社，2012.3
ISBN 978-7-5357-7137-7

I. ①美… II. ①比… ②杨… III. ①自然科学—普及读物 IV. ①N49
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 028944 号

原书名：invisible worlds

Copyright © 2000 by Piers Bizony and Dr Jim al-Khalili

Simplified Chinese translation copyright©2007 by Hunan Science & Technology Press

All Rights Reserved

湖南科学技术出版社获得本书中文简体版中国大陆地区独家出版发行权。

著作权登记号：18-2007-094

版权所有，侵权必究。

科学天下 新视界

美丽新视界——我们前所未见的视觉极限

[著 者] [美] 皮尔斯·比卓尼

[译 者] 杨小山

[策划编辑] 孙桂均 李 媛

[文字编辑] 陈一心

[出版发行] 湖南科学技术出版社

[社 址] 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

[邮购联系] 本社直销科 0731-84375808

[印 刷] 长沙超峰印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

[厂 址] 长沙市金洲新区泉洲北路 100 号

[邮 编] 410600

[出版日期] 2012 年 3 月第 1 版第 1 次

[开 本] 787mm×1092mm 1/16

[印 张] 14

[字 数] 238000

[书 号] ISBN 978-7-5357-7137-7

[定 价] 48.00 元

(版权所有·翻印必究)

目录





前面这件组织样本的血管内填满了塑型树脂，周围的皮肤和肌肉细胞则都以化学物质溶除，接着就可以用电子显微镜来记录血管的纤细网纹。

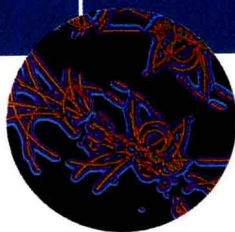
序 肉眼看不见的世界 /002

绪论 隐秘的彩虹 /006

10

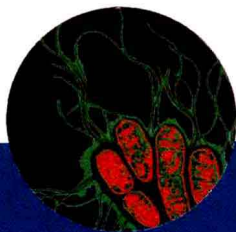
第1章

测不准的云雾



- ◆化无形为有形：用铁屑揭露磁场图像 /012
- ◆和未知辐射的初步接触：发现无线电波 /014
- ◆是花粉在动？还是水分子在动？从布朗运动学到的教训 /016
- ◆从粒子的碰撞轨迹看出端倪：云室和泡室 /018
- ◆让原子高速对撞：威力强大的粒子加速器 /020
- ◆镜中的谜样物质：发现反粒子 /022
- ◆绚丽的弧线和轨迹：寻觅基本粒子 /024
- ◆粒子动物园：介子、费米子、玻色子、胶子…… /026
- ◆测不准？但是抓得到！粒子探测器 /028
- ◆重现大爆炸：探寻物质的起源 /030
- ◆晶体真是美丽：X射线衍射分析分子结构 /032
- ◆虚拟化学：用电脑来建构分子模型 /034
- ◆纳米级的等离线图：扫描隧道式显微镜下的原子 /036
- ◆粒子是物质还是波？物质具有波粒二象性 /038
- ◆量子波的图像：有如盲人点字 /040
- ◆微芯片的隐秘生活：集成电路和摩尔定律 /042
- ◆纳米世界：把一个个原子堆叠成物质 /044

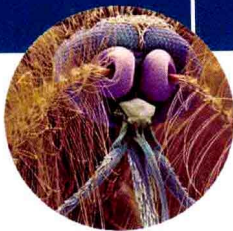
- ◆ 界定生命的分际：病毒是“生物”吗？/048
- ◆ 看得更精细：穿透式电子显微镜下的生物体 /050
 - ◆ 让生物发光：荧光显微镜技术 /052
 - ◆ 绿意生机：把阳光化为生命 /054
 - ◆ 粒粒皆不同：花粉粒的独特造型 /056
- ◆ 怪兽展示场：扫描式电子显微镜呈现的昆虫特写 /058
- ◆ 当科学成为艺术：电子显微镜影像染上人为色彩 /060
 - ◆ 拥挤的生态环境：灰尘里的隐秘生物 /062
- ◆ 我们体内的往来交通：从没见过的血细胞细微构造 /064
 - ◆ 记录生机：看见活生生的完整细胞 /066
 - ◆ 电子错觉：来自火星的微生物 /068



46

第2章

显微镜下的虫子



70 第3章 不动刀的解剖学

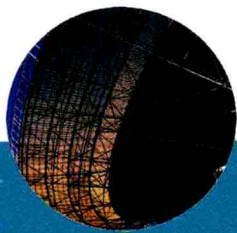
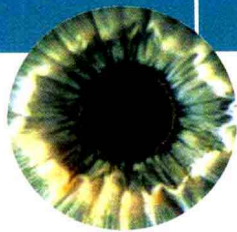
- ◆ 百年医学功勋：发现 X 射线 /072
- ◆ 画作底下的瑕疵品：用射线来剖析艺术创作 /074
- ◆ 把研究对象“切片”：电脑断层扫描 /076
- ◆ 不必掉泪的考古学：扫描脆弱的文物 /078
- ◆ 图唐卡门案：用新工具来侦办远古谋杀案 /080
- ◆ 效法海豚：人体的超声波图像 /082
- ◆ 解读人类密码：我们的行为是由基因控制的吗？/084
- ◆ 透明的身体：磁共振造影技术 /086
- ◆ 澎湃血流：磁共振血管摄影 /088
- ◆ 抓住思维：观察脑部的活动 /090
- ◆ 寻找自我：记录脑部的电场 /092
- ◆ 脑中圣灵：超觉状态的影像 /094
- ◆ 可视人：多层次的人体全身模型 /096
- ◆ 终极扫描仪：开发太赫波段 /098

- ◆我们看到的影像：人类的视觉能力 /102
 - ◆蜂类的视觉：昆虫和紫外线视觉 /104
- ◆真相曝光：紫外线在法医学上的应用 /106
- ◆伪科学？克里安照相术和超自然现象 /108
 - ◆追热：探测人类的体热 /110
- ◆驭流飞行：捕捉空气的隐秘动态 /112
 - ◆身受监视：隐私无所藏 /114
- ◆无处藏身：后向散射 X 射线技术 /116
- ◆活生生的城市：城市中的时间之流 /118
 - ◆老大哥：监看我们的日常生活 /120

100

第4章

超越视觉极限



122

第5章

宇宙中的回声

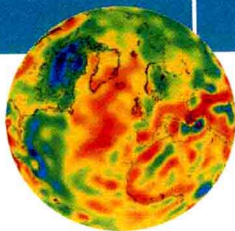
- ◆测定距离：雷达的典型扫描方法 /124
- ◆观测世界：从卫星轨道上仔细观察 /126
- ◆雷达考古学：搜寻湮灭的文明踪迹 /128
- ◆终极地图：以雷达资料建构逼真的地貌模型 /130
- ◆拥挤的天空：空中航行管制 /132
- ◆照亮夜空：人类的踪迹遍布全球 /134
- ◆看到风吹：画出气象的动态 /136
- ◆酝酿中的暴风雨：极端气候的图像 /138
- ◆警示征兆：从化学线索看出气候变化 /140
- ◆深入海底：用声音来测绘海床 /142
- ◆曾经发生过的撞击地球事件：用地震波资料建立陨石坑模型 /144
- ◆地质板块位移：看出地质剧变 /146
- ◆勘探宝藏：用太空光谱学来探测矿床 /148
- ◆起伏的重力场：地球重力的不均匀现象 /150

- ◆微妙的平衡：活生生的地球 /154
- ◆回头看地球：能不能从远方探测到地球上的生命？/156
 - ◆外星的景象：用雷达绘制的金星地貌 /158
 - ◆宛如亲临现场：火星地形的虚拟模型 /160
 - ◆火星上的水：勘测火星的化学成分 /162
- ◆永不停歇的庞然大物：行星周围的电磁能量 /164
 - ◆神秘的卫星：小行星上的惊人发现 /166
 - ◆烈焰之下：看穿太阳的奇妙构造 /168
 - ◆恒星的诞生：模拟太阳形成的模型 /170
 - ◆垂死的恒星：超新星爆炸 /172
 - ◆宇宙怪物：黑洞的恐怖威力 /174
 - ◆恒星的世代差距：星系的紫外线图像 /176
- ◆一亿颗太阳的威力：神秘的 γ 射线爆发 /178
 - ◆嘈杂的宇宙：用射电波来成像 /180
 - ◆创世的回声：大爆炸残余的微波 /182
- ◆宇宙万物大半遗失：寻找暗物质和暗能量 /184

152

第6章

我们在宇宙中的地位



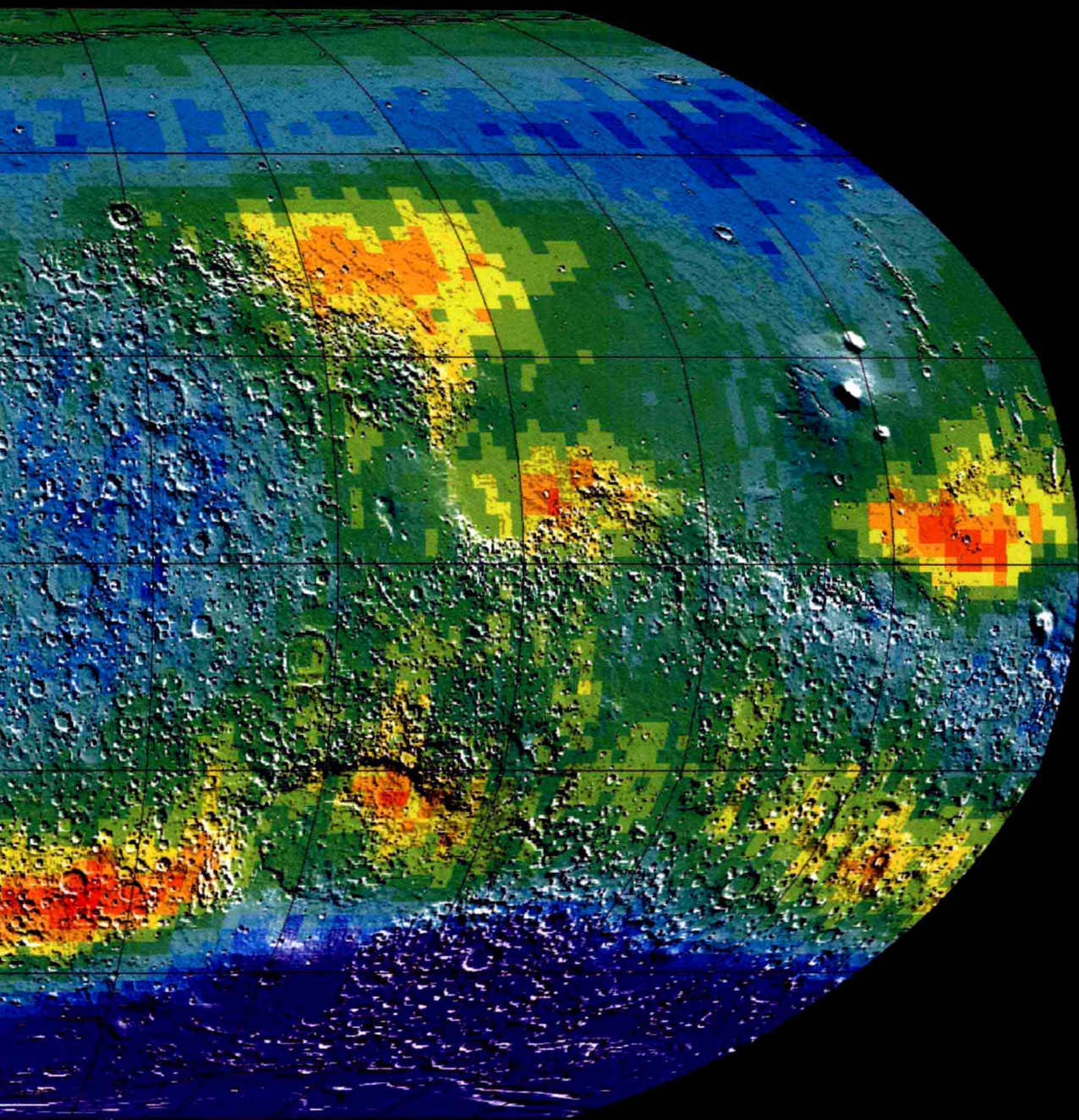
186

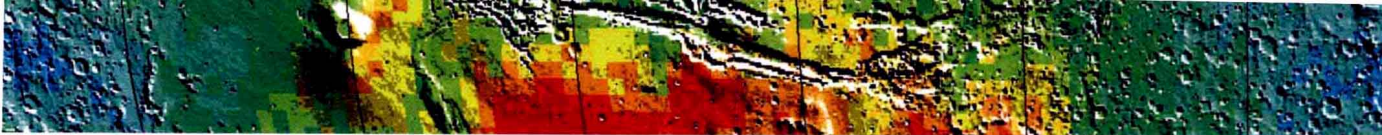
第7章

光线之外

- ◆大自然中的数学：斐波那契数列与黄金比 /188
- ◆数学望远镜：用电脑绘出分形图案 /190
- ◆湍流的世界：模拟流体的动态 /192
- ◆完美的物体：数学抽象模型是源自真实世界吗？/194
- ◆电子花园：模拟植物的生长 /196
- ◆生命是不是一场游戏？自然界的运作方式 /198
- ◆比生命更真实：我们如何判断数字特技的真实性 /200
- ◆不可思议的宇宙：超过四个维度来思考 /202
- ◆多重宇宙：宇宙是不是只有一个？/204
- ◆真相美吗？对称和简洁的诱惑 /206
- ◆看到是什么意思？我们如何感受色彩？/208
- ◆宇宙电脑：真实是不是一种假象？/210
- ◆预测末日：设想我们的可能结局 /212
- ◆吸引外界注意：送往太空的信息 /214

致谢 /216





序

肉眼看不见的世界

几年前，我和几个朋友在英格兰南岸旅游，前往著名的观光胜地“滩头岬”（beachy head）。滩头岬并不是以海滩著称，那里最特别的是笔直耸立的白垩峭壁，崖顶长满鲜绿嫩草。当天艳阳高照，碧蓝天空美不胜收，还有棉絮般的白云点点散布。各色野花娇艳绽放，装点那片青翠欲滴的葱绿草场，还有海鸟在上空盘绕尖啸。那个夏日的午后真是太美了，友人也不禁赞叹这美好景象。

这时，我突然有种感觉，只能用眩晕来形容：那种感受称得上是恐慌，倏然涌起，好像我就要跌入无底深渊。我只得坐下喘息片刻才能回过气。

不是因为悬崖太高，让我丧胆，不是的。当时我是思绪狂涌，觉得面对这片美妙景致，自己却完全视若无睹。蓝天，绿草，艳阳高照，这一切似乎都像是凡俗的帘幕假象，遮掩住真实的世界。我的视力完全正常，却觉得自己实际上似乎是完全看不到东西。峭壁、大海还有无边的天空都是那么不可捉摸，我觉得这一切都像是在嘲笑我。多彩的表象都好像是藏匿在烟幕后，我知道，这片壮丽景象背后的“真相”，一定更为丰富，也更为微妙。

在我头顶盘绕的鸟儿，都感受得到磁场；昆虫能够对移动的阳光做出反应；草、花也都能映射出紫外光。我们周围的一切，都会爆射出无线电波，而太阳还放射出炽烈的红外线和紫外线能量，强度照理讲应该会让我们的感官受不了。结果我们对这一切，却几乎都是熟视无睹。

这种感觉倏忽即逝，再也不曾涌现，却已经点燃我的欲念，希望能设法构建出世界的“真正”相貌，并探究出其中的“真相”。我们的肉眼所见，就算是在夏天午后最晴朗的日光下所看到的，也只不过是实际表象的极小部分。除了我们熟悉的彩虹可见色彩之外，大自然还藏匿了各式各样肉眼看不见的能量，种类远比我们所见得多。宇宙还有隐秘的部分，这个深奥、美丽但肉眼看不见的世界，一直是完全隐匿，直到近代才为人察觉。

前页是中子光谱仪拍摄的火星表土氢原子分布图。这部光谱仪装载在火星全球测量者号太空船上，一同航向火星。图中蓝色部分就是束缚在冰中的氢原子，显示火星上有大量的冰存在。



从原子到无垠宇宙，我们发现了种种模式和作用力、形状和物体。我们对这些东西都是熟视无睹，自然演化的视觉感官在此无能为力。这些发现都是在我们超越了极限，学会用其他方式来描绘图像之后才实现的。《美丽新视界》就是探讨这些图像的产生方式，以及我们可以怎样解读。

同时我们也深入原子核心（第1章），进入最细小的生命分子，并目睹藏身尘埃微粒，埋伏掠食的怪兽（第2章）。我们用扫描装置来检视人类的心思和肉体的细腻运作，结果就连最荒诞的科幻预言也瞠乎其后（第3章）。我们观看地球精彩的隐秘生活，用声波、无线电波、红外线和紫外线来揭露奥秘（第4章、第5章）。我们还把塑造地球、太阳、其他恒星和星系外观的巨大力量和壮阔能量描绘出来（第6章），这一切，我们通常都视而不见。我们还运用电脑，推演现代数学的抽象过程，眼见美得让人难忘，却并不存在的事物（第7章），这些现象告诉我们有关自然界的奥妙真相。

我们得以从不同角度，窥见现实的最终结构，从最小的物质组成，到整个宇宙的面貌。我们探索某处神秘的中间地带，科学和艺术似乎就在此汇聚。

这里也提出迷人的问题。有没有可能拍出原子的照片（见46页）？用电子显微镜拍摄的跳蚤图像，是谁添加了人工色彩，这又是为了什么（见70页）？用放射性断层扫描来探究心智，究竟能显示出哪些意识现象，办得到吗（见100页）？用 γ 射线描绘的火星冰（水）蕴藏图示，在什么状况下，表象并不能显示全貌（见172页）？我们能不能真正“看到”捉摸不定的微波能量的证据，确认宇宙是一次大爆炸所创造的（见192页）？我们是不是每天都还要碰到迄今未知的自然模式？或者是不是最新的扫描技术，我们的电子仪器，只能揭露我们预想的现象？

如果《美丽新视界》能够达成写作目标，那么我们就可以开始潜心思索，夏日晴朗午后的真实相貌为何——但愿我们有那种视觉能力来观看。

绪论



绪论

隐秘的彩虹

电磁波谱有极广泛的范畴，超出人类肉眼的可见范围。这类波谱在现代科技界占有极重要的角色，我们也已经了解，该如何转换这类波谱，化为我们看得到的影像。

电磁波谱数，波长各不相同。波长很长的有无线电波，波长可达到建筑物的大小，波长很短的有 γ 射线，波长比原子核的直径还短。电磁波是由电场和磁场交织构成，一起移动穿越空间，同时彼此垂直振荡。波长愈短，能量愈高。电磁波谱的一端是 γ 射线，波长很短，强而有力，能够射入实体造成严重破坏。另一端是波长最长、波峰间距最远的无线电波，能量极低，现实世界几乎感觉不到它的存在。

光子 (photon) 是携带电磁能量的基本粒子。光子不具质量，却能够传递能量：这种理念非常微妙。另一种观点却认为，光是一种波，能跨越空间四散传布，两种见解很难兼容。尽管我们的肉眼只能看到电磁波谱的有限范围，其实所有的电磁辐射都可以视为是“光”。

光子是从原子射出的，原子内的电子（一种环绕原子核运行的粒子）因受热或受到某种能量冲击，冲上较高能量的轨道，随后在落回原有较低层轨道之际，便会释出多余的能量，这时射出的就是光子。起初施加给电子的能量愈高，电子便会移送上更高层的轨道，当电子落回低层轨道的时候，所释出的光子能量就愈高。

然而，不管是吸收或释出能量，都只能以个别封包形式转移，这种分离的能量封包就称为“量子”。正是如此，燃烧不同元素的原子时，才会射出特定色彩的光，各具不同的波长（光子能量），因为环绕不同元素原子核运转的电子，排列方式各不相同。

低能量的光子（例如无线电波），运行方式像波，而较高能量的光子（例如 X 射线）便像粒子。这里我们就遇到非常难解的光谱特征。光束果真

前页是由航天飞机装载的照相机在夜间拍摄的都市和城镇图。经过好多次的轨道绕行，做了多次扫描，才组合成这幅完整图像，图中的光量也经过校准，所呈现的影像能精确反映相对亮度。

是一种连续波，或者是一群分离的粒子吗？波长的尺寸变幻无穷，而光子的能量却并非如此。现代物理学已经证实，这两种观点都正确，差别就看我们如何运用和测量光线。

科学家和设计仪器的人都是各依当时所需，采用不同的描述方式来运用光线：当成起伏的波，或是视为像子弹的光子。一切有关电磁辐射的思维方式，都可以用精密的数学运算来互相验证。波长始终是等于光速除以频率，光子所含的能量也始终与频率成正比，而两者的比则始终等于普朗克常量（Planck's constant）。[普朗克常量是德国物理学家普朗克（Max Planck, 1858~1947）发现的，为纪念他而命名，这项成果预示量子理论的诞生]。普朗克常量和光速似乎都永恒不变，是自然律规定的固定数值。

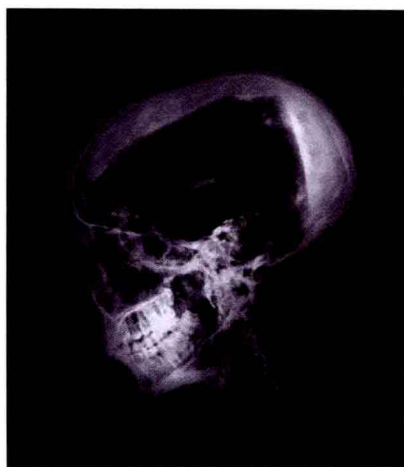
波长 = 光速 ÷ 频率

能量 = 普朗克常量 × 频率

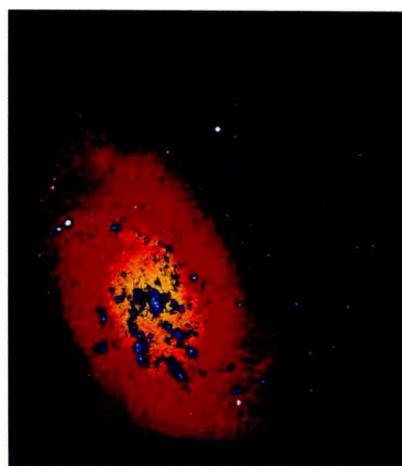
我们必须把粒子和波的类比同时放在重要位置，就像小说家奥威尔（George Orwell, 1903~1950）在名著《一九八四》中提到的“双重思考”。很难想象波会致密到可以冲入原子，只和一个电子互撞，却毫不影响相邻的其他电子，然而X射线波却能够做到。还有更难想象的怪事，光子真的能够弥漫到整个空间变成建筑物尺度的长波？而无线电光子却可以做到这点。

按照直觉，这两种现象都不合理，不过对这些现象的数学描述，却名列人类智慧的美妙结晶，根据这类研究发展出来的技术，在我们的日常生活中不可或缺。从调频收音机和手机，到微波炉、太阳灯、医院的X射线机，还有天文望远镜等都是。只不过若是有人问起，电磁辐射到底是什么东西，我们大多数人仍然所知甚少。

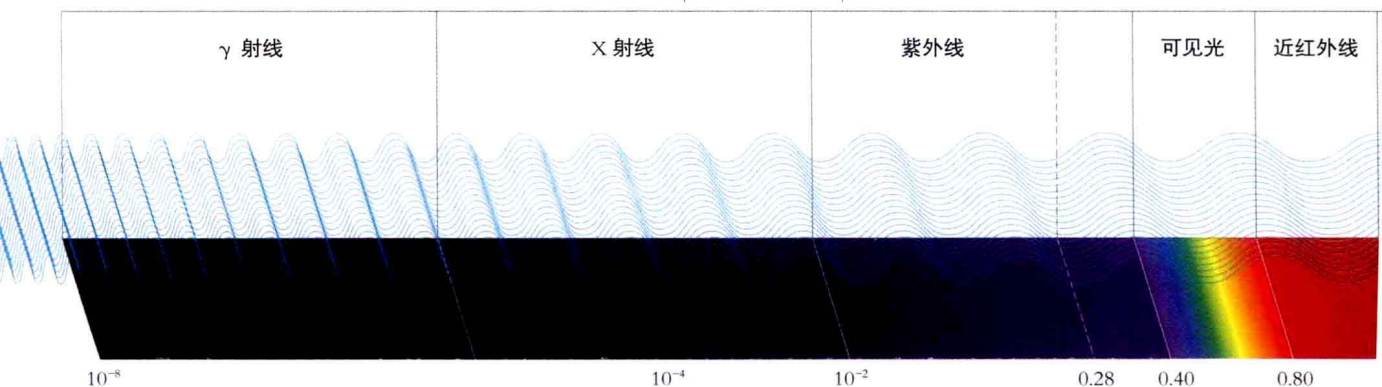
电磁波谱的排序为 G、X、U、V、I、M、R: γ 射线 (Gamma ray)、X 射线 (X-ray)、紫外线 (Ultraviolet)、可见光 (Visible Light)、红外线 (Infrared)、微波 (Microwave) 和无线电波 (Radio Wave)。(相邻波段有一定范围的重叠。) 波长通常是以米来表示, 有时则写成分数, 不过为方便起见, 通常是以 10 的乘幂来表示。可见光的波长都是以纳米表示 (1 纳米



医界运用 X 射线已经有 100 年了。短波的射线通过身体, 并以摄影胶片感光, 骨头和较致密的组织, 则在胶片上留下阴影。



太空望远镜装有紫外线仪, 能观测遥远的星系, 看出较深层的构造和生命周期。恒星释出的电磁能量, 只有少部分为可见光。

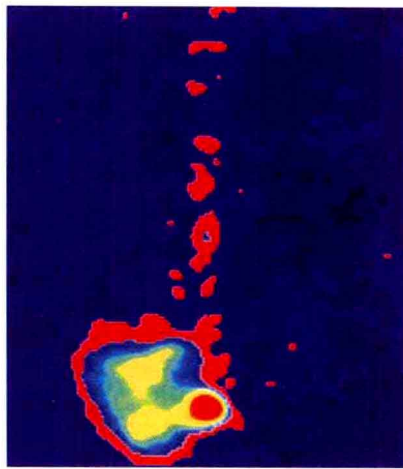


等于 10^{-9} 米)。频率是以波的每秒振动次数来表示（单位为赫兹）。至于 X 射线和 γ 射线，通常以所含的能量来代表，能量和频率成正比。

《美丽新视界》的灵感是来自采可见光以外的波长来绘制图像的各种技术。不过，书中也纳入了几种“无形的”现象，如重力和声波，此外还有若干很难用仪器来绘制的自然模式。



太空人在轨道上看到的地球，是个被光线照亮的美丽蓝色球体。运用红外线和微波的自动仪器，能够拍下完全不同的地球景象。



我们都习惯“收听”无线电广播，天文学家则学会“收看”从深远太空射来的射电波。无垠的宇宙充满了强有力的无线电源。

