

3ds Max

经典教程高级篇

——解析CG灯光技术

f
Focal
Press

[美] Darren Brooker 著
刘新军 李小萍 译

Autodesk 传媒娱乐名誉出品，
杰出CG特效大师倾情奉献！

Autodesk®

Media and Entertainment
Techniques

DVD

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

3ds Max

经典教程高级篇

——解析CG灯光技术

[美] Darren Brooker 著
刘新军 李小萍 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

3ds Max经典教程. 高级篇: 解析CG灯光技术 / (美) 布鲁克(Brooker, D.) 著; 刘新军, 李小萍译. —北京: 人民邮电出版社, 2009.2
ISBN 978-7-115-19011-6

I. 3… II. ①布…②刘…③李… III. 三维—动画—图形软件, 3ds Max—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第161858号

版权声明

Essential CG Lighting Techniques with 3ds Max, 1st Edition by Darren Brooker, ISBN 978-0240520223
Focal Press

Authorized Simplified Chinese translation edition published the Proprietor.

ISBN: 新加坡书号 981-2720081, 9789812720085

Copyright © 2006 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd., 3 Killiney Road, #08-01 Winsland House I, Singapore.
All rights reserved. First Published 2006.

Printed in China by POSTS & TELECOM PRESS under special arrangement with Elsevier (singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan.

Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore)Pte Ltd. 授权人民邮电出版社在中国境内(香港特别行政区和台湾地区除外)出版发行。

本版仅限于中国境内(香港特别行政区和台湾地区除外)出版及标价销售。未经许可之出口, 视为违反著作权法, 将受法律之制裁。

3ds Max 经典教程高级篇——解析 CG 灯光技术

- ◆ 著 [美]Darren Brooker
- 译 刘新军 李小萍
- 责任编辑 李 际
- 执行编辑 王 琳
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
- 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
- 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
- 北京精彩雅恒印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1000 1/16
- 印张: 23
- 字数: 559 千字 2009 年 2 月第 1 版
- 印数: 1-3 500 册 2009 年 2 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2008-1567 号

ISBN 978-7-115-19011-6/TP

定价: 88.00 元(附光盘)

读者服务热线: (010)67132705 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

“光线和照明是形状、空间和光线不可分割的组成部分。正是这些东西营造了氛围和对场所的感觉，以及对具有内部和外部功能的结构的表达。光线呈现纹理，照亮表面，并提供活力和生命力。”

——Le Corbusier

从动画到建筑，从电影到摄影，光线的重要作用得到了一系列学科的认同。上面引述的现代主义建筑师 Le Corbusier 的话对光线所起的重大作用进行了最具有诗意的总结。尽管谈的是建筑，但他的话简洁地表明了为什么光线在 3D 世界中如此重要。同样，他也对那些工作在整个视觉艺术领域中的人表示支持。

尽管 3D 随着软件的更新而变得日益成熟，但从其互补学科的角度来看，3D 仍然是一个相对年轻的行业。因此，那些从事 3D 工作的人可以从这些互补性学科以往的经验教训中学到很多东西。作为一个仍处于发展初期的行业，它缺乏由反复进行测试和验证的技术以及惯例构成的知识库，而是在已有艺术形式的发展中确立的。

确实，存在于电影世界中的惯例并非在一夜之间确立的，那些早期从事电影工作的人们逐渐开发了用户今天所了解的电影艺术语言。随着 3D 世界趋于成熟，它与目前电影艺术领域中已经存在的惯例相类似的那些惯例将逐渐地得到确立并被遵守。正如那些从事大型 CG 制作的人所见证的那样，这已经在发生。例如，CG 制作的操作模式已根据专业进行了分工，许多制作被分为建模、动画、光线、渲染和合成小组。

这种操作模式要求 3D 艺术家们具有某一具体领域的专业技能，同时，为了了解其他小组同事们的需求，3D 艺术家们还有必要了解整个制作流程。

为了应对这种对 3D 专业技能的需求，本书旨在成为一本对 CG 照明的技术和实践方面进行探讨的书籍。其目的是帮助用户娴熟地使用 3ds Max 所提供的照明工具，同时将那些照明

图片授权
Luciano Neves

工具放在互补性视觉艺术的照明世界中,并始终在专业计算机图形制作的现实环境中对其进行考察。本书不仅是为了帮助用户掌握成为 3D 照明专家所需要的技能,而且它还将这种技术知识放在一个更广泛的环境内,对真实照明世界的美学和理论基本原理进行了考虑。

为了精通 3D 照明技术,首先,必须对光线如何工作有一个基本的了解。你必须理解不同色调和色彩方案的感情力量,正如必须理解光源系统的构造统一场景的方式那样,它将所有的一切都组合成一个连贯的整体,以增强剧本的氛围。另外,还要重视合成和舞台表现,以及所有这些对观众所造成的心理影响。只有彻底了解了所有这些因素,才能真正成为照明艺术家。幸运的是,电影艺术、绘画、摄影、舞台设计和建筑领域确立的规则可提供许多宝贵的经验教训,帮助我们理解 3D 照明所存在的更广泛的环境。

在对照明的原理有了深刻的理解后,你将理解如何开始工作室里的其他小组的艰难工作(或者甚至偶尔隐藏失败的作品),创作出一幅幅连贯的图像,增强故事情节的情感效果。在 3D 场景被照明前,它只不过是一串多边形,随着专业照明的实施,所有相关小组都将受益。

本书旨在利用计算机图形领域已经确立的照明惯例作为基础,对那些刚开始在专业制作环境中使用的照明实践进行讨论。同时,它将利用互补性艺术,借鉴这些历史悠久学科的发展过程中得到的宝贵经验教训。

在本书的 4 个主要部分中,第 1 部分讨论理论问题,为用户在学习技术、方法和技巧之前打下坚实的基础——包括绘画、摄影、电影和电视、舞台设计和建筑。最后一部分将通过来自 3D 制作现实世界的实践知识和建议来强化这些内容,使用户能够进一步地理解这一知识。

虽然所有内容都将以通俗易懂的语言进行解释,本书的主要关注点并不是照明理论,其目的是教会用户如何借助于实战辅导所提供的理论,以及将实战辅导放在视觉艺术的整个世界内来应用这些经验教训。

本书的对象

专业用户

本书是为帮助经验丰富的 3ds Max 用户以新技术补充他们当前的知识而设计的，将为他们提供进一步的创意可能性，并帮助他们克服制作世界中不断出现的难题。

中级用户

本书是已经具有一些 3ds Max 使用知识并希望通过学习照明技术制作出更专业作品的用户的完美读物。

初学者

本书旨在以模块化的方法对 3D 照明的技巧进行深入讨论，利用旨在教授有关一般过程的实战辅导，而并非讨论复杂 3D 场景的专业性，来为用户提供一步一步的指导。

本书语调清楚、简明，没有整篇的术语。每个专业词汇都以通俗易懂的语言进行了定义，并辅之以清晰的彩色图像、图解，以及渲染。另外，还提供了实战辅导，它利用了 3ds Max 和 Combustion，本书所附的 DVD 光盘中收录了这些 Autodesk 应用程序的演示版程序。实战辅导的编写方式使其内容可方便地转换成其他 3D 解决方案。

如何使用本书

本书是以模块化的方式撰写的，信息按相关的部分组织，以提供更有效的教学辅助。第 1 部分以一种清晰、提示性的方式对照明的重要理论进行讨论。它虽然没有对理论的探讨深入到不必要的程度，但它试图在讨论 3D 照明理论之前，概括出光线的基本原理，为未来照明设计任务提供指导。特别是初学者将发现，本部分为理解光线的物理属性和性质，以及它与计算机图形学的关系提供了宝贵而易于理解的参考。

第 2 部分讨论了适用于 3D 照明的具体技术，它构成本书一半以上的内容。在前一部分理解了照明在 3D 环境中如何使用后，用户将继续学习 3D 照明的不同方面内容，每一节的理论都辅之以手把手的实战辅导。这需要关于不同照明任务的美学和理论基本原理，并归纳出一种在效率和输出方面适合专业 3D 流程的方法。

第 3 部分为高效地使用前面所介绍的技术提供了指南，并

为通过模仿和操作打破前面介绍的所有规则提供了方法和技巧，它们均为 CG 世界中非常宝贵的技巧！了解哪种技巧节省渲染时间，哪种技巧可得到最可控制的输出，这可使作为艺术家的用户以尽可能最合适和灵活的方式进行工作。

第 4 部分讨论了进一步的美学考虑，以及作为一名照明艺术家应如何考虑照明以外的东西。对合成，戏剧，以及 3D 工作更多技术方面的理解将强化前面所介绍的概念，为进一步的探索提供一些交汇点。从此开始，做好自行探索和创造的准备！

实战辅导

实战辅导是为易于阅读和理解而设计的，而非以一种系统的按部就班的方式进行阐述。同时，实战辅导还力图确保提供每个要求的数值，使用户不会感到困惑。尽管这些数值将产生与相应的图解相符的结果，但不应将它们看作是固定的来照搬套用，建议用户进行尝试，并允许偏离这些数值。

软件要求

尽管本书所讨论的概念适用于所有重要的商业 3D 应用软件，但实战辅导是为 3ds Max 演示版程序使用所设计的（在后面章节中是为 Combustion 设计的），本书所附的 DVD 光盘中收录了该程序，它们的主题也可方便地适用于任何软件应用程序。如果你使用了 Maya、Softimage XSi、LightWave 或另外的商业解决方案，这些实战辅导中所包含的技术和概念将同样适用，正如可以学到并将照明技巧应用到任何一个环境中那样。经验更加丰富的用户将能够把实战辅导直接从书面的东西转变成其独特的 3D 软件，但是，经验不太丰富的用户可能首先需要借助于 3ds Max 的演示版程序来使用实战辅导。对于初学者来说，实战辅导与 3ds Max 演示版的程序一起提供了深入学习 3D 照明技术的完美起点。

但是，应该强调的是，虽然利用最好的软件可以方便地制作出极佳的效果，但是，软件并非本书的主要关注点，本书的关注点主要在于对制作出良好照明效果的许多因素的理解。

目 录

第 1 部分 理论	1	3.4 何时伪造	49
		3.5 是否使用阴影	50
		3.6 阴影饱和度	52
第 1 章 光线理论入门	3	第 2 部分 技术	55
1.1 现实世界的照明	3		
1.2 可见光谱	4	第 4 章 基本照明技术	57
1.3 颜色混合	5	4.1 学习光线	57
1.4 人类对光线的感知	6	4.2 基本三点照明	58
1.5 色温	7	4.3 主光	59
1.6 色平衡	8	4.4 辅光	62
1.7 光线的行为	11	4.5 背光	63
1.8 了解光的性质	13	4.6 主光对辅光比值	65
1.8.1 强度	16	4.6.1 低主光和辅光光强度比值	66
1.8.2 颜色	17	4.6.2 主光对辅光的高比值	67
1.8.3 柔化	18	4.7 对比	67
1.8.4 投射	18	4.8 实战辅导——三点照明	68
1.8.5 动画	19	第 5 章 深入照明技术	73
1.8.6 阴影	20	5.1 让光线起作用	73
1.8.7 激活	21	5.2 其他光线类型	74
第 2 章 CG 光源检查	23	5.2.1 毛发光线	74
2.1 CG 中的光源	23	5.2.2 强聚光	74
2.2 标准光	24	5.2.3 轮廓光	74
2.2.1 泛光灯	24	5.2.4 背景光	74
2.2.2 点光源	25	5.3 区域光	75
2.2.3 直射光源	27	5.4 实战辅导——区域光	75
2.2.4 天光	28	5.5 阵列	79
2.2.5 区域光	28	5.6 实战辅导——光源阵列	81
2.2.6 环境光	30	5.7 天光	84
2.3 光度控制光源	31	5.8 高动态范围图像	85
2.4 CG 光源剖析	32	5.9 实战辅导——天光	87
第 3 章 了解阴影	37	第 6 章 光能传递技术	93
3.1 阴影的重要性	37	6.1 全局照明	93
3.2 阴影的技术方面	40	6.2 光线分布	94
3.3 伪造	47		

6.3 光线跟踪	96	9.2 教程——水下灯光	170
6.4 光能传递	97	9.3 教程——烛光	175
6.5 光能传递工作流程	98	第 10 章 灯光匹配	181
1. 初始质量	99	10.1 背景板	181
2. 重复细化	100	10.2 灯光参考数据	183
3. 重新聚集	100	10.3 HDR	184
6.6 实战辅导——光能传递工作流程	102	10.4 实际灯光匹配	187
第 7 章 室内照明技巧	111	10.5 无参考的匹配灯光	190
7.1 室内照明	111	10.6 教程——无参考的灯光匹配	190
7.2 室内的室外光线	114	第 11 章 Mental Ray 渲染	199
7.3 Cookies 和 Gobo	115	11.1 物理基础灯光	199
7.4 体积照明	117	11.2 教程——全局照明	202
7.5 教程——光能传递技巧	118	11.3 浮点图像	206
7.6 教程——全局照明模拟	121	11.4 教程——浮点图像	206
7.7 教程——HDR 照明	128	11.5 环境光吸收	210
7.8 人为照明	134	11.6 教程——环境光吸收	211
7.9 教程——人为照明	135	11.7 教程——Mental Ray 的焦散效果	214
第 8 章 室外照明技巧	143	11.8 渲染选项	217
8.1 绝妙的户外	143	第 12 章 游戏灯光	219
8.2 阳光	144	12.1 游戏环境	219
8.3 太阳的角度	144	12.2 DirectX	221
8.4 色温和时间	145	12.3 纹理烘培	224
8.5 天光	147	12.4 教程——材质烘培	225
8.6 阳光和天光	148	第 13 章 灯光和镜头效果	235
8.7 教程——阳光和天光	149	13.1 视觉欺骗	235
8.8 夜间	152	13.2 镜头里的世界	236
8.9 月光	152	13.3 光晕	237
8.10 教程——月光	154	13.4 教程——光晕	240
8.11 街头照明	158	13.5 镜头光斑	244
8.12 教程——室外照明装置	159	13.6 教程——镜头光斑	245
8.13 教程——霓虹灯照明	162	13.7 高光	248
第 9 章 特殊照明技巧	169	13.8 教程——高光	248
9.1 特殊照明问题	169		

第 14 章 合成	253	16.8 正空间和负空间	316
14.1 后期制作	253	16.9 三分法	317
14.2 合成	254	第 17 章 摄影和技术	321
14.3 渲染元素	257	17.1 3D 中的摄像机	321
14.4 教程——渲染元素	262	17.2 摄像机的控制	322
14.5 教程——Combustion	265	17.3 动作线	323
14.6 深入探讨合成	272	17.4 透视图	324
第 3 部分 技巧与窍门	275	17.5 观点镜头	325
		17.6 技术因素	326
第 15 章 制作	277	17.7 PAL 和 NTSC	326
15.1 高效地工作	277	17.8 屏幕高宽比	328
15.2 第一步	278	17.9 HD 和胶片	330
15.3 主光	279	17.10 过扫描	332
15.4 辅光和背光	280	17.11 区域和运动模糊	333
15.5 渲染	280	17.12 抗锯齿	334
15.6 修改	281	17.13 锐化滤镜	335
15.7 制作管道	282	17.14 软化滤镜	336
15.8 建模事宜	283	17.15 超级采样	338
15.9 纹理事宜	284	第 18 章 展望	341
15.10 进一步修改	285	18.1 深入了解照明	341
15.11 准备	288	18.2 Brazil	342
15.12 商业提案	289	18.3 finalRender	344
15.13 试验	291	18.4 Maxwell Render	346
第 4 部分 高级应用	293	18.5 V-Ray	348
		18.6 MAXScript	350
第 16 章 合成与戏剧艺术	295	18.7 插件	352
16.1 视觉叙事	295	18.8 资源网站	353
16.2 合成	296	18.9 公司网站	354
16.3 统一	299		
16.4 组合	300		
16.5 重点	302		
16.6 深度	306		
16.7 基调与戏剧艺术	311		

第1部分 理论



图片授权
Weiye Yin





1.1 现实世界的照明

人类对光线是如此地习惯，以至于在日常生活中并没有多少人能够真正地静下来去思考它，然而光线对于人类的生存具有非凡的重要性。光线控制人们的活动，影响人们的心情，也影响人们感知各种事物的方式。许多 CG 照明艺术家经常工作很长时间，甚至同常人相比，他们极不习惯于看自然光，这的确是事实，不过，对光线性质和现象的理解是用户能够有效地利用光线的一个十分重要的条件。

尽管本章旨在解释有关照明的重要理论方面的内容，但并不会对该理论深入到不必要的程度，也就是说本部分并非要写成一本物理教科书。相反，以下 3 篇短文的目的是为了概述光线的基本原理，为完全理解后面有关照明任务的部分提供指引。虽然为了充分利用光线，人们必须了解这些内容，但经验更加

图片授权

Ivan de Andres Gonzalez

丰富的照明艺术家可以跳过这些章节。然而，这些章节为了解光线的物理属性和性质提供了易于理解的参考，这对那些 3D 和照明技术刚刚入门的初学者来说尤其有用。

1.2 可见光谱

在日常生活中，人们都处于从 X 射线到无线电的各种不同的波的包围之中。这些不同类型的波之间的主要区别在于其波长。它们都是构成电磁光谱的一部分，电磁光谱包括从一端较短波长的 X 射线到另一端较长波长的无线电波。在这两个极限之间是一个人类能够看得见的很窄的波段，这就是光线。

可见光的波长更接近 X 射线端，因为其波长很短，从最小值的约 400nm 到最大值的不到 800nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)。在这个被称为可见光谱的波段中，一端是最短波长的紫外线辐射，以其对皮肤的伤害作用而著名。按照波长从小到大，顺着可见光谱从紫色依次经过紫色、蓝色、绿色、黄色、橙色和红色，最后是位于另一端的红外辐射，它可以使人感觉到热（见图 1-1）。

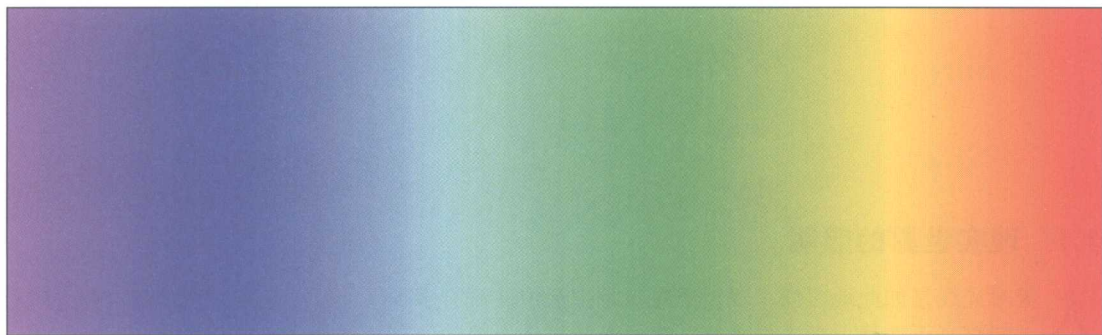
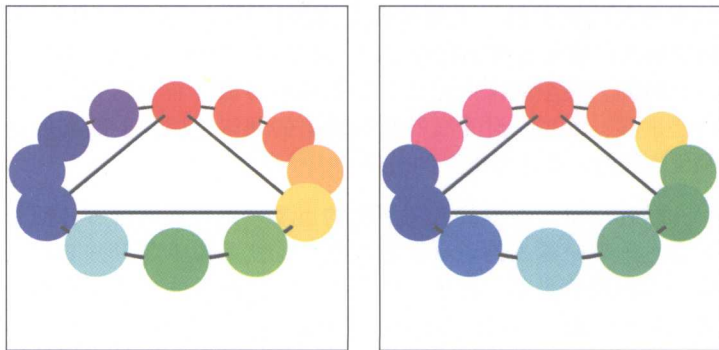


图 1-1
光线在可见光谱内的分布

图 1-2
基于色素（左）和光线（右）的色轮



1.3 颜色混合

该可见颜色光谱利用 3 种颜色的光线呈现在显示器上：红色、绿色和蓝色（RGB, red, green and blue）。这 3 种颜色是光线的基本颜色，而非从美术课上所学到的混合颜料的基础色的红色、黄色和蓝色（见图 1-2）。这是由于，颜料利用减色法进行混合，而光线利用的是加色法。3 种 RGB 原色的加色法混合形成白光。这可通过在 3D 内将红色、绿色和蓝色这 3 种光线重叠指向一个物体并进行渲染得到验证，其结果就产生了白光。这样，加色法混合应用于显示器的黑色屏，并增添 3 种光线原色来形成白光。

减色法的混合方式恰好相反。取一块白色的帆布，然后将 3 种原色混合，形成黑色。打印机就是采用减色法混合，但它并未使用红色、黄色和蓝色 3 种原色，而是使用青色、洋红色和黄色 3 种互补色作为原色。专业的打印机使用 4 色调色板，添加了黑色，通常被称为 CMYK 色彩规则（见图 1-3）。添加第 4 种墨水的主要原因是，对于大多数打印文献，为了统一版本，要求其成为纯黑色。

这些颜色混合系统的不同意味着，如果用户渲染的图像要用于打印出版，那么校准显示器色彩，以匹配所使用的打印机就显得十分重要。这个过程需要改变显示器来尽可能地匹配打印版本的色彩。然而，对于所有 3D 用户来说，无论输出介质

图 1-3

在打印过程中，青色、洋红色、黄色和黑色图板组合形成一幅彩色图像



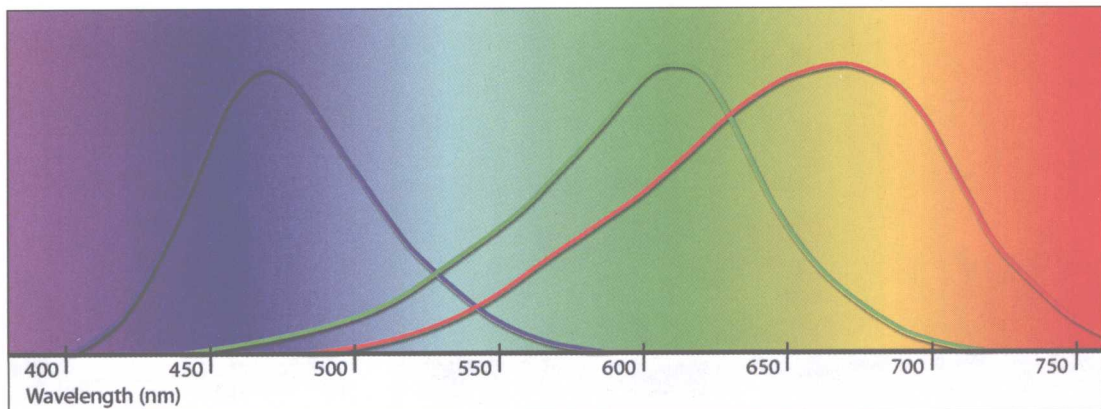
是什么，显示器色彩校准都十分重要。正如附录 A 所详细说明的那样，如果使用的显示器太亮，图像在屏幕上看起来就会很不清楚，但事实上，就需要用比实际更少的照明来进行补偿，且只利用了一部分的色调范围。于是当在其他显示器上查看时，输出将显得很暗。假如使用的显示器太暗，就会出现相反的情况。如果用户最近没有调整显示器，请确保在尝试下面部分中的任何实践技术之前遵循附录 A 所给出的详细过程来进行调整。

1.4 人类对光线的感知

图形卡设置可能使用户认为，所查看的是“真彩色”。事实上，当坐在计算机或电视前面时，人们看到的只是整个可见光谱中非常有限的部分。只有 3 种光线颜色构成屏幕上的单个像素的事实意味着，只有红色、绿色和蓝色能够被实际显示，这 3 种颜色的混合被用于表示其他波长的颜色。

人类之所以能够通过如此有限的范围感知整个可见光谱的原因在于人的眼睛工作的方式。人类的眼睛只对可见光谱的 3 个部分有反应。它们利用被称为锥体的光敏感受细胞从这 3 个区域中取样（在视网膜中有 3 种类型的锥体），每种锥体可以对不同的波长做出反应。这 3 个波长值大致对应于红色、绿色和蓝色，但又不仅仅局限于这 3 种颜色；它们对光谱区域的敏感性相互重叠，因此，RGB 调色板实际上能够对人眼睛的整个可见光谱进行逼真而又令人信服的复制（见图 1-4）。

图 1-4
人们眼睛内的锥体探测到 RGB 颜色大致对应的 3 个光谱区域内的光线



确实，正如 RGB 原色与人眼睛工作方式的关系那样，对于其他物种来说，它们必须使用其他原色来形成颜色范围。例如，鸟类是许多具有 4 种不同颜色感受器的动物之一，因此，针对这些物种的颜色系统应该使用 4 种原色，而大多数哺乳动物只需要两种原色。

1.5 色温

测量色温的系统的工作原理像摄氏温标。从摄氏温度减去 273,就得到开氏温标。其原因在于,开氏温标的起点是绝对零度,而非水的凝固温度。因此，绝对零度是 -273℃。这个温度是由物理学家威廉姆·汤普森·开尔文爵士（Lord William Thompson Kelvin）于 19 世纪末设想的，他发现：被加热的碳会因其温度的不同发出不同的颜色。增加碳的温度就会产生红光，随着温度升高，将依次产生黄光和淡蓝光，最后，随着温度进一步升高，产生紫色光。

根据这一研究建立了色温标度，这在照明设计的物理世界中最为常见。一盏具有 3275K 色温的 2000W 钨灯发出光谱黄色端的光线，尽管它包含了许多可认为是白光的其他颜色的光。应加以强调的是，色温是建立在可见颜色的基础上，而非通常所误解的灯丝的物理温度。事实上，钨的熔点为 3800K，因此，为了表示模拟日光的约 5600K 的高色温，必须使用特殊的光学镀层，通过减少蓝色的互补色来伪造日光光谱。如果用户使用

表 1-1 通用色温	
源	K
烛焰	1 900
日光：日落或日出	2 000
100 瓦家用灯泡	2 865
钨灯（500~1 000W）	3 200
荧光灯	3 200~7 500
钨灯（2 000~10 000W）	3 275~3 400
日光：早晨 / 傍晚	4 300
日光：中午	5 000
日光	5 600
阴天	6 000~7 000
夏日阳光 + 晴天	6 500
天空光	12 000~20 000

表 1-1
现实世界的色温，较低温度从红色到白光再到蓝色