

影视照明技术

YINGSHI ZHAOMING JISHU / *Technique Of Film-video Lighting*

XIANDAI CHUANMEI SHUXI · YINGSHI JISHU

夏光富 主编

邓小刚 李曼 副主编

现代传媒书系 · 影视技术

董小玉 涂涛 总主编

西南师范大学出版社
XINAN SHIFAN DAXUE CHUBANSHE

影视照明技术

YINGSHI ZHAOMING JISHU / Technique Of Film-video Lighting
XIANDAI CHUANMEI SHUXI · YINGSHI JISHU

夏光富 主编
邓小刚 李 曼 副主编

现代传媒书系 · 影视技术

董小玉 涂 涛 总主编

西南师范大学出版社
XINAN SHIFAN DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

影视照明技术/夏光富主编. —重庆:西南师范大学出版社, 2007. 9

(现代传媒书系. 影视技术/董小玉, 涂涛总主编)

ISBN 978-7-5621-3454-1

I. 影… II. 夏… III. ①电影照明②电视照明 IV. J914

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 151181 号

影视照明技术/现代传媒书系·影视技术

主 编 夏光富

副主编 邓小刚 李 曼

策划编辑:周安平 杨景罡

责任编辑:郑持军 李相勇 李俊 刘露

书籍设计:周娟 钟琛

出版发行:西南师范大学出版社

地址:重庆市北碚区天生路 1 号

邮编:400715 市场营销部电话:023—68868624

<http://www.xscbs.com>

经 销:全国新华书店

印 刷:重庆华林天美印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26

字 数:480 千字

版 次:2007 年 11 月 第 1 版

印 次:2007 年 11 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5621-3454-1

定 价:38.00 元

※本丛书的文字及图片部分均经过权利人的合法授权,但不排除个别作品因客观原因无法联系到权利人的情况,我社将把这部分作品的稿酬支付给重庆市版权保护中心,由其代为支付,请相关权利人知悉后与重庆市版权保护中心联系。电话:023—67708231

本套系列丛书主要由两大部分构成,一是基本理论序列,主要包括《影视批评纲要》、《中外电视史纲要》、《中国电影史纲要》、《外国电影史纲要》、《纪录片创作论》、《影视传媒文案》、《影视理论纲要》、《影视传播概论》、《经典影像解读》、《视听语言》、《影视导演艺术》、《动画艺术概论》等;二是基本技能序列,主要包括《影视技术概论》、《影视图像处理》、《影视照明技术》、《影视录音艺术》、《影视编辑技艺》、《影视后期合成技术》、《电视摄像技术》、《平面动画技术》、《三维动画技术》、《影视多媒体技术》、《摄影技艺》等。如此编排的目的是希望通过理论与技能的结合,通过深入浅出的论述,将复杂的影视理论与技能,以一书一重点的形式,介绍给有志于从事影视工作和研究的学生,以冀能全面提高影视专业学生的综合水平和专业素质,培养适合影视事业和文化事业发展需要的复合型人才。

本套丛书的作者既有业界的专家学者,也有来自一线的专业教师。他们在注重教学实际的同时又构建出独特的结构体系,他们力求用简明扼要的语言,使表述有理有据、层次分明。他们严谨的编写态度更是渗透在每本书的字里行间。我们可敬的编者更是在心中树立着精品意识,着力构建教材特色,本着“注重教学实践,建构独特结构;渗透前沿理念,吸纳最新成果;理论阐述精要,举例鲜活典型;案例分析具体,设计练习丰富;呈现方式亮丽,共性个性突出;文字表述规范,引文出处准确”的编纂要求,力求为广大读者打造出精品教材。

为使广大师生更加直观地领略现代传媒影像的独特魅力,我们在本书系的创作过程中,借用了部分形象生动的影像资料并加以说明。它们象征着传媒科学发展过程的一个个里程碑。我们衷心地感谢这些宝贵资料的提供者。

感谢那些为此书系出版而辛苦忙碌的人们,正是有了他们的辛勤劳动,才让我们有机会在阅读的时候,领略到现代传媒所带来的独特影像魅力。

编者

2007年8月

前言

当人类还处于茹毛饮血,刀耕火种的蛮荒时期,就开始了原始涂鸦和图腾摹画的媒介传播的信息释放。在科学和技术日趋进步和完善的今天,这种天性正被无限的放大,人类交流和传播的渴求也随着影视技术的日新月异被大大延展。著名传播学理论家麦克卢汉曾经有个经典论断:“媒介是人的延伸”。而今,影视技术则延伸了媒介。从摄影术的发明昭示着人类进入了“机器复制时代”(瓦尔特·本雅明)起,经过技术的加速发展,使得当初简单的摄影而今已成为以电影、电视、广告、动漫等为代表的“声光电”的综合艺术。

目录

CONTENTS

第一章 影视照明技术基础知识	001
第一节 光	001
第二节 白光与色温	042
第三节 视觉特性	047
第四节 光与色彩	053
第五节 光影结构	060
第六节 光的分类	066
第七节 光与造型	072
第二章 影视照明的主要特点	084
第一节 影视照明	084
第二节 演区照度与照明对比度	091
第三节 基本布光方法	096
第三章 影视照明灯具	116
第一节 灯具的基本要求	116
第二节 灯具的分类和名称	118
第三节 聚光灯	119
第四节 无透镜聚光灯	125
第五节 泛光灯	128
第六节 特殊效果灯	133
第七节 交、直流两用电池新闻灯与电瓶新闻灯	134
第八节 电脑效果灯	139
第九节 三基色柔光灯	147

第四章 影视照明灯光设计中的构成艺术 151

第一节 设计工作中的构成原理 151

第二节 基本形的排列设计 154

第三节 实践中的设计构成 156

第四节 光幕、光位、光束、介质对图像空间的构成 167

第五章 外景光线处理 176

第一节 自然光及影响因素 176

第二节 外景光线处理的基本方法 181

第三节 晴天条件下的光线处理 183

第四节 阴天条件下的光线处理 192

第五节 特定条件下的光线处理 195

第六节 夜景的光线处理 203

第六章 内景照明 215

第一节 内景人工光线照明的特点 215

第二节 人工光线的造型 217

第七章 人物布光 257

第一节 人物布光的概念与原理 257

第二节 人物静态主体的布光 267

第三节 双人布光 279

第四节 多人布光和人群布光 284

第五节 动态人物的布光 287

第六节 反射光布光 288

第七节 人工光与自然光混合性布光 293

第八节 人物光的处理形式 297

第八章 电视剧的布光方法 | 303

第一节 电视剧的照明设计 303

第二节 室内日景 306

第三节 室外日景 309

第四节 室内夜景 312

第五节 室外夜景 313

第六节 反光板及影子的使用 313

第九章 综合文艺节目的灯光设计 | 317

第一节 舞台布光的基本方法 317

第二节 演播室文艺节目的照明设计 334

第三节 外景文艺节目的照明设计 353

第四节 灯光制作 374

第十章 电视新闻照明 | 378

第一节 新闻演播室的照明 378

第二节 三基色柔光灯在新闻演播室的应用 383

第三节 电视新闻采访的照明 385

第十一章 虚拟演播室灯光 | 390

第一节 虚拟演播室的特点 390

第二节 虚拟演区的基本光 392

第三节 虚拟场景中的人物光 395

第四节 虚拟合成图像真实感的处理 397

主要参考文献 | 400

后记 | 401

第一章

CHAPTER 1

影视照明技术基础知识

第一节 光

一、光的基本单位

(一)光是电磁波

电磁波是在空间传播着的交变电磁场,它在真空中的传播速度约为每秒30万公里。

电磁波是一个大家族,包括了一个极广阔的区域。宇宙射线、 γ 射线、X射线、紫外线、可见光、红外线,以及雷达、电视广播、调频广播、中短波广播、电力传输等都是电磁波这个大家族中的成员,不过它们的产生方式不尽相同,波长也不同,把它们按波长(或频率)顺序排列就构成了电磁波谱。如图1.1.1。

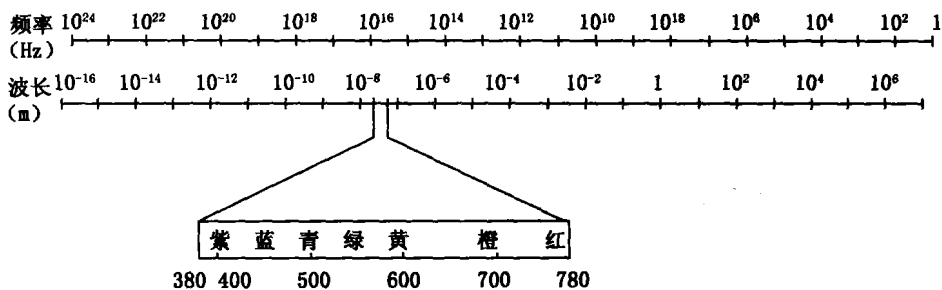


图 1.1.1 电磁波家族

电磁波谱包括从波长只有千万分之一纳米的宇宙射线到波长用米,甚至千米计的无线电波,波长或频率不同,它们的性质也就不同:在上述排列中,宇宙射线的波长最短,电力传输的波长最长。可见光只是这个大家族中的一员,是不同波长的混合光,波长范围从 380~780 nm(纳米),1 纳米等于十亿分之一米,即 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ 。在可见光范围内,不同波长对应不同颜色,波长最短的是紫色光,最长的是红色光,两者之间以紫、蓝、青、绿、黄、橙、红的次序过渡。波长比 380 nm 再短的电磁波是看不见的,因为它们在紫光的“外边”,因此,它们叫紫外线。同样的道理,波长比 780 nm 更长的电磁波也是看不见的,它们叫红外线。原则上,看得见的叫“光”,看不见的叫“线”。由于紫外线和红外线在许多地方与可见光的性质相同,也可以把紫外线和红外线叫做紫外光和红外光。

研究表明,所有电磁波在真空中传播时,具有相同的传播速度,这就是光速,用字母 C 表示。并且,光速等于波长与频率的乘积。即:

$$C = \gamma \times \nu \approx 3 \times 10^8 (\text{m/s})$$

式中: C ——光速 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ (米/秒); γ ——波长 m (米); ν ——频率 Hz (赫兹)。

值得注意的是,电磁波在介质中传播时,其频率是由辐射源决定的,它不随介质而变,但波长和速度是随介质而变的。在介质中,电磁波的传播速度为:

$$U = v \times \frac{\lambda}{n}$$

式中: U ——电磁波在介质中的传播速度; n ——介质的折射率。

表 1.1.1 几种玻璃的折射率

玻璃的种类	折射率
轻苏打石灰玻璃	1.51
中苏打石灰玻璃	1.52
轻碳酸镓铅玻璃	1.57
中碳酸镓铅玻璃	1.62
极重碳酸镓铅玻璃	1.69

(二)人眼对光的感觉

人眼的视网膜上有两种感光细胞,一种是锥状细胞,另一种是杆状细胞。锥状细胞能感觉到颜色,即有颜色感,但其感光灵敏度较低,在昏暗的条件下将失去作用。杆状细胞对外界物体只有亮度感,没有颜色感,但其灵敏度很高,在昏暗的条件下,也能辨别物体。从我们的观测经验可以知道,在很暗的条件下,

一切有色物体都会失去它们的本来色彩,看上去都是蓝灰色的。这就是视网膜上的锥状细胞失去作用而只有杆状细胞在起作用的结果。

在电影、电视中,夜景总是用蓝光做背景照明。夜景画面的一个突出特点就是画面呈现很暗的蓝色,蓝色表示夜景正是以人眼的暗视觉特性为依据的。

人眼可以看见从 380~780 nm 的电磁波,即可见光范围的电磁波。但人眼对各个波长电磁波的感觉强度不一样,也就是人眼对不同波长的光,感觉的灵敏度是不一样的。在明亮的条件下,人眼对 555 nm 的黄绿光最敏感,而偏离 555 nm 的光,人眼看上去都要打“折扣”,而且偏离 555 nm 越远,打的“折扣”越多。在昏暗的条件下,人眼对 507 nm 的光最敏感。从 380~780 nm 具有相等能量分布的光,人眼对不同波长的光感觉到的强度不一样的现象叫做人眼的光谱光效率。在明亮的条件下,叫明视觉光谱光效率;在昏暗的条件下,叫暗视觉光谱光效率。表 1.1.2 列出了 CIE(国际照明委员会)测试的人眼明视觉光谱光效率的数值;图 1.1.2 是由测试数据画成的曲线。

表 1.1.2 人眼的光谱光效率

波长(nm)	光通量(lm)	折射率	波长(nm)	光通量(lm)	折射率
380	0.000	0.00000	580	594.000	0.87000
400	0.270	0.00040	600	431.000	0.63100
420	2.730	0.00400	620	260.000	0.38100
440	15.700	0.02300	640	120.000	0.17500
460	41.000	0.06000	660	42.000	0.06100
480	95.000	0.13900	680	11.600	0.01700
500	221.000	0.32300	700	2.800	0.00410
520	485.000	0.71000	720	0.680	0.00100
540	652.000	0.95400	740	0.200	0.00030
555	683.000	1.00000	760	0.040	0.00006
560	680.000	0.99500	780	0.014	0.00002

注:1 W 点功率转换成光能的效率

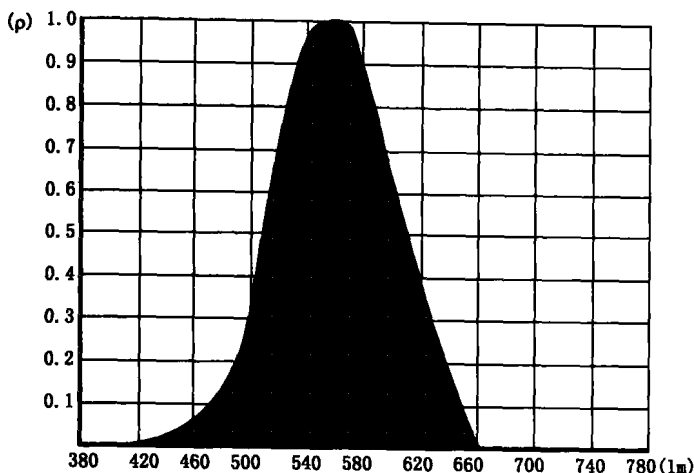


图 1.1.2 人眼的光谱光效率曲线

(三) 光的基本单位

凡是从事照明工作的人员,包括灯光师、灯光设计人员等,都应该熟悉光的几个最基本的单位。它们不但是经常使用的单位,而且是评价灯具性能,乃至场景布光离不开的。下面简单介绍几个最基本的量。

1. 光通量

照明的效果最终由人眼来评定,因此仅用能量参数来描述各类光源的光学特性是不够的,还必须引入基于人眼视觉的光量参数——光通量来衡量。

光通量也叫发光通量,它是光源在单位时间内向空间发射出的能使人产生光感的辐射能通量,常用符号 Φ 表示,单位为流明(lm)。从图 1.1.2 可以看出,由于人眼对不同波长的光灵敏度不一样,比如在白天或光线较强的地方,对波长为 555 nm 的黄绿光最灵敏,波长离 555 nm 越远,灵敏度越低,所以光通量不但与辐射的强弱有关,而且与辐射的波长有关。从 380~780 nm 的光如果功率都是 1 W,而人眼感觉到的只是光谱光效率曲线下面的部分,这部分就是使人产生光感的辐射能通量。

实验证明,当波长为 555 nm 的黄绿光的辐射功率为 1 W 时,人眼感觉量为 680 lm,可见 1 lm 就相当于波长为 555 nm 的单色辐射功率为 1/680 W 时的光通量。

一个光源的光通量就是将 380~780 nm 各个波长的电功率变成光的累计值,用数学式表达为:

$$\Phi = \int_{380}^{780} K_m P_\lambda V(\lambda) d\lambda$$

式中 Φ ——光通量, 流明(lumen, lm); K_m ——比例系数, $K_m = 683 \text{ lm/W}$; P_λ ——波长为 λ 的光源辐射功率, W; $V(\lambda)$ ——人眼的光谱光效率; λ ——光波波长, nm。

2. 发光强度

桌子上方有一盏无罩的白炽灯, 在加上灯罩后, 桌面显得亮多了。同一灯泡不加灯罩与加灯罩, 它所发出的光通量是一样的, 只不过加上灯罩后, 光线经灯罩的反射, 使光通量在空间的分布状况发生了变化, 射向桌面的光通量比未加灯罩时增多了。因此, 在照明技术中, 只知道光源所发出的总光通量是不够的, 还必须了解光通量在空间各个方向上的分布情况。

光源在空间某一特定方向上单位立体角内(每球面度)辐射的光通量空间刻度, 称为光源在该方向上的发光强度(简称光强), 它是光功率的空间密度。它的单位是(坎得拉 cd), 符号为 I 。发光强度用数学式表达为:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

式中 I ——发光强度, cd; Φ ——光通量, lm; Ω ——立体角, 球面度。

由公式我们知道, 球面度定义为球面面积与球半径平方的比值。一个球面度就是球面面积等于半径的平方时, 该面积边缘与球心连接所形成的“喇叭口”。一个完整的球, 其面积为 $4\pi R^2$, 故一个完整的球体具有 $4\pi (\approx 12.6)$ 个球面度。

3. 照度

照度用来表示被照面(点)上光的强弱。投射到被照面上的光通量与被照面的面积之比称为该面的照度, 单位是 Lx (勒克斯), 用符号 E 表示。

照度的定义用数学表达式即为:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

式中: E ——照度, Lx ; Φ ——光通量, lm; S ——被照面积, m^2 。

现在, 仍有些资料上用英尺烛光做单位, 这是英制单位。1 英尺烛光表示 1 lm 的光通量均匀地分布在 1 平方英尺的面积上所产生的照度, 也就是:

$$1 \text{ 英尺烛光} = \frac{1 \text{ 流明}}{\text{平方英尺}}$$

$$1 \text{ 英尺烛光} = 10.76 \text{ Lx}$$

1 Lx=0.0929 英尺烛光

为了对照度有一些具体的概念,表 1.1.3 列出常见的照度值。

表 1.1.3 常见的照度值

实际场所	照度(Lx)
正午露天地面的照度	10^5
满月时地面上的照度	0.2
无月夜天光在地面上产生的照度	3×10^{-4}
太阳光不直接照射的地面照度	$10^3 \sim 10^4$
晴朗的夏天采光良好的室内照度	100~500
办公室要求的照度	100~300

照度是一个向量,照度分为水平照度、垂直照度、径向照度。水平照度是与水平面垂直的照度,它的方向是与地面垂直的,如图 1.1.3;垂直照度是与垂直面垂直的照度,其方向是水平的,如图 1.1.4;从光源到任何测试点的照度称为径向照度,径向照度可分解为水平分量和垂直分量,如图 1.1.5。照度的方向是照度的一个重要参数。尤其在静态人物布光时,照度的方向和光比是至关重要的。

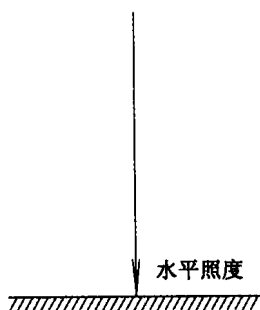


图 1.1.3 水平照度图

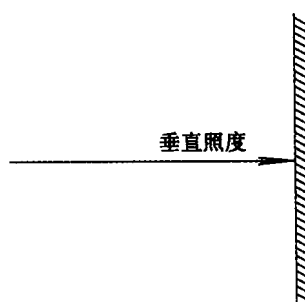


图 1.1.4 垂直照度

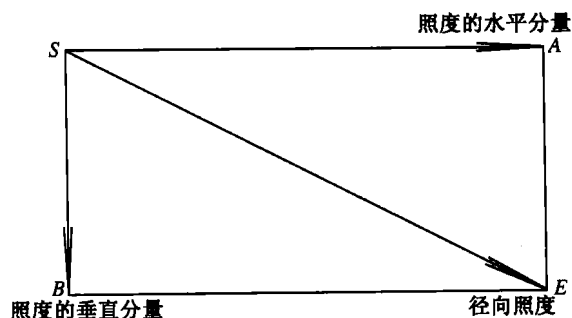


图 1.1.5 径向照度

4. 亮度

在房间内同一位置上,并排放着一个黑色和一个白色的物体,虽然它们的照度一样,但人眼看起来白色物体要亮得多,这说明了被照物体表面的照度并不能直接表达人眼对它的视觉感觉。这是因为人眼的视觉感觉是由被照物体的发光或反光在眼睛的视网膜上形成的照度而产生的。视网膜上形成的照度愈高,人眼就感到愈亮。白色物体的反光要比黑色物体强得多,所以感到白色物体比黑色物体亮得多。若把被视物体看作一个发光体,视网膜上的照度是被视物体在沿视线方向上的发光强度造成的。

发光体在视线方向单位投影面上的发光强度称为该物体表面的亮度,用符号 L 来表示,单位为:(尼特 nt),即:坎德拉每平方米 cd/m^2 。如图 1.1.6 所示。

亮度的定义用数学式表示为:

$$L = \frac{I}{S_0 \cdot \cos \alpha}$$

如果一个发光球体的发光强度为 I ,
其亮度为:

$$L = \frac{I}{\pi R^2}$$

值得注意的是,发光球体的投影面积是 πR^2 ,而不是半个球的表面积($2\pi R^2$)。还应该注意的是,发光体的亮度是一个表示发光体本身特性的量,它与观测距离无关。表 1.1.4,列举了常见发光体的亮度水平。

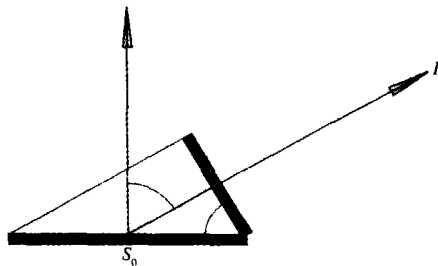


图 1.1.6 光源的亮度

表 1.1.4 常见发光体的亮度

光源	亮度(nt)
太阳	1.9×10^8
满月	2.5×10^3
无月夜空	10^4
煤油灯	1.5×10^4
乙炔灯	8×10^4
白炽灯	$5 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^7$
超高压氙灯	2.5×10^9

5. 光源的发光效率

光源所发出的光通量与该光源所消耗的电功率的比值称为该光源的发光效率,简称光源的光效。

$$\eta = \frac{\Phi}{P} (\text{lm/W})$$

式中 Φ ——光源发出的光通量,单位为 lm ; P ——光源所消耗的电功率,单位为 W ; η ——光源的发光效率,1 W 的电功率能够转变成光的流明数。

1 W 的电功率如果全部变成 555 nm 的可见光,光通量为 683 lm 。按照一般的理解,效率应是一个百分数,它能表示出有百分之多少的电能变成了可见光。但对光源来说,这样的百分数是不够严格和方便的。因为,光源辐射的电磁波,除可见光外,还有红外线和紫外线。即使在可见光范围内,还要考虑人眼的光谱光效率。这不但计算复杂,而且在使用上也不方便。因此,光源的发光效率都是用每瓦多少流明来表示的。表 1.1.5 给出了一些实际光源的发光效率。

表 1.1.5 几种实际光源的发光效率

光源	发光效率 lm/W
日光色荧光灯	40~50
卤钨灯	24
氙灯	30~40
镝灯	70~80
三基色荧光灯	85~90
高压钠灯	90~120
金属卤化物灯	85~90

6. 光源的寿命

光源的寿命分为全寿命和有效寿命两种。

光源从点燃开始到寿终的全部累计点燃时间称为光源的全寿命。而光源从点燃开始到发光效率下降到初始值的 70% 时的累计点燃时间称为该光源的有效寿命。

一般来说,大部分光源的有效寿命小于全寿命。但对卤钨灯而言,其有效寿命就是全寿命,这是因为,卤钨灯由于卤钨循环的作用,使其在寿终时,发光效率仍可达到初始发光效率的 95%~98%。

使用光源时,应注意两点。其一,光源的寿命是光源的裸点寿命,即光源在灯具外边点燃时的寿命。当把光源装入灯具后,因为散热条件较差,其寿命会

缩短很多。其二,光源的寿命为若干个光源的平均寿命。光源寿命的一致性越好,对使用者越有利。

二、光源

(一)光的光源

光在我们的日常生活中起到了重要的作用,无论是人类自身,还是人类赖以生存的环境都离不开光。白天,阳光普照大地;夜晚,各种灯光又将工厂、学校、商店和街道等照得通明。太阳和灯,给我们带来了光明。光是我们工作、学习和生活中必不可少的东西,更是影视艺术的生命所在。

虽然人们一直在和光打交道,但是,光究竟是什么东西却不是一下子就能弄清楚的。在 17 世纪,有人根据光线直线传播的现象,认为光是由许多微粒组成的,这些光微粒在均匀媒质中沿着直线方向等速飞行。但是,这种光的微粒理论不能解释光的干涉和衍射之类的现象。当时有人提出了光的波动理论,认为光是发光材料中分子振动的结果,这些振动通过一种假想的弹性媒质——以太,以水波一样的方式传播出去。光的波动理论能够解释光的干涉和衍射等现象。后来,随着科学的发展,人们才逐步认识到光是一种电磁现象。原来,光和广播用的无线电波一样,也是一种电磁波,只不过光的波长比无线电波的波长短得多。

电磁波包括的范围很广,现在已经发现的宇宙射线,波长小于几千分之一纳米,而广播用的无线电波的波长则长达上千米,它们都属于电磁波。光,仅是其中的一小部分,它包括的波长区间约从几个纳米到 1 毫米左右。这些光并不是都能看得见的,人眼所能看见的只是如图 1.1.1 中所标出的那一部分,我们把这一部分称为可见光。在可见光中,波长最短的是紫光,稍长的是蓝光,以后的顺序是青光、绿光、黄光、橙光和红光,红光的波长最长。而在不可见光中,把波长比紫光短的光称为紫外线,比红光长的叫红外线。表 1.1.6 列出紫外区、可见光区和红外区的大致的波长范围。

现在常用的光波波长单位是微米(μm 或 μ)、纳米(nm)和埃($\text{\AA}$),它们之间的关系是: $1\mu\text{m}=10^3\text{ nm}=10^4\text{ \AA}$ 。

应当指出,图 1.1.7 和表 1.1.6 只表示各个波长区间的大致范围和相互位置,并没有也不可能给出区间的严格界限。事实上,各个区域之间都是逐步过渡而不是截然分开的。