



1+X 职业技术·职业资格培训教材

# 霓虹灯制作技术

(四级)

陈大华 主编



上海交通大学出版社

“1+X”职业技术·职业资格培训教材

# 霓虹灯制作技术

(四级)

主 编	陈大华		
副主编	温伯安	于 冰	
编 委	何开贵	吴晓华	葛达三
	陆荣树	王妙康	蔡中敏
	郭清宇	陈 观	高明华
	江 涛	王梅娟	左春兰
	任秋萍	李晓旭	

上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

本书是针对霓虹灯中级技工报考霓虹灯制作员(四级)的考核要求编写的。主要内容包括霓虹灯中级技工必须掌握的霓虹灯制作的理论基础和设计实践;灯用材料、设备的性能、要求;霓虹灯制作中相关的真空技术、电路技术、安装工程;并对霓虹灯工最重要的基本功培训作了详尽阐述。全书文字通俗、理论深入浅出,侧重于中级技工动手能力和实际操作,内容翔实、实用性强,适用于霓虹灯制作员(四级)的考级培训。

## 图书在版编目(CIP)数据

霓虹灯制作技术:四级/陈大华主编. —上海:  
上海交通大学出版社, 2007  
(1 + X 职业技术职业资格培训教材)  
ISBN 7-313-04567-0

I. 霓... II. 陈... III. 辉光放电灯 - 生产工艺 -  
技术培训 - 教材 IV. TM923.327

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107006 号

## 霓虹灯制作技术

(四级)

陈大华 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm × 1092mm 1/16 印张:10.25 字数:248 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 3050

ISBN 7-313-04567-0/TM · 126 定价:20.00 元

---

版权所有 侵权必究

# 前 言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。

本教材虽结合上海市对职业标准的提升而开发,适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核,同时,也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作,由于时间紧迫,不足之处在所难免,欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

## 编者的话

霓虹灯已经历了百年的光辉历程,对人类文明有其独特贡献,对促进人类社会的经济繁荣功不可没。它身披辉煌跨入了新世纪的门槛,在现代装饰照明中仍以其特有的优势和魅力独领风骚,成为现代文明社会和都市夜景中的一朵奇葩,给人们的生活增添了愉悦,托起了社会繁荣的希望。

入夜,华灯齐放,“火树银花不夜天”,霓虹灯把城市装点得色彩斑斓、绚丽夺目。放眼望去,各种美丽的文字、造型各异的图案千姿百态;闪烁跳动的色彩似流水行云;高楼建筑流光溢彩;橱窗里珠光宝气,灯红酒绿交相辉映;似天上彩虹,像人间银河,更酷似一个梦幻世界。在这片争奇斗艳灯的海洋中,霓虹灯得艳独娇。

霓虹灯经过百年发展,集美术、工艺、技术、造型、高科技于一身,日臻成熟完善。从当年法国皇家的宫廷装饰发展到今天的大众传媒,备受青睐。迄今为止,在我国已发展成为拥有1万余家中小霓虹灯企业的庞大产业,直接从业人员达10万以上,年产值超过30亿人民币。产品除满足国内市场需要外,还出口欧、美、中东和亚洲各国。市场前景方兴未艾,炙手可热。

鉴于霓虹灯制作多系手工完成,故对霓虹灯制作员的素质有很高的要求,手艺必须过硬,技术要精益求精,还必须具有一定的人文素养,方能适应职业技能要求,在激烈的市场竞争中才能立于不败。因此,规范霓虹灯制作员等级培训标准,不仅是职业要求,也是顺应市场需要。《霓虹灯制作技术》就是根据上海市职业技能考核培训中心要求而组织编写的。《霓虹灯制作技术》共分四册(五、四、三、二级),每册的内容分别对应于霓虹灯制作员初级、中级、高级技工和技师的考核培训要求。

《霓虹灯制作技术》的基本内容以霓虹灯科技为基础,详尽阐述霓虹灯发光机理、光电特性、设计理论、制作实践、灯工技术,对与霓虹灯制造密切关联的灯用材料、真空技术、电器设备、控制技术、工程安装等都作了系统介绍。因考核等级的差别,内容逐渐向深度、广度延伸,特别在三级、二级教材中增加了计算机辅助设计章节,对Photoshop和Coreldraw软件的应用,作了实用性的解析,对从事霓虹灯的设计、创意、制作以及动态变化等都会有很大裨益。

在编写过程中,我们曾参阅了大量的资料和著作,力图将当今国内外霓虹灯制作的新理

## 编者的话

---

念、新知识、新技术收入书中,俾为广大霓虹灯企业服务,为促进我国霓虹灯业的发展、进步作绵薄贡献。在此谨向为《霓虹灯制作技术》的出版给予鼓励和帮助的同仁朋友一并致以谢忱,并欢迎各界朋友对书中内容斧正和赐教。

编者

2006年10月于沪

# 目 录

---

<b>第一章 霓虹灯科学起源</b> .....	( 1 )
第一节 霓虹灯名字的由来 .....	( 1 )
第二节 霓虹灯科学起源 .....	( 1 )
第三节 我国霓虹灯科技发展史 .....	( 3 )
<b>第二章 光,视觉与照明的一般概念</b> .....	( 4 )
第一节 光 .....	( 4 )
第二节 视觉 .....	( 7 )
第三节 照明术语和单位 .....	( 9 )
<b>第三章 霓虹电器</b> .....	( 11 )
第一节 电工学基础 .....	( 11 )
第二节 漏磁变压器 .....	( 16 )
第三节 霓虹灯电子变压器 .....	( 19 )
<b>第四章 霓虹灯工作原理</b> .....	( 24 )
第一节 气体放电与原子的受激光辐射 .....	( 24 )
第二节 气体放电的伏安特性 .....	( 27 )
第三节 辉光放电 .....	( 28 )
第四节 辉光放电的基本特征 .....	( 31 )
第五节 霓虹灯的工作过程 .....	( 32 )
第六节 原子辐射光谱霓虹灯的发光机理 .....	( 33 )
第七节 荧光粉发光霓虹灯的发光机理 .....	( 34 )
<b>第五章 霓虹灯工作特性与设计参数</b> .....	( 38 )
第一节 霓虹灯光效与正柱区长度的关系 .....	( 38 )
第二节 灯管直径对光效及管压降的影响 .....	( 40 )
第三节 霓虹灯的电压电流特性 .....	( 41 )
第四节 惰性气体的作用及其充气压力的影响 .....	( 42 )
第五节 充惰性气体霓虹灯的光输出特性 .....	( 44 )
第六节 荧光霓虹灯的光输出特性 .....	( 45 )
第七节 彩色玻璃霓虹灯的光输出特性 .....	( 47 )
<b>第六章 霓虹灯工程设计</b> .....	( 49 )



## 目 录

第一节	工程设计的前期工作	(49)
第二节	霓虹灯工程设计的程序	(49)
第三节	设计的基本内容	(51)
第四节	灯管的制作设计诸要素	(52)
第五节	设计灯管弯制图	(54)
第六节	灯管与变压器匹配设计	(55)
第七节	动态效果设计	(58)
<b>第七章</b>	<b>霓虹灯用材料</b>	<b>(61)</b>
第一节	氢、氧在霓虹灯制造中的用途	(61)
第二节	工作气体	(62)
第三节	燃料气体	(64)
第四节	金属材料	(67)
第五节	玻璃	(72)
第六节	陶瓷	(76)
第七节	云母	(77)
第八节	荧光粉	(79)
第九节	绝缘材料	(81)
<b>第八章</b>	<b>霓虹灯的真空系统及轰击变压器系统</b>	<b>(85)</b>
第一节	真空技术的概念	(85)
第二节	真空的获得	(86)
第三节	真空的测量	(90)
第四节	真空检漏	(91)
第五节	霓虹灯制造的真空系统	(92)
第六节	霓虹灯轰击除气系统和控制电路	(95)
<b>第九章</b>	<b>灯工技术</b>	<b>(98)</b>
第一节	喷灯	(98)
第二节	煤气火焰的特性与结构	(102)
第三节	煤气火焰的选择与调节	(104)
第四节	玻璃灯工的基本技术	(105)
第五节	霓虹灯管吹制技术	(107)
第六节	灯管吹制过程中应力的产生及其消除	(111)
<b>第十章</b>	<b>霓虹灯制造工艺</b>	<b>(115)</b>
第一节	工艺流程	(115)
第二节	霓虹灯玻管涂粉工艺	(116)

第三节	霓虹灯玻管的烤管工艺 .....	(120)
第四节	霓虹灯电极室制作工艺 .....	(121)
第五节	霓虹灯封口工艺 .....	(124)
第六节	霓虹灯灯管排气工艺 .....	(126)
第七节	轰击除气工艺 .....	(128)
第八节	灯管充气工艺 .....	(130)
第九节	霓虹灯的老炼 .....	(131)
第十节	霓虹灯的质量问题分析 .....	(132)
<b>第十一章</b>	<b>霓虹灯工程安装 .....</b>	<b>(133)</b>
第一节	霓虹灯招牌的施工要求 .....	(133)
第二节	霓虹灯工程的初级配线工程 .....	(134)
第三节	霓虹灯工程的次级配线工程 .....	(135)
第四节	霓虹灯的总装配 .....	(136)
第五节	霓虹灯工程中的接地工程 .....	(140)
第六节	霓虹灯工程安装后的检查与灯的试运转 .....	(140)
第七节	霓虹灯对无线电、电视的电磁波干扰问题 .....	(141)
第八节	霓虹灯的故障判断与维护 .....	(145)
<b>第十二章</b>	<b>环境保护与安全生产 .....</b>	<b>(148)</b>
第一节	燃料气体的安全使用 .....	(148)
第二节	汞污染及其防护 .....	(148)
第三节	安全用电 .....	(149)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(150)</b>

---

# 第一章 霓虹灯科学起源

---

## 第一节 霓虹灯名字的由来

霓虹灯有着一个与它的外形很般配的名字。你看那五光十色、变幻莫测的灯光,不正像天上的霓虹?你也许会猜测它的名字是据此而起的。其实“霓虹灯”这一名称是从英文词汇“NEON LAMP”一词翻译过来的。“NEON”一词是指稀有气体中的氖,因为早期的霓虹灯都是充氖气的。“NEON LAMP”一词按其词意应译为“氖气灯”。但“NEON”一词的发音恰似汉语中的“霓虹”,意思与形象十分贴切。于是“霓虹灯”成了一个绝妙的译名,一直被沿用下来。

## 第二节 霓虹灯科学起源

### 一、霓虹灯诞生的基础——真空与气体放电技术

今日的霓虹灯是以科学为父、艺术为母的。但当初它的诞生,首先要归功于科学。真空与气体放电技术为霓虹灯的诞生奠定了基础。

说到真空,古代的人们几乎不能想象。因为人类所处的自然环境中并不存在真空。1643年意大利物理学家托里拆利为了研究大气压强做了这样一个实验:将一根长约1200mm的玻璃管,封闭一端,并注满水银,将它倒立在一个盛水银的容器中,这时管内水银下降到离管外水银面高约760mm处,而在玻璃管上端出现了一段空隙。整个实验过程中没有空气进入玻璃管,托里拆利因此推断这是“真空”。当时做这个实验的目的是为了测量大气压强,但同时得到了一个重要的副产品——它使人们第一次制造出真空。

同时,人们正在探索制造真空的办法。1650年德国科学家盖里克发明了真空泵,使真空

的获得成为现实。罗伯特·玻义耳也成功制造出了真空泵,同时用自己制造的泵研究真空的性质。他发现真空容器中的铃声不能越过真空而传出来,但光、辐射热和磁都能通过,这些发现使当时的科学思想产生了很大的飞跃。

1838年,英国科学家法拉第仔细观察了真空中的放电现象。他发现整个放电空间分成一层层明暗相间的光层,同时研究了各光层的物理机理和性质,指出了法拉第暗区的存在。他还确立了各种放电形式——无声放电、辉光放电及火花放电的放电条件。

这一系列重要的物理现象的发现和研究,为霓虹灯的发明提供了理论基础。但真正的转折点是在19世纪后半叶,在此期间,J·普吕克研究了真空管中的荧光作用(1858年);英国科学家克鲁克斯和希多夫等人系统研究了真空放电现象;欧洲一些国家对气体放电现象进行了很广泛的应用性研究,这一切成为霓虹灯诞生的直接条件。

### 二、第一支霓虹灯的问世

霓虹灯的雏形最早出现在19世纪末20世纪初。它采用石墨材料做电极,在管径为45mm的透明玻璃管内充入氮气或二氧化碳气。充入氮气的霓虹灯发粉红色光,充入二氧化碳的发白色光。然后将玻璃做成所需形状,光色十分明亮。它们被称为“摩尔(Moll)霓虹灯”、“盖塞拉(Geissler)霓虹灯”。但是由于充入气体的化学性质活泼,很容易和电极起化学反应,石墨电极溅射率很高,很快在玻璃管壁形成一层薄膜,吸收充入管内的气体,使管内气压下降,因此这种霓虹灯的寿命很短,难以在实际生活中推广应用。

这个问题直到惰性气体的发现才得到解决。惰性气体由于化学性质稳定,一般情况它不与其他化学元素发生反应。用它替代化学性质活泼的气体充入霓虹灯,不会与电极发生反应,从而大大提高了霓虹灯的寿命,使霓虹灯不再是昙花一现。同时惰性气体的应用也丰富了霓虹灯的色彩,使它具有艺术性、装饰性的效果,在灯的家族中独树一帜,有其特殊地位。惰性气体的发现和制取为霓虹灯从实验室走向实际应用铺平了道路,这是霓虹灯发展历史上一项重大突破。于此,霓虹灯正式诞生。

1910年,世界上第一支商业性霓虹灯于巴黎的皇宫大厦作照明装饰获得成功。它是由法国科学家克洛德(Claude)制成的。克洛德于1915年获霓虹灯发明专利权,他多年从事霓虹灯推广应用,普及和研究,后来使霓虹灯作为机场跑道安全降落指示光源(在美国首获成功)。霓虹灯作为一种有效的广告商业媒介,很快在全世界开花结果,它的优越性被充分认识,得到社会的普遍承认和欢迎,20世纪20年代在世界各国得到迅速发展。

各国霓虹灯制造的原理、工艺材料在霓虹灯问世的20年间大都相同,其中最大的共同点就是采用无色玻璃管制作霓虹灯,因此它被视为霓虹灯发展历史上的一个阶段。它是利用辉光放电正柱区的辉光作光源,就是说充入气体的性质决定了灯的颜色。

这种霓虹灯的原理较为简单,但它也有致命的缺点。第一,它的色彩不够丰富。透明玻璃管霓虹灯的光色完全由填充气体决定。若所要求的色彩没有气体与之对应,就无法得到。因此色彩种类受到很大限制;第二,有些色彩要求的填充气体制备复杂,成本很高,导致霓虹灯价格昂贵,无法普及应用;第三,为了丰富透明玻璃管霓虹灯的色彩,常采用在玻璃管壁上涂敷其他色彩的方法,这种方法虽改善了其色彩,但降低了光效,浪费了能源;第四,制造透明玻璃管霓虹灯过程当中除气、充气工艺比较复杂,使霓虹灯成品率很低。

20世纪30年代后期,发明了荧光粉,它是一种在不可见射线轰击下能发出可见光的物质。用于霓虹灯的荧光粉,诸如钨酸盐、硼酸盐、硅酸盐、磷酸盐荧光粉,涂敷在灯管壁,在低

气压汞蒸气放电产生的短波紫外线(波长为 253.7 nm)激发下,发出数十种不同颜色的可见光,色彩大大丰富,使霓虹灯的装饰照明作用得到很大提高。荧光粉的使用提高了灯的光效,降低了灯的成本。近年发展起来的三基色荧光粉采用不同的荧光粉配比,可调节白光的光温和霓虹灯的光色,为霓虹灯的历史又开辟了一个新阶段。

### 第三节 我国霓虹灯科技发展史

霓虹灯于 1926 年传入我国。当时的资本主义国家对我国实行经济侵略,为了在商业竞争中取胜,将霓虹灯作为招徕顾客的手段引入我国。霓虹灯第一次出现在上海南京东路上的伊文思图书公司的陈列橱窗里为“皇家”牌打字机做广告。1927 年我国第一家霓虹灯制造厂——上海远东化学制造厂为上海中央大旅社制作安装了霓虹灯招牌。

到 20 世纪 30 年代中期,我国已出现了一批初具规模的霓虹灯生产厂家,如上海的“金光”、“中国”、天津的“天虹”、重庆的“大中华”,做工精细、质量优良。但这些厂大多由外国人控制,雇佣中国工人制作,而且霓虹灯的主要原材料依靠进口。因此,中国还没有自己独立的霓虹灯工业。直到 20 世纪 30 年代末我国自制成功了霓虹灯变压器,1945 年制成荧光粉,1951 年试制出氩、氖等惰性气体,才实现了霓虹灯全部原料、器件国产化,从此有了中国自己的霓虹灯工业。1949 年解放时,全国约有霓虹灯制造厂 30 余家。

由于历史的原因,解放后 30 年霓虹灯工业一直处于停滞状态。直到改革开放的春风吹遍神州大地,国民经济蓬勃发展,霓虹灯工业迎来了第二个春天,仅 20 世纪 80 年代 10 年间,全国各地霓虹灯厂家如雨后春笋般地涌了出来;到 1990 年止,全国霓虹灯制造厂和原料、器件厂已达 300 余家;到 2005 年止,15 年间全国霓虹灯生产企业已达 10 000 余家。霓虹灯的需求量激增。电光源行业将霓虹灯制造技术列为重点来研究。1991 年 5 月,在上海召开了全国首届霓虹灯科技研讨会,交流国内外霓虹灯发展情况,研究其制造工艺。1994 年 6 月,在江苏省苏州市,由中国照明学会电光源专业委员会、北京电光源研究所和复旦大学电光源研究所联合组织和筹办了第二届全国霓虹灯科技研讨会。鉴于霓虹灯的产业发展和科学进步,引起国家相关部门的重视。2005 年,国家民政部先后批复了三个社团机构:中国广告协会霓虹灯广告委员会;中国照明学会霓虹技术专业委员会;中国照明电器协会霓虹灯生产专业委员会。这些组织的学术和技术交流活动,有力地推动了我国霓虹灯工业的发展和进步。

#### 复习思考题

- (1) 什么是霓虹灯? 它的英语名字是什么?
- (2) 世界上第一支商业霓虹灯是由谁研制成功的?
- (3) 霓虹灯的一般寿命是多少?
- (4) 最早生产的霓虹灯颜色由什么决定?
- (5) 中国哪一年开始生产霓虹灯变压器的? 哪一年开始生产荧光粉? 自制惰性气体是哪一年?
- (6) 霓虹灯是哪一年传入中国上海? 它的广告内容是什么?

# 第二章 光,视觉与照明的一般概念

## 第一节 光

### 一、光的定义

光无处不在,生活在这个世界里,我们的日常生活和各种行为都是围绕着光来进行的。

宇宙造就了太阳系,地球是太阳系中一颗行星。亿万年来,地球上普照太阳光芒,阳光下万物斗艳、色彩斑斓,是自然景象之一。而“照明”却是特指人工光而言,夜晚各种人工光“照明”着街道、商店、学校等。太阳光与照明都反映着我们的生活环境。如果没有光和照明,则无视觉感受,更无空间可言。换言之,世界所有物体形态在我们的视觉意识和情感意识里,是由光与照明来支配和调节的。

光的空间一定也是色彩的空间,光与色的关系是一个相互依存的关系。工作环境与生活环境,公共环境与娱乐环境也要考虑光与色的适当运用。

光的自然属性令科学家们一直争论了很久。早在公元前,人类认为光是眼睛辐射出来的,照在物体上我们才能看见,认为光是触角,伸到所看见的物体上。后来认为光是来自某个照射物体的照射源,我们看到的是由物体反射而得到的。换言之,那时的人们认为光的形成来自于眼睛的光线辐射和物体的光辐射。

然而,光本身由波和粒子组成的观点一直存在,关于光的自然属性的两种观点之争一直到了近代物理学理论的发展才有了定论。

目前科学家们用两种理论来阐述光的本质:这就是“电磁波理论”和“量子论”。电磁波理论认为发光体以辐射能的形式发射光,而辐射能又以电磁波形式向外传输(见图 2-1),电磁波作用在人眼上

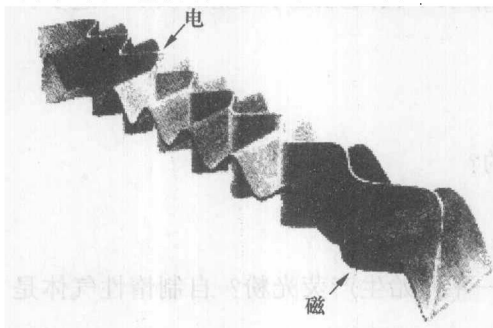


图 2-1 电磁波理论

就能产生光的感觉。

量子论认为发光体以分立的“波束”形式发射辐射能,这些波束沿直线发射出来,作用在人眼上而产生光的感觉。光在空间的运动可以用电磁波理论圆满地加以解释。光对物体(例如对阻挡光电池光度计)的效应可用量子论圆满地加以解释。

## 二、电磁光谱

约在 100 多年前,人们已证实了光的本质是电磁波,后来又搞清了在波长范围极其宽广的电磁波中,光波仅占极少的部分,如图 2-2 所示。

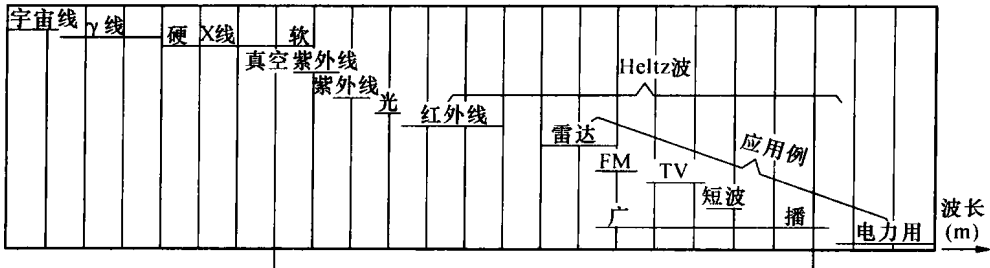


图 2-2 辐射能(电磁能)波谱

电磁波长波的一端是通信用的无线电波。其波长范围从几十千米到几个兆米。电磁波短波的一端是 X(伦琴)射线和  $\gamma$ (伽玛)射线, $\gamma$ 射线是在核反应时辐射出来的,它的波长小到甚至可和原子的直径相比。

辐射能在空气中或者在真空中的运动速度恒定不变,约为 300 000 km/s。

图 2-3 给出了光波的电磁光谱的示意图,图中波就是扰动量,波长则代表相邻波的波峰之间的距离,光学的波长单位为纳米(nm),通常用希腊字母  $\lambda$  表示。波峰之高度称为波幅,以字母 A 表示。如果我们以空间的某点为基准来测量每一个波的运动速度,即可确定波的频率。频率是指在一秒钟内通过某给定点的波数量,频率的单位为赫兹(Hz)。

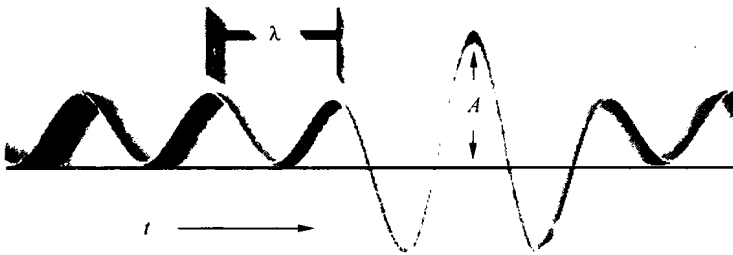


图 2-3 光波的电磁光谱

波长根据所在波谱中的不同位置可以用不同的单位表示,例如短的 X 射线可以用微微米表示,而长的电力传输波可用公里表示,光波可用纳米表示。

## 三、可见光谱

早在 1666 年,牛顿使一束光线通过一个三棱镜,从而发现光束中包含组成的红橙黄绿青蓝紫之所有颜色。可见,光谱的颜色实际上是连续光谱混合而成的,图 2-4 示出的是包含红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的可见光谱。

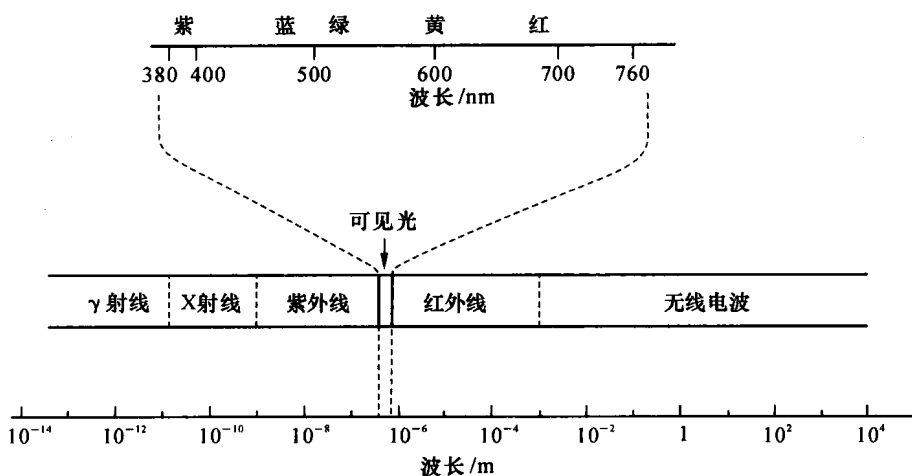


图 2-4 可见光谱

电磁波可见部分的波长范围约在 380 nm 到 780 nm 之间 (1 nm = 10 Å), 在这个范围内的各种波长, 都可凭眼睛的颜色感觉来加以区别。蓝色和紫色属于短波, 红色属于长波, 黄色和绿色处于可见波长范围的中间部分。

由表 2-1 可见, 在光辐射中能直接引起视觉效果的可见光只占较小部分, 大部分的光辐射都是紫外线和红外线。

表 2-1 光的各个波长区域

波长区域/nm	区域名称
1~280	UV - C(远紫外) } UV - B(中紫外) } UV - A(近紫外) } 紫外线
280~315	
315~380	
380~435	紫光 } 蓝、青光 } 绿光 } 黄光 } 橙光 } 红光 } 可见光
435~500	
500~566	
566~600	
600~630	
630~780	IR - A(近红外) } IR - B(中红外) } IR - C(远红外) } 红外线
780~1 400	
1 400~3 000	
3 000~1 000 000	

#### 四、紫外线波谱

紫外线是人眼见不到的。紫外线对人类的生活影响很大, 紫外线分为 UV - A 波段(光化学线), UV - B 波段(人体健康线), UV - C 波段(杀菌线)。紫外线的三种效应如图 2-5 所示。



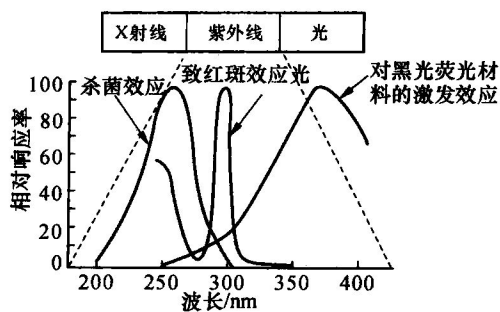


图 2-5 紫外线谱

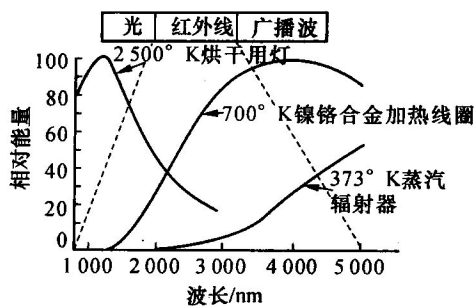


图 2-6 近红外线谱

### 五、红外线波谱

红外线也是人眼所看不到的。太阳是天然的红外线发射源。红外线波谱的范围为 780 nm 到 100  $\mu\text{m}$ 。一般地说,白炽灯可发射波长在 5 000 nm 以内的红外线。图 2-6 示出的是近红外线谱。

## 第二节 视觉

### 一、人眼的视觉

光进入人眼引起视觉是人们认识客观世界的重要途径。

#### 1. 眼睛的构造

人通过眼、耳、鼻等感官从外界获取信息,了解世界。据报道,有 80% 的信息是从视觉获得。为弄清人眼的视觉过程,有必要对人眼的构造作一剖析。

眼睛是一种精密仪器,它在很多方面与照相机相似。眼睛的构造如图 2-7 所示。

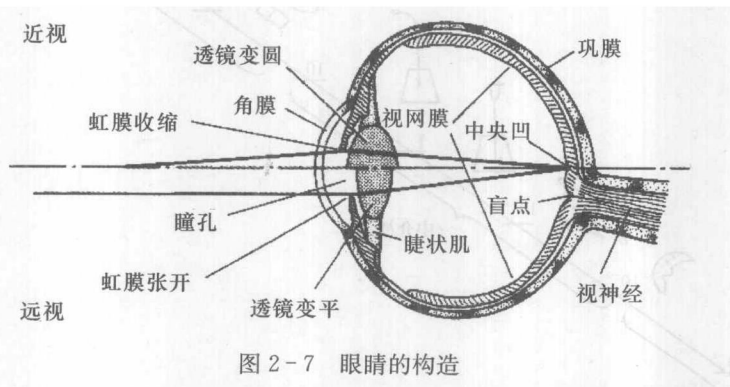


图 2-7 眼睛的构造

(1) 巩膜。巩膜是眼睛上一个质地坚硬的白色不透明体。巩膜是一个独特的球体,可以保护内部的灵敏部件,相当于相机的机壳。

(2) 视网膜。视网膜用于将进入的光线转换为能被大脑接受的电化学信号,它既是接取器又是处理器,相当于相机内的胶卷。