



中国教师发展基金会教师出版专项基金资助

JIGUANG FAZHAN SHI GAILUN

激光发展史概论

雷仕湛 刘德安 张艳丽 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中国教师发展基金会教师出版专项基金

激光发展史概论

雷仕湛 刘德安 张艳丽 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书较为详实地记录和反映了激光科学技术发展的概貌。介绍了近 60 年来激光技术的起步、开发和发展,以及应用方面取得的成果和目前的进展。内容分三篇,第一篇设想,第二篇实现,第三篇兴起和发展。

本书可供大专院校物理、光学、激光专业师生以及科学史工作者、科技研究人员和科技管理人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

激光发展史概论 / 雷仕湛, 刘德安, 张艳丽编著.

—北京: 国防工业出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-118-08854-0

I. ①激… II. ①雷… ②刘… ③张… III. ①激光技术—技术史—概论 IV. ①TN2-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 245841 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 30¼ 字数 714 千字

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 109.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

序 言

激光是 20 世纪与原子能、半导体及计算机齐名的四项重大发明之一，它为人類提供了高亮度相干光，其特殊的性能，把古老的光学技术带进了光学复兴新时代，开拓出了一系列新技术和新学科，如激光先进制造技术、激光信息处理技术、激光精密计量检测技术、激光医疗技术、激光生物技术、激光武器技术、激光惯性约束技术、激光同位素分离技术、激光推进技术、激光光谱学、激光物理学、激光化学、激光力学等，大大提高了生产、科学研究、国防建设的技术水平，以及提高了人类社会文明生活水平，同时也为人类社会创造了巨大财富。

激光技术本身也在不断发展。激光器是激光技术的本源，现在已经研制成功各式各样的激光器不下万种，它们有采用固体工作物质、气体工作物质、半导体工作物质、液体工作物质、光纤工作物质、自由电子工作物质制造的；输出激光波长有在红外波段、可见光波段、紫外光波段、X 射线波段；有连续模式输出和脉冲模式输出；有的激光器尺寸很小，只有微米量级，有的则很庞大，如足球场般大小；有的激光器输出的激光功率很小，只有微瓦量级，有的则很强，达拍瓦量级。此外，发展的激光脉冲压缩技术，能够产生的脉冲宽度只有飞秒甚至阿秒，为研究瞬态物理过程和瞬态化学过程创造了条件；发展的激光频率稳定技术，能够产生频率非常稳定的激光，频率不稳定性达 10^{-15} ，为准确计时提供了条件，这是现代航空航天、宇宙探测以及现代物理研究所必需的。

我们在享受新技术带来的科学成果的同时，也需要了解其产生的历史，只有这样才算对这门新技术有了比较全面的理解。激光技术也是在人类的生产实践过程中诞生的，它凝聚了许多科学工作者长期的辛勤劳动。

本书比较全面地介绍了激光发明历史和发展历程，介绍其工作原理，各种类型激光器和激光技术以及各类激光应用，对了解、研究、应用这门技术具有借鉴作用。激光技术还在发展，其技术和概念也在更新，期待在将来再版时补充。

中国科学院 GY 总体部主任
高功率激光物理联合实验室主任
朱健强

前 言

激光是 20 世纪的重大发明，它给人类带来了原先没有的强相干光源。相干光具有特有的传输特性和聚焦特性，使得它能够做普通光源办不到的许多事，在生产建设、社会文明建设、科学实验和国防建设中得到了广泛应用，取得了非常好的经济效益和社会效益。对一门科学技术的发明的完整认识应该是，在享受它给我们带来的财富的同时，也了解它的诞生和发展历史。国内外一些报刊杂志有过一些介绍激光的发明和发展，但不够系统，本书就是希望给读者一个比较系统、完整的介绍。

在编写过程中曾经得到许多学者朋友的热情支持和帮助。美国纽约州立大学布法罗分校激光、光子学与生物光子学研究所资深研究科学家赫光生教授、中国科学院上海光学精密机械研究所朱健强研究员详细审阅了本书的内容，并提出了宝贵意见与建议。感谢全国高校教材学术著作出版审定委员会刘思祺的支持和协助，并促成了本书的顺利出版。在此对他们一并表示衷心的感谢。

激光技术是一个很大的、不断发展的领域，我们的介绍难免会有不足和不妥之处，望读者不吝指正。

雷仕湛 刘德安 张艳丽

上海

2013 年 1 月

目 录

第一篇 设 想

第 1 章 光辐射	2
1.1 人类与光辐射	2
1.1.1 维持生命活动	2
1.1.2 产生视觉	6
1.1.3 保障健康	7
1.1.4 构筑快乐生活	19
1.1.5 扩大视野	23
1.1.6 传递信息	30
1.1.7 光谱技术分析物质结构和组成	31
1.2 光的本性	38
1.2.1 光的波动性	38
1.2.2 光的微粒说	42
1.2.3 光子	43
1.3 光的产生	46
1.3.1 自然光源	46
1.3.2 人造光源	47
1.3.3 光源的亮度	55
1.3.4 光源的相干性	56
第 2 章 受激发射光源	58

2.1 问题的提出	58
2.1.1 提高光源亮度的必要性和困难	58
2.1.2 提高光源相干性的必要性和困难	61
2.2 从微波激射器到光学激射器	63
2.2.1 微波激射器	63
2.2.2 光学激射器	64
参考文献	84

第二篇 实现

第3章 激光器问世	86
3.1 三种工作方案	86
3.1.1 汤斯和肖洛方案	86
3.1.2 贾万 (A. Javan) 工作方案	86
3.1.3 梅曼 (T. Maiman) 工作方案	87
3.2 激光器问世	88
3.2.1 世界第一台激光器	88
3.2.2 中国第一台激光器	90
3.3 第一台气体激光器问世	95
3.4 输出性能提升	99
3.4.1 改进共振腔	99
3.4.2 改进泵浦光照明方式	101
3.4.3 改善温度对激光器输出性能影响	102
3.4.4 研究变动激光器输出频率	102
3.5 高亮度、高相干性光源	102
3.5.1 高亮度	103
3.5.2 极高相干性	104
3.5.3 窄激光谱线宽度	105
参考文献	106

第三篇 兴起和发展

第4章 各种类型激光器相继问世	108
-----------------	-----

4.1 固体激光器	109
4.1.1 晶体激光器	109
4.1.2 玻璃激光器	118
4.1.3 可调谐固体激光器	121
4.2 气体激光器	131
4.2.1 惰性气体原子激光器	131
4.2.2 金属蒸气激光器	132
4.2.3 离子气体激光器	134
4.2.4 分子气体激光器	136
4.3 半导体激光器	146
4.3.1 同质结和同质结半导体激光器	147
4.3.2 异质结和异质结半导体激光器	148
4.3.3 分别限制异质结 (SCH) 激光器和大光腔 (LOC) 激光器	149
4.3.4 量子阱半导体激光器	150
4.3.5 垂直腔面发射激光器 (VCSEL)	151
4.3.6 锁模半导体激光器	153
4.4 化学激光器	154
4.4.1 光解离化学激光器	155
4.4.2 氯化氢 (HCl) 化学激光器	156
4.4.3 氟化氢 (HF) 化学激光器	158
4.4.4 氧碘化学激光器	159
4.4.5 气动化学激光器	161
4.5 染料激光器	163
4.5.1 可行性	164
4.5.2 激光染料	165
4.5.3 泵浦光源	166
4.5.4 典型激光器	168
4.6 自由电子激光器	170
4.6.1 自由电子产生辐射机制	171
4.6.2 典型激光器	171
4.7 光纤激光器	174
4.7.1 主要特点	174

4.7.2 光纤激光器结构	174
4.7.3 典型激光器	177
4.8 拍瓦激光器装置	183
4.8.1 大能量固体拍瓦激光器装置	183
4.8.2 高功率拍瓦激光器装置	191
参考文献	196
第5章 激光技术发展	198
5.1 高激光功率技术	198
5.1.1 共振腔 Q 突变	198
5.1.2 锁模	205
5.1.3 激光脉冲宽度测量	212
5.2 激光频率稳定	215
5.2.1 原子谱线中心稳频法	217
5.2.2 分子吸收线稳频法	218
5.2.3 塞曼分裂稳频法	219
参考文献	220
第6章 激光技术应用	221
6.1 激光测量距离	221
6.1.1 激光实际应用的起点	221
6.1.2 第一台激光测距机	221
6.1.3 激光测距技术	223
6.2 激光通信	225
6.2.1 期盼已久的光通信	225
6.2.2 初期的激光通信设想	227
6.2.3 光纤通信	227
6.3 激光武器	235
6.3.1 启动激光武器研究	235
6.3.2 设想	239
6.4 开发新能源	246
6.4.1 激光惯性约束核聚变合反应	246
6.4.2 激光制造核燃料	258
6.5 用于医学	262

6.5.1 激光眼科治疗	262
6.5.2 激光矫正视力	264
6.5.3 焊接和疏通血管	265
6.5.4 激光手术刀	266
6.5.5 激光动力学治疗	267
6.5.6 激光整容和美容	268
6.6 用于工业生产	270
6.6.1 激光打孔、切割和焊接	271
6.6.2 激光表面强化	282
6.6.3 激光成形	308
6.6.4 激光化学工业制造	326
6.7 用于科学研究	330
6.7.1 用作长度基准	331
6.7.2 研究原子结构	332
6.7.3 极端物理实验	339
6.7.4 激光先进加速	339
6.7.5 细胞与大生物分子研究	343
6.7.6 瞬态过程探测	351
6.8 激光安全防护技术	358
6.8.1 激光对眼睛和皮肤的损伤	359
6.8.2 激光对人体健康的损害	369
6.8.3 激光损伤机制	371
6.8.4 激光安全性评价	373
参考文献	381
第7章 开拓新学科、新技术	384
7.1 非线性光学	384
7.1.1 光频率变换	384
7.1.2 光学自聚焦和自散焦	408
7.1.3 非线性光学吸收	416
7.1.4 瞬态相干效应	421
7.2 激光光谱技术	425
7.2.1 高分辨率激光光谱	426

7.7.2 高灵敏度激光光谱	432
7.2.3 激光皮秒光谱	437
7.3 激光全息技术	440
7.3.1 激光全息原理	441
7.3.2 全息图分类	443
7.3.3 全息成像技术	445
7.3.4 全息光学元件	449
7.3.5 全息技术应用	450
7.4 激光信息存储技术	453
7.4.1 光盘信息存储	454
7.4.2 激光全息信息存储	460
7.4.3 持续光谱烧孔存储	465
7.4.4 双光子激光存储	466
7.4.5 近场光学信息存储	468
参考文献	471

第一篇

设 想



光辐射

人类与光辐射的关系密切，其重要性犹如空气和水。人类的生命活动、生存环境以及生产活动，时时刻刻都离不开光辐射，同时人类对光辐射的研究也历史悠久。

1.1 人类与光辐射

1.1.1 维持生命活动

人类的生存需要空气、水，同样也需要光，光辐射为人类的一切活动提供能量。

1. 提供生命活动的能量

机器运转要消耗能量，提供给它燃料或者通电才能正常运转；汽车、飞机由燃料燃烧产生供其消耗的能量才能够行驶、飞行。同样，人类的生命活动，如呼吸、心脏跳动、血液循环、生长发育、繁殖和机体内进行的许许多多的化学反应，以及需要从事的各种劳动、运动、社会活动也都要消耗能量。这些能量从何获得？科学家们经过长期的分析研究，现在基本上明白，生命活动所消耗的能量来自于食物，包括植物性食物，比如各种粮食、蔬菜、水果等，以及动物性食物，比如牛肉、猪肉、鸡肉、羊肉等。成年人保持恒定的体重及正常活动，每年大约需消耗 6~7 倍于其体重的食物。提供人类生存所需要的动物性食物，如牛、猪、羊等，它们的发育、生长同样也需要消耗能量，这些能量同样也是通过吃各种食物，比如草、树枝、水果、微生物等获得的。最终归结到一点，维持人类生存需要的能量主要是由各种植物性食物提供的。同样地，那些粮食作物、蔬菜、果树等植物，其发育、生长也需要消耗能量。一颗种子播种在土壤中，在适宜的条件下便可萌芽生长，随后长成株繁叶茂、体积高大的肢体，比如有的可长成高达数十米的参天大树；有植物幼苗在其最适合生长的季节里具有惊人的生长速度，如玉米在拔节期每天大约可长高 8cm，而大牡竹曾有一天增高 41cm 的记录。维持植物种子萌

芽、生长所需的营养物质，消耗的能量又是从哪里来的？科学家们很早便开始追问这个问题。

科学家推测某些原始生命经过漫长的进化，逐渐出现了光合作用功能，并通过它提供生命活动所需要的能量。1864年，德国科学家萨克斯做了这样一个实验：把绿色叶片放在暗处几小时，目的是让叶片中的营养物质消耗掉，然后把一半叶片曝露在光辐射下，另一半遮光，不接受光辐射照射。过一段时间后用碘蒸气处理叶片，发现遮光的那一半叶片没有发生颜色变化，而曝露在光辐射下的那一半叶片则呈深蓝色。这一实验结果证明了植物的绿色叶片通过光合作用在植物体内制造了淀粉等有机物，它们不仅是植物自身生长发育需要的能量物质，而且也是动物和人类的食物来源。生物学家季米里亚捷夫曾经作过一个生动的比喻：“食物不是别的，它就是用太阳光制造的罐头食品。”人类肌体本身没有光合作用的功能，是靠吃进的食物经过转化获得活动所需要的能量。食物进入人体和动物体内后，经历一系列的变化，逐步释放出能量，植物通过光合作用制造出的营养物质便成为人类生命活动需要的能量。由此看来，归根结底人类赖以生存的能量是由光辐射提供的。

2. 制造生命活动需要的氧气

人类的生存条件除了水之外还需要空气，具体一点说是需要里面含有适量氧气成分的空气。光辐射为我们提供了这个条件。

我们知道，几乎所有复杂生物的细胞呼吸作用都需要氧气。1771年，英国教育家、科学家普里斯特利（Joseph Priestley）做了一个著名的实验，他把一支点燃的蜡烛和一只小白鼠分别放到密闭的玻璃罩里，蜡烛不久就熄灭了，小白鼠很快也死了。接着，他把一盆植物和一支点燃的蜡烛一同放到一个密闭的玻璃罩里重新实验。这一回他发现在太阳光的照射下盆里的植物能够长时间地存活，蜡烛也没有熄灭。他又把一盆植物和一只小白鼠一起放到同一个密闭的玻璃罩里，发现小白鼠能够正常地活着。于是他得出一个结论：受太阳光照射的植物能够维持蜡烛燃烧，也有维持动物生命的能力（图1.1.1）。1779年荷兰的简·英格豪斯也进行了一系列类似实验，再次证实了普里斯特利的实验结果，确认植物对污浊的空气有“解毒”能力。



图 1.1.1 普里斯特利的蜡烛和小白鼠实验示意图

氧是人体进行新陈代谢的关键物质，是人体生命活动的第一需要。我们走路、说话、写字和劳动，都要消耗热能，即使在休息时心脏也仍在跳动，肺仍在呼吸，这些活

动都需要消耗能量。一般脑力劳动者每天约需消耗 2400kcal 能量, 体力劳动者每天约需消耗 3000kCal 以上的能量。这些能量都是来源于人每天吃进的食物, 食物中的糖、脂肪和蛋白质等在生物酶的作用下, 进行一系列的化学反应, 产生了大量的能量和人体所需的营养物。而在进行这些化学反应过程中, 氧是必不可缺少的, 所需要的氧气是靠人在呼吸活动时从空气中吸入的。

呼吸吸入的氧气转化为人体内可利用的氧, 称为血氧, 它是心脏的“动力源”, 心脏泵血能力越强, 血氧的量就越多; 心脏冠状动脉的输血能力越强, 血氧输送到心脑及全身的浓度也越高, 人体重要器官的运行状态也就越好。在人体中, 中枢神经(包括脑组织和脊髓)对缺氧最敏感, 轻度缺氧会使人注意力不集中; 智力减退, 随缺氧的加重, 就会烦躁不安, 神志恍惚。如果突然中断向人体供氧, 大约 20s 内可出现深度昏迷和全身抽搐, 还会引起脑水肿而压迫血管, 使血流量减少。一旦中枢神经停止工作, 生命也随之结束。所以没有氧气, 也就没有人类生命。

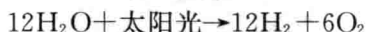
根据有关实验测量结果, 一个成年人每分钟大约要消耗 1.8~2.4g 氧气, 全人类每年要消耗大约 6×10^9 t 氧气。其次, 人类在生活和生产活动中, 每年燃烧了大量石油和煤炭, 也大量消耗着空气中的氧气, 并增加了大气中的二氧化碳含量。然而, 我们生活的这个世界里, 大气中氧的含量基本能够保持稳定, 这也是太阳光辐射的功劳。

荷兰科学家简·英格豪斯根据自己做的实验结果指出, 空气有“解毒”能力, 能够产生我们生命活动所需要的氧气, 是太阳光照射植物的结果, 同时也证明绿色植物只有在太阳光的照射下, 才能把空气质量变好, 才能有维系生命继续存在的能力。后来科学家进一步研究知道, 地球上的绿地和树林通过太阳光进行的光合作用, 吸收空气中的二氧化碳, 同时释放出氧气。空气中的氧气是植物在光下进行光合作用时放出来的。所以, 人们称绿地和树林是城市的“绿肺”, 在城市里搞好绿化工作对营造人类美好生活环境有着重要意义, 对于维持清新的空气起到了重要的、不可替代的作用。

3. 光合作用制造食物

光合作用是绿色植物特有的生命现象, 它是通过叶绿体, 利用光辐射的能量, 把二氧化碳和水转化成储存着能量的有机物, 并且释放出氧气的过程。植物的叶子看起来很平常, 但它却是一个从事光合作用的工厂。在光学显微镜下能看到叶肉细胞, 在叶肉细胞中含有许多绿色的小颗粒, 它们是叶绿体。科学家对叶绿体进行了长时间研究, 发现分离出来的叶绿体在试管里可以把二氧化碳和水合成为碳水化合物, 并释放出氧气。每天, 叶绿体都在把太阳光辐射能变成化学能, 把无机物变成有机物的生命活动。根据有关报道资料, 地球上的绿色植物通过光合作用每年合成 5×10^{11} t 有机物, 远远超过了地球上每年工业产品的总产量。

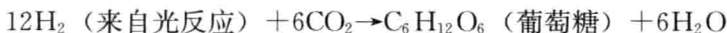
光合作用可分为光反应和暗反应两个步骤。第一阶段是光反应, 反应过程是



这个反应必须有光辐射能才能进行, 发生的场所是在叶绿体内的类囊体。这个阶段又可以分为①原初反应, ②电子传递和光合磷酸化两个分阶段。原初反应是光合作用中最初的和关键的步骤, 在光合作用中占有重要的和特殊的地位。但是, 由于这个反应进行的时间极短, 是在 10^{-9} s 内完成的, 所以给这方面的研究工作带来了困难。

在电子传递和光合磷酸化分阶段，将前一阶段产生的能量转化成化学能并用于光合作用以后的反应中去。这一阶段既是把能量转变与有机物合成这两大过程联系起来的桥梁，又是使速度为皮秒级、纳秒级的原初反应与毫秒级的一般生物体内的化学反应接配起来的纽带。

暗反应过程是



发生的场所是在叶绿体内的基质中进行的，这个阶段中的化学反应没有光辐射能也可以进行。

光反应阶段和暗反应阶段是一个整体，在光合作用的过程中这两个阶段是紧密联系、缺一不可的（图 1.1.2）。

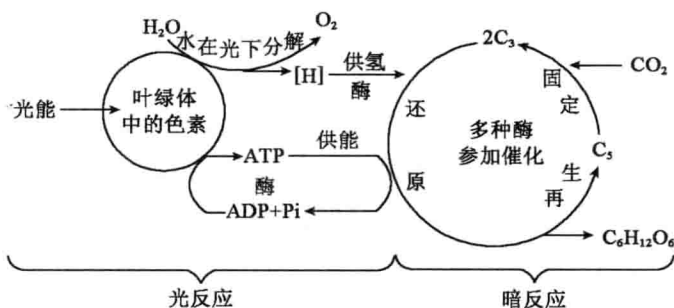


图 1.1.2 光合作用过程

为了更好地了解植物体内光合作用所产生的能量传导过程，解开植物是如何利用光辐射能量产生自身生长能量的秘密，科学家们现在以先进的激光技术为基础，利用最先进的“二维电子光谱”，人工模拟光合作用的全部过程。科学家们的设想是，在搞清楚这一系列的光合作用过程，揭开这个过程中所有前因后果的神秘面纱后，可以控制光合作用过程按人类所需要的方向进行；或许还可以制造人工光合作用装置，它吸收大气中过多二氧化碳并释放出氧气，改进人类的生活环境，同时还能制造出人类生命活动所需要的能量。

此外，我们也知道，一切文明生活和生产活动都需要有能源。地球上主要的自然能源石油、煤炭等，它们乃是亿万年前植物存储的太阳光能量。

4. 光辐射“撑起”人类生存保护伞

光辐射对人类的第三个功劳是在地球大气层建立臭氧层，它是人类赖以生存的保护伞。太阳光辐射的总能量中，紫外辐射波段占到近 1.5%，其中的远紫外辐射，尤其是波长在 240~290nm 的光辐射对生命本质物质——核酸和蛋白质有严重的破坏作用。这个波段的光辐射会破坏蛋白质的化学键，导致微生物死亡；会破坏动植物的个体细胞，损害其中的脱氧核糖核酸 (DNA)，引起传递遗传特性的因子变化，导致生物变态反应。此外，远紫外辐射还会使农作物，比如大豆、玉米、棉花、甜菜等的叶片受损，抑制其光合作用，导致减产，还会改变细胞内的遗传基因和再生能力，使农产品质量劣化。除了直接危害人体和生物机体外，还会使城市环境恶化，进而损害人体健康。城市工业生产过程中燃烧矿物燃料时排放出氧化氮 (NO 和 NO₂)，以及某些工业和汽车所

排放的挥发性有机物,包括乙烷、丙烷、丁烷等非甲烷烃类等,它们在紫外辐射的作用下会较快地发生光氧化反应,引起光化学烟雾污染。

科学家的研究发现,地球上空有一个臭氧层,它能够吸收太阳光中波长在 300nm 以下的紫外线(部分吸收波长 290~300nm 的辐射,全部吸收波长小于 290nm 的辐射),犹如一件宇宙服保护着地球上的人类和动植物免遭短波长紫外线的伤害,保护人类有一个良好的生存环境,让人类和生物得以生存繁衍。假如没有这个臭氧层挡住紫外辐射,地球陆地上将荒芜一片,任何形式的生命在陆地上都难以存在。有资料显示,生命在 34 亿年前就已形成,不过那时的生命只能生存于海洋中,在原始海洋中的一些深度下足以滤掉大多数紫外辐射,防止了紫外辐射的灼伤致死。

其次,臭氧吸收了太阳光中的紫外线并将其转换为热能,并加热大气,这个作用使得地球上空 15~50km 存在平流层,它对于大气的循环具有重要的影响。在对流层上部和平流层底部,即在气温很低的这一高度,臭氧的作用同样非常重要,它保证地面气温不至于发生过于剧烈变化。

臭氧层保护地球生物圈,是人类生存保护伞。臭氧层中的臭氧主要是由太阳光辐射制造出来的。当大气中的氧气分子受到光辐射的作用会分解成原子态氧,它极不稳定,很易与其他物质分子发生反应,比如与氢分子(H_2)反应生成水(H_2O),与碳(C)反应生成二氧化碳(CO_2)。同样的,与氧分子(O_2)反应时就形成了臭氧(O_3)。臭氧形成后,由于其比重大于氧气,会逐渐地向臭氧层的底层降落,在降落过程中随着温度的变化(上升),臭氧不稳定性愈趋明显,再受到长波紫外线的照射,再度还原为普通氧气,臭氧层保持了这种氧气与臭氧相互转换的动态平衡。

1.1.2 产生视觉

人类与外界信息交流最重要的窗口是视觉,它是人类认识世界的开端,也是人类生存的另外一个必要元素。从人类与外界交流信息的角度来看,视觉和听觉是两个最重要的“窗口”,而从人类的一般生存要求的依赖程度来看,视觉显然居于主导和基础地位,在许多方面比听觉优越。实验表明,人类对世界的把握和理解,主要是通过视觉通道。根据现代科学研究的资料表明,一个正常人从外界接受的信息,90%以上是由视觉器官输入大脑的。来自外界的一切视觉形象,如物体的形状、空间、位置以及它们的界限和区别都由色彩和明暗关系来反映。维持人类生存的各种条件,比如人类维持生命的食物、能源、水源,供人类生活居住的场所和劳动工具,供人类战胜各种自然灾害、抵抗野兽侵犯的各种器具和武器,供人类发展生产的各种生产设备,以及供人类活动的场所和交通工具等,都靠着视觉才能做到。视觉在人类的文明生活中也占据着十分重要的作用,大自然中的美好事物都是通过人类的视觉反映出来。在联合国教科文组织国际教育发展委员会编著的《教育生存——教育世界的今天和明天》一书中写道:通过图像进行传播已经发展到了空前的规模。一切视觉的表达方式正在侵入每一个人的世界,正在渗透到全部的现代生活方式。无论作为知识的媒体,还是作为娱乐和科研的工具,形象在今天的文化活动的各个阶段都表现了出来。没有视觉作用,事物的崇高与渺小、美丽与