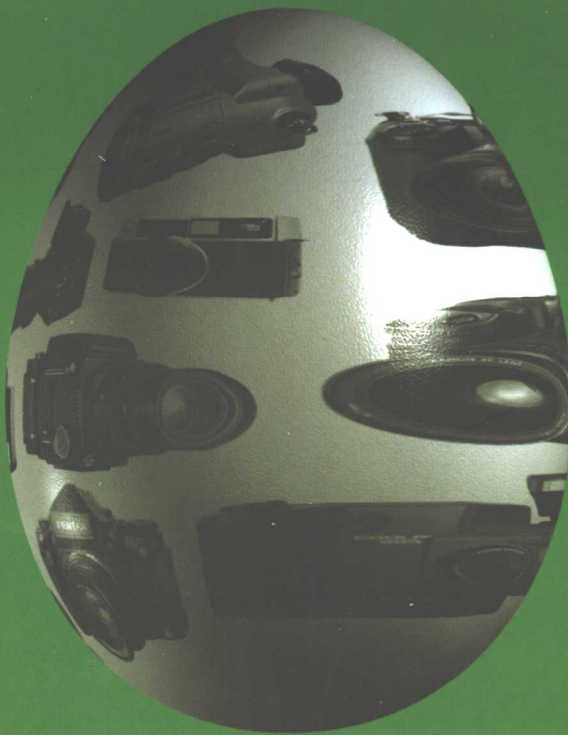


高等院校设计艺术基础教材

SHEYING JICHU JI YINGYONG

# 摄影基础及应用

刘牧千 黎英 编著



湖南大学出版社

高等院校设计艺术基础教材  
GAODENGYUANXIAO SHEJIYISHU JICHU JIAOCAI

丛书主编 周旭 朱和平

# 摄影基础及应用

SHEYING JICHU JI YINGYONG

刘牧千 黎英 编著

湖南大学出版社

设计素描与速写  
设计色彩与写生  
平面构成及应用  
色彩构成及应用  
立体构成及应用  
艺术设计概论  
中国美术史  
外国美术史  
中国工艺美术史  
平面设计史  
中国民间美术  
设计艺术鉴赏  
插图设计  
文字设计  
标志设计  
图形创意设计  
人体工学与艺术设计  
设计图学  
动画设计基础  
电脑美术设计  
装饰图案及应用  
摄影基础及应用  
中国书法艺术  
设计思维与方法  
编排设计  
形态设计

ART

图书在版编目 ( CIP ) 数据

摄影基础及应用 / 刘牧千 黎英 编著. —长沙: 湖南大学出版社, 2004.8

ISBN 7-81053-797-0 ( 高等院校设计艺术基础教材 )

I. 摄... II. ①刘... ②黎... III. 摄影技术—高等学校—教材 IV.J41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2004 ) 第 066480 号

高等院校设计艺术基础教材

**摄影基础及应用**

SHEYING JICHU JI YINGYONG

刘牧千 黎英 编著

责任编辑 李 由

特约编辑 冯 灵 詹花秀

装帧设计 吴颖辉

出版发行 湖南大学出版社

地址 长沙市岳麓山 邮码 410082

电话 0731-8821691 8649149

E\_mail: hndxcbs@126.com

经销 湖南省新华书店

印装 湖南新华精品印务有限公司

开本 889 × 1194 1/16 印张 14

版次 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-81053-797-0/1·36

定价 32.00 元

# 总序

Z O N G X U

现代设计教育在我国虽然起步较晚，但从20世纪80年代后半期开始，发展极为迅猛。其中最突出的表现莫过于各类院校纷纷开办设计专业，不断扩大招生规模。原因何在？一方面，设计艺术与社会经济、生活密切相关，能创造生产、生活之美。我国经济快速发展，自然对设计人才有巨大的需求量。另一方面，我国设计艺术起步晚，且长期处于一种模仿和经验型状态，人才积淀薄弱。

目前，我国设计艺术教育的发展是跳跃式的、超常规的。从科学的发展观来说，这多少带有些盲目性和急功近利的色彩。我们如果不及时采取一些行之有效的措施的话，其所导致的弊端乃至恶果，在不久的将来会显露出来。如何采取积极措施，固然取决于国家高等教育的发展战略和宏观调控的政策与力度，但对于高等教育自身来说，当务之急是调整和把握设计艺术人才培养的目标、培养的方式和途径，努力使培养出来的人才符合和满足社会的实际需要。而要做到这一点，关键是在注重对学生个性张扬和创造性思维能力提升的宗旨之下，努力提高其艺术修养。

众所周知，艺术修养包括进步的世界观和审美理想、深厚的文化素养、丰富的生活积累、超常的艺术思维活动能力、精湛的艺术技巧和表现才能。这五个方面的知识能力和素养，对于高等艺术教育来说，在很大程度上取决于学生所接受的课程体系和课程教学内容。而与时下设计艺术教育发展近乎无序、师资队伍鱼目混杂的状况一样，设计艺术教育的课程体系和教材建设令人堪忧，全国设计艺术院校的教学内容与教学计划十分混乱。同样一门课程，在某一院校被当作必修课开设，而在另一院校，在选修课程中也往往见不到。即使是在开设了这门课程的院校，其内容也大相径庭，讲授内容基本上由任课教师个人而定。具体而言，如“设计概论”，在一些院校中被作为专业基础课在大二时开设，而在相当多院校的设计专业中没有这门课程。又如史论课程，虽然基本上各院校都开设，但有的是必修课，有的是选修课，有的名之为“中外工艺美术史”，有的称之为“中外美术史”，有的则叫“中外艺术史”，甚至还有叫“中外绘画史”的。单纯从其名称来看，就有如此大的分歧，其内容和开设的目的性也就难免有差异了。再如，设计艺术学最基本的“三大构成”——平面构成、立体构成和色彩构成，就笔者所翻检的十多种通用教材来看，可以说在内容上不仅缺乏融会贯通，而且基本上是一些纯知识性的介绍，几乎不涉及其在设计中的具体作用和运用。换言之，就是目的性和针对性缺乏提示与提炼。总之，课程设置的的目的性不明确，其结果，一方面使学生对其知识重要性的认识不明确，造成学习时的不重视，甚至厌学现象发生；另一方面，也使得设计艺术专门人才由前些年的理论基础欠缺到目前的贫乏愈益加剧，使相当多的毕业生虽然有一定的动手能力，但知其然而不知其所以然，缺少创新意识，只能停留在摹仿阶段。

此外，在课程的内容方面，知识陈旧，缺少应有的广度与深度。

从教学要求及其规律来说，开设某一门课的目的，不外乎有二：一是使学生对该学科、该专业的某一方面、某一类别的知识有一个系统详细的了解。具体到艺术设计专业，在掌握基本知识的前提之下，还必须熟悉这些知识在实践中的具体运用情况。二是必须对专业知识的积淀

和形成的过程清晰地揭示,并阐明其知识的演变和未来发展过程的趋向。然而,目前出版的大多数教材既没进行揭示,更没有进行展望,以至于给人的印象是诸如“三大构成”知识是一开始就有的,从现代设计教育的摇篮——包豪斯确立以来,就是永恒不变的。

事实上,专业基础知识与专业知识之间,始终存在一个专业知识不断基础化的过程。当专业知识成熟、普及之后,就有基础化的可能。因此,对于基础知识而言,无论是概论性的,还是史论性的,对于日益庞大的知识体系,必须进行条理化。要接受那些普及化的专业知识,将其容纳到基础知识之中,否则,难免会造成专业知识与基础之间的脱节。现代科学技术的发展,对设计艺术专业知识的更新产生了巨大的推动作用,新知识产生和发展的结果,必然是专业知识基础化。

早在20世纪70年代,课程论专家约瑟夫·施布瓦(Joseph Schwab)就说过:“课程领域已步入穷途末路,按照现行的方法和原则已不能继续运行,也无以增进教育的发展。现在需要适合于解决问题的新原理……新的观点……新的方法。”从那时至90年代,经过探索,国外初步形成了课程改革的基本思想——打破学科壁垒,按工程(专业)一体化的原则进行课程重组,实现课程跨学科综合、整合(统筹思想指导下的融合)或集成。在现代科技和国际经济联系迅猛发展的今天,我国的课程体系的重新构建也早已引起某些有识之士的注意,但却始终没有实质性的改革举措。个中原因:一方面,我国社会处于转型时期,尚无暇调整、改革这些深层次的问题;另一方面,社会对于设计艺术人才的需求尚未饱和、过剩,没有对这类人才提出特殊要求。此外,课程体系的改革作为一个系统工程,需要从上到下的通识和齐心协力才能开展,而设计艺术工作者向以标榜个性自居,协作精神多少有些淡薄。

在包括设计艺术教育课程体系的改革尚未自上而下、自下而上进行的情况下,在高等教育尚未进行超前的大刀阔斧式的改革举措之下,通过教材的建设去使课程内容与社会实际需要相结合,做到与时俱进,去对课程体系中存在的问题进行调适,我们有理由认为这是行之有效的办法。特别是在当前各种教材、教科书,甚至所谓的专著泛滥的情况下,这样做尤有必要和具有承前启后的意义。正是鉴于此,由株洲工学院、浙江工业大学等院校倡议,由湖南大学出版社组织了全国近三十所院校设计艺术专业的专家、学者历时近两年编撰了这套教材。其目的主要在于通过这套教材的编撰发行,推进设计艺术学的健康发展。为了实现此目的,先后两次组织专家进行论证,确定教材的种类,试图建立一个符合时代发展和学科完善的教材体系,在反复推敲的基础上,确立了26种教材为设计艺术基础教材。从其种类来看,力图形成两个特点:一是突出设计艺术基础教育的全面系统性,把握设计艺术教育厚基础、宽口径的原则;二是充分顾及到高等设计艺术教育的时限与内容繁复的矛盾,试图通过对以往的一些教材进行整合,构建一套与当今人才培养条件和要求相适应的教材新体系。随后,在充分调研和协商的基础上,确定了每种教材的主编,并召开主编会议,认真研究了教材内容的取舍和它们之间的衔接问题。主编们一致认为本套教材内容必须秉承与时俱进的精神,努力确立符合课程自身要求而又能具有前瞻性的内容。因此,这套教材在内容上也就力图突出三个特色:鲜明的设计观——体现设计的现代特点和国际化趋势;强烈的时代感——最新的理念、最新的内容、最新的资料和实例;突出的实用性——体现设计专业的实用性特点,注重教学需要。

编撰教材并不是一件容易的事,特别是在今天这样一个知识、技术更新神速的时代,要把本学科范围内最优秀的成果教给学生,并且要讲究科学性,更是困难重重。因此,这套教材是否达到了预期的目标,我们自不敢说。我们真诚地希望这套教材问世以后,能够给高等学校的设计艺术教育带来一丝清风,同时也热诚欢迎广大同仁和学生批评指正。

朱和平 周旭

2004年6月5日

# 目录

M U L U

|     |           |      |
|-----|-----------|------|
| 照相机 | 1         |      |
| 1.1 | 照相机的类型    | / 2  |
| 1.2 | 镜头        | / 5  |
| 1.3 | 光圈        | / 15 |
| 1.4 | 快门        | / 17 |
| 1.5 | 取景、聚焦     | / 19 |
| 1.6 | 现代相机的自动功能 | / 22 |

|      |        |      |
|------|--------|------|
| 摄影附件 | 2      |      |
| 2.1  | 滤色镜    | / 28 |
| 2.2  | 独立式测光表 | / 37 |
| 2.3  | 闪光灯    | / 43 |

|           |     |      |
|-----------|-----|------|
| 景深 焦深 超焦距 | 3   |      |
| 3.1       | 景深  | / 54 |
| 3.2       | 焦深  | / 58 |
| 3.3       | 超焦距 | / 60 |

|               |            |      |
|---------------|------------|------|
| 中小型相机 技术相机的操作 | 4          |      |
| 4.1           | 中小型相机的操作方法 | / 64 |
| 4.2           | 技术相机       | / 68 |

|      |             |      |
|------|-------------|------|
| 感光材料 | 5           |      |
| 5.1  | 常用感光材料种类和构造 | / 80 |
| 5.2  | 感光材料的感光特性   | / 85 |

|        |              |      |
|--------|--------------|------|
| 摄影曝光控制 | 6            |      |
| 6.1    | 准确曝光与正确曝光    | / 90 |
| 6.2    | 影响调节曝光量的客观因素 | / 92 |
| 6.3    | 常用曝光法        | / 94 |

## 摄影布光基础

# 7

- 7.1 摄影用光的基本知识 / 98
- 7.2 照明灯具 / 101
- 7.3 室内摄影的用光 / 103
- 7.4 影室摄影的布光方式 / 105

## 负片冲洗和照片放大

# 8

- 8.1 负片的冲洗 / 114
- 8.2 相片放大制作 / 125

## 数字摄影概述

# 9

- 9.1 数字摄影发展概况 / 140
- 9.2 数字摄影的优势与劣势 / 141
- 9.3 数字摄影的相关知识 / 144

## 数字影像原理

# 10

- 10.1 影像传感器 / 148
- 10.2 影像的存储部件 / 155

## 数字相机的分类与使用

# 11

- 11.1 数字相机的分类 / 160
- 11.2 数字相机的性能指标 / 162
- 11.3 数字相机的使用与维护 / 169

## 数字摄影系统

# 12

- 12.1 数字影像的输入设备——扫描仪 / 180
- 12.2 数字影像的处理 / 186
- 12.3 数字影像的输出设备——打印机 / 191

## 摄影示范作品

# 13

- 13.1 摄影基础示范作品 / 197
- 13.2 摄影与服装设计 / 201
- 13.3 摄影与建筑 / 202
- 13.4 摄影与包装设计 / 204
- 13.5 摄影与广告设计 / 205
- 13.6 广告摄影作品示范 / 210
- 13.7 国外广告摄影作品 / 211

# 1

## 照 相 机

照相机是记录影像的装置，它集光、机、电高技术于一身。现代生产技术使照相机制造越来越精密，功能越来越丰富。本章讲述相机的分类，镜头成像的光学基本原理，相机主要部件操作原理及使用的基本知识，新型相机的各项自动功能。

相机光、机性能基础知识是学习摄影的入门知识。在摄影时，只有自如地运用这些基础知识，才能通过相机最大限度来表现自己的摄影创意能力。

## 1.1

# 照相机的类型

自 1839 年法国人达盖尔 (Daguerre) 发明了摄影术以来, 照相机技术发展迅速。美国人乔治·伊斯门 (George Eastman) 改进了胶片制作技术, 各生产厂家将微电子技术应用到照相机上, 扩展了照相机的摄影功能。照相机在各领域得到广泛应用, 真实、清晰地记录着各类客观事物。

在相机的制造过程中, 生产厂家为适应不同类型的摄影需要, 将现代科技的许多新技术, 新材料也都运用到照相机上, 制造出各种功能不一, 各有特点的相机, 相机的功能、精密程度、操作的可靠性都有很大改进, 成像效果越来越好, 操作更为方便。

照相机品种繁多, 每种型号的功能、设置都不一样, 按取景方式的不同, 将常用的照相机归纳为以下几种:

### 1.1.1 平视 (直视) 旁轴取景相机



图 1-1 平视旁轴取景相机

平视旁轴取景装置通过取景器直接进行取景观察聚焦, 是照相机发展史上最早的一种取景装置。由于取景光学系统位于镜头上方, 因此, 取景器显示的影像范围往往不能完全与在胶片上拍摄下的影像范围一致, 产生常说的取景与拍摄之间取景范围不一致的“视差”现象。平视旁轴取景装置就是为了解决这个问题。

小篇幅 35mm 自动照相机都采用平视取景方式。这种照相机是为了满足业余摄影爱好者的市场需求而生产的, 因其成本低廉, 操作简便, 被形象地比称为“傻瓜相机”。高级的自动相机尽可能使用计算机芯片自动地完成操控快

门前的一系列工作: 自动装卷、回卷, 自动从胶片暗盒的标记上“读取”胶片的感光速度, 自动计算曝光量, 自动聚焦影像, 拍摄后自动将胶片卷到下一张等。自动相机一般都不能更换镜头, 它们基本没有自主控制调整的拍摄余地 (图 1-1)。

### 1.1.2 单镜头反光相机

单镜头反光照相机是人们常用的照相设备，它用一个镜头直接观察和聚焦影像，消除了取景视差。简单的单镜头反光照相机是全手动的，安装胶卷、回卷、聚焦、调节光圈和快慢速度，设置曝光量等操作都必须由拍摄者进行手动调节；而较高档的单镜头反光照相机可通过相机内置计算芯片自动控制测光模式、光圈、快门曝光模式、闪光模式及各种组合，同时还具有手动功能。

单镜头反光相机的优点：(1) 可以更换镜头，允许根据拍摄目的不同而换上不同性能的镜头。(2) 没有视差，取景框内看到的与胶片上所记录的影像范围完全一样，可以精确控制所拍摄对象的影像位置。

单镜头反光取景方式多用在135小画幅相机上，也有高档的中画幅相机使用单镜头取景设置（图1-2）。



PANTAX 6X7 单反取景相机



Mamiya 6X7 单反取景相机



Rolleiflex 6008 120 单反自动相机

图1-2 单反取景相机

### 1.1.3 双镜头反光照相机

双镜头反光照相机大多使用120或220（两倍120长度）胶卷，这种照相机具有两个镜头，上面的镜头用于取景和聚焦，下面的镜头用于拍摄。两个镜头装在同一个基板上，调焦时移动镜头板基座，两个镜头同时改变摄距。上镜头没有光圈，所以取景屏很明亮；下镜头内装有中心快门和光圈。此类相机除玛米亚一款有附加镜头可改变镜头焦距外，其他的双镜头相机都不能更换镜头或改变镜头焦距。

因双镜头相机的上方取景镜后有一块成45°角的反光镜改变光距方向，存在着取景屏中影像与实际影像呈左右反向的缺陷，但聚焦的清晰度比双影重叠的要好，特别是有的聚焦屏不用磨砂玻璃，改用菲涅尔透镜（又称环带透镜），使聚焦屏的影像更明亮。

### 1.1.4 机背取景技术相机

最早的相机都是用机背取景和调焦的。该类型相机结构一般都很简单，很多连接部位都可以进行移位或倾斜，可对影像的透视、外形的比例、景深范围等进行精确的调整，以满足对影像的特殊要求。该种机型体积和重量较大，操作极不方便，取景、对焦、测光等费时费力，一般适用于摆拍和拍摄静止的物体。机背相机有金属材料与木结构两种，制造精密，配件多，价格高，常用于拍摄画面效果要求很高的照片，所以又称为技术相机。机背相机多用大尺寸页片，也可用120胶卷。大尺寸页片片幅种类相对较多，并且都是单张感光胶片。一般有4×5、6×7、8×10英寸页片。也可在一张页片上拍出不同画幅尺寸的照片。技术相机操作虽然复杂，但却非常适合摄影师对影像作各种细致的调整。

虽然技术相机使用页片大小不一，相机的结构也有所区别，但它们拍摄时的操作方式相差无几。此类相机能满足对画面效果要求十分苛刻的专业摄影要求，是专业摄影首选机型（图1-3）。

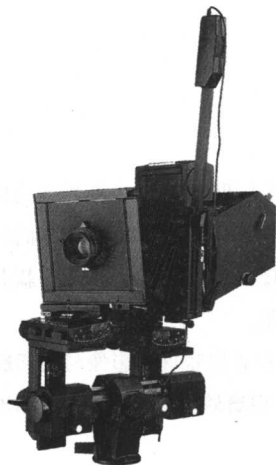
相机的选择应根据拍摄目的和所需画幅大小而定。因为胶片本身尺寸有限，供观看的大尺寸照片一般必须通过放大制作，为了保证照片成像效果，放大倍率控制应越小越好。如果要获取高质量大尺寸照片，最好使用尺寸较大的单张负片。如果只需获取较小的图片（如扩印片尺寸），那么小片幅的相机就能满足要求。不同的片幅技术相机的体积、重量有较大区别。

无论照相机是简单的还是复杂的，也无论为何种类型的，都少不了以下基本部件：

- ① 能通过机身连接镜头及其他附件且不透光的又能装卸感光胶片的暗盒。
- ② 通过光学玻璃组件将影像聚集到胶片上，形成清晰可辨的影像的镜头。
- ③ 能够显示拍摄的影像范围的取景器。
- ④ 控制聚焦影像清晰的调焦装置。
- ⑤ 控制进入照相机的光线曝光时间长短的“快门”系统装置。
- ⑥ 控制进入镜头光线强弱的“光圈”系统装置。
- ⑦ 胶片输送过片装置、记数装置。



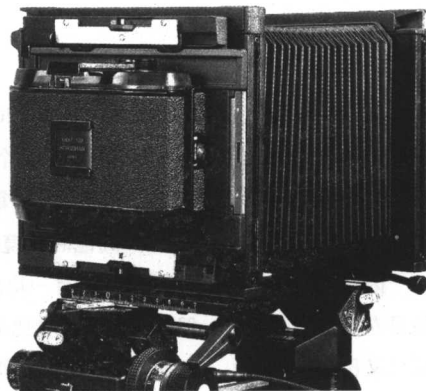
骑士技术相机



仙娜P2技术相机前面



仙娜P2技术相机后面



装上骑士120胶卷后背的仙娜相机

图1-3 技术相机

## 1.2

# 镜头

相机的镜头又称摄影物镜。镜头是相机成像的部件，相机的摄影性能和胶片影像质量在很大程度上取决于镜头光学成像质量。通过镜头，将被摄物反射的光折射到胶片平面位置汇聚成影像，使感光胶片产生光化学反应，形成潜影。早期的镜头结构和光学材料都较简单，随着科技发展，现代镜头无论是光学系统还是控制聚焦的机械部分，结构越来越复杂、精密，成像效果也越来越好。现在，有的照相机装着不能更换的固定镜头，而有的则可以由摄影师依据不同拍摄目的选择不同的镜头。可装卸的摄影镜头种类繁多，价格悬殊。无论何种类型的镜头，其最大口径、焦距、变焦比、成像质量都是摄影师选用镜头的依据。

性能良好的摄影镜头应具备的以下基本功能：

- ① 具有足够大的镜头口径；
- ② 镜片应具有多层镀膜；
- ③ 有灵活、可靠的聚焦系统；
- ④ 有能精确地控制进光量的光圈。

### 1.2.1 镜头成像光学原理

#### 1.2.1.1 光线传播的基本特性

可见光是电磁波。由于人类眼睛的特殊构造，我们只能够看到波长为 380~780 毫微米的电磁波。而且，我们的眼睛是通过对不同的颜色的印象来识别电磁波的不同波长的。

##### (1) 光的传播特性

光线在均匀的介质中以直线方式传播。

不同位置的光线在传播时互不干扰，各自独立。

当光线通过细小孔径和狭小缝隙时，靠近边缘的光线不按直线传播规律传播，而是绕过了物体边缘障碍继续直线传播，产生明暗交替的光斑影像，这种现象称之为光的衍射。

光线在物体的表面会产生反射，入射光线与反射光线各自处于法线的两侧，入射角等于反射角。

光线可以透过透明的物体（或半透明的物体），当光线由一种介质进入另一个密度不同的介质时，由于两者密度不同，光的运动方向发生改变。这种出现在交界面光线改变投射方向的现象，称为光的折射现象。

光波的振动方向与传播方向垂直，故称之为横波。通常，热辐射光源的光波震动沿垂直于发射方向的各个方向均匀分布，而且各自振动的幅度相同。但是在非金属物体表面的反射角为  $33^\circ$  时，反光光波振动仅

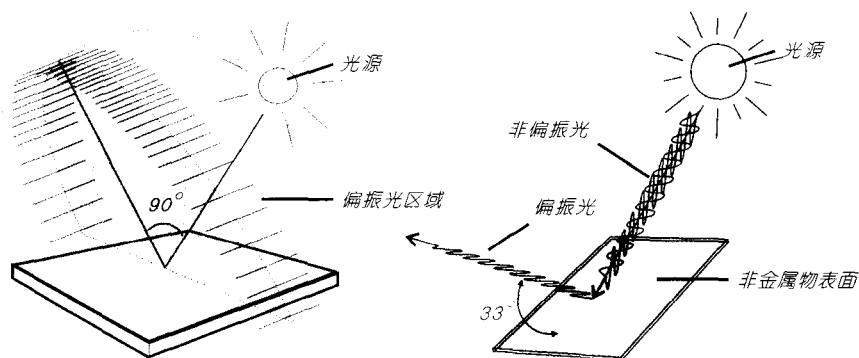


图 1-4 偏振光的产生

限于某一固定方向，或者，某一固定方向比较强，而其他方向比较弱，我们称之为平面偏振光（或称之为线偏振光、部分偏振光）（图 1-4）。

#### （2）光照度与光照距离

光照度是指物体在单位面积内所接收到照射光量的多少。物体所接受的光照度与光源的强弱有关，还和物体与光源之间的距离平方比有关（即物体与光源的距离增加一倍，单位面积所接受的光照量减少为四分之一；反之，单位面积的光照度增加四倍）。

### 1.2.1.2 镜头成像的光学名词

#### （1）物距、像距与焦距

物距是指摄影镜头与聚焦目标点之间的距离。

像距是指镜头节点与清晰像场之间的距离。

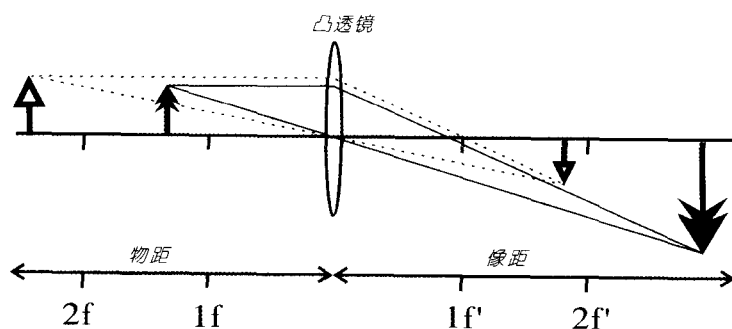


图 1-5 物距与像距的关系

焦距是指镜头节点与镜头焦点之间的距离，一般用字母“F”表示。

镜头的物距与像距之间存在大小相互变化、相互关联的关系，物距的变化必定会引起像距作相应变化，像距的变化也就是放大倍率的变化。摄距的远近影响影像在底片上的成像大小。物距大于两倍焦距时，影像在一倍

焦距与两倍焦距之间的像距一侧；当物距小于两倍焦距大于一倍焦距时，影像位于两倍焦距以远的像距一侧；当物距小于一倍焦距时，通过镜片折射的光线无法在像距一侧汇聚成像。平常拍摄时，影像在一倍和两倍焦距之间，影像小。而微距摄影时，影像一般在两倍焦距以外，影像大（图 1-5）。

#### （2）像场与清晰像场、有效像场

每种镜头的成像都设计在一个固定大小的成像区域，该区域称为像场。在成像区域以外，没有成像光线，也就没有影像。像场中，各区域的成像质量差别很大，中心区域成像清晰，称为清晰像场。而边缘区逐渐变模糊，该边缘区域称为模糊像场。能在感光材料上形成影像的区域称为有效像场，小型相机的取景像框都设在清晰像场范围内。当需要拍摄高质量的照片时，我们一定要设法尽量将影像处理在中心清晰像场内（图 1-6）。

像场的大小是根据镜头使用的目的而设计制作的，过大的像场对某些功能的照相机只会带来过多杂光的不利影响，而对某些用途的相机则需要尽可能大的像场，过小的像场不能满足拍摄的需要。

#### （3）光学系统的主光轴、焦点、焦平面

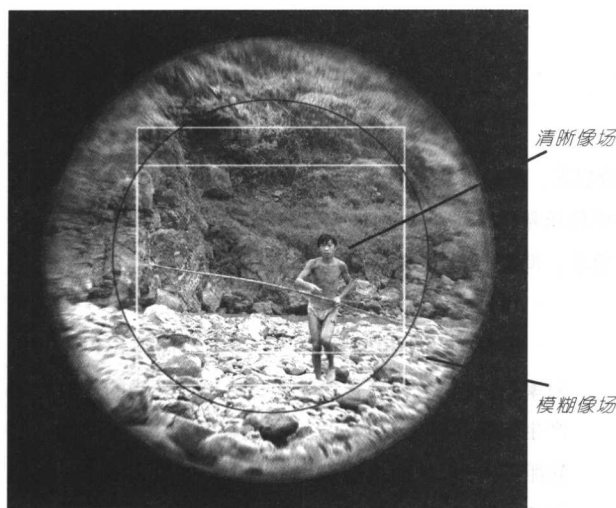


图1-6 像场

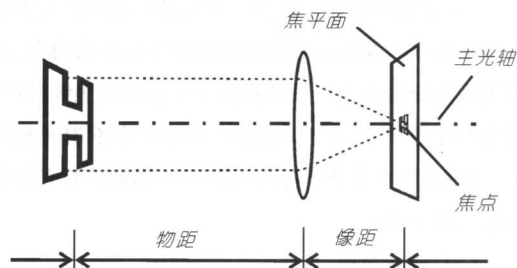


图1-7 主光轴、焦点、焦平面

入射瞳是指当镜头对焦于无限远时，物方入射平行光线光柱直径D的大小受镜片直径尺寸及光圈开孔直径尺寸限制。当光圈全开时，入射的平行于主光轴的光线只受镜片直径大小限制，不受光圈阻拦，全部到达焦点成像，此为该镜头的最大入射瞳，即最大口径。它与该镜头焦距F的比值称为最大相对口径数。镜头的相对口径一般都标示在镜头的前镜片压圈上，或镜筒的外圆周上，并与焦距标示值在一起，例如：1:1.7，1:2等。相对口径一般为多位小数，为了方便均将其简化成分子为1的比例数。

变焦镜头由于内部有镜片组随焦距变化作相应位移，从而在不同焦距位置上，光圈页片的开孔大小虽相同，入射瞳大小却有变化，为了使在不同焦距状态下的相同光圈数能获得同样大小的入射瞳，在改变焦距的同时，相应自动调整光圈页片开孔大小，这种方式称为光圈自动补偿。这类变焦镜头结构较复杂，成本高。为降低成本，有的变焦镜头没设自动补偿结构，而在镜筒上标出一组弧形的光圈标示基线，作为手动调整的标识线。

主光轴——垂直于透镜光心（镜片圆面中心）的一根理论上假定的轴线。

焦点——焦点实际上是与主光轴平行的光线通过透镜折射后在主光轴上形成的汇聚点。其名称因源于凸镜汇聚太阳光线，形成太阳的影像，该影像的温度可以将有机物烧焦而得名。影像方的焦点称为像方焦点，用F表示。由于光路可逆光学原理，在镜头的另一方同样也会有一焦点，称之为物方焦点，用F表示。

焦平面——过焦点位置垂直于主光轴的平面称为焦平面（图1-7）。

#### (4) 视角

当相机聚焦无限远时，垂直于主光轴焦平面上的影像，其对边或对角与镜头的物方节点之间的夹角称为视角，视角分为水平视角、垂直视角、对角线视角。（图1-8）

在照相机镜头中视角与焦距有着对应的关系。

#### (5) 相对口径与最大口径

摄影镜头的相对口径指该镜头入射瞳的直径D与焦距f'的比值。

$$\text{相对口径} = D/f'$$

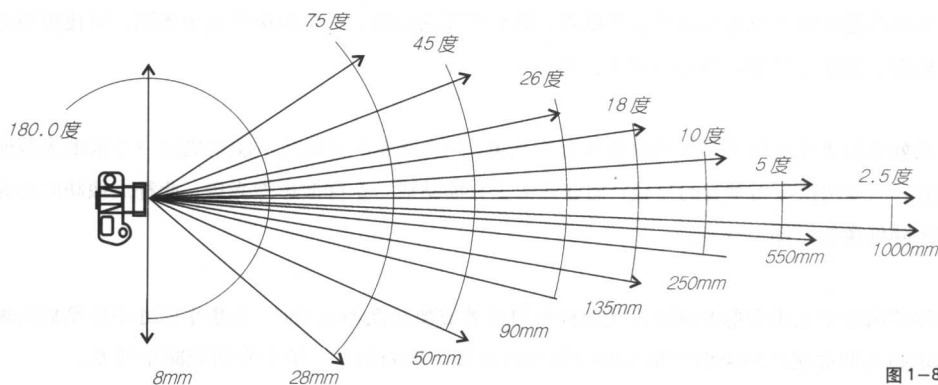


图1-8 摄影镜头视角

## 1.2.2 镜头的成像像差

镜头的像差是指镜头所成影像的清晰度、明暗层次、颜色、几何形状、比例等方面与实物的差别。镜头的像差是因为光通过透镜时，折射和衍射而影响成像质量的物理现象，是无可消除的成像不利因素。

透镜存在着六种明显影响成像质量的像差：色差、畸变、像场弯曲、球差、像散、彗差。

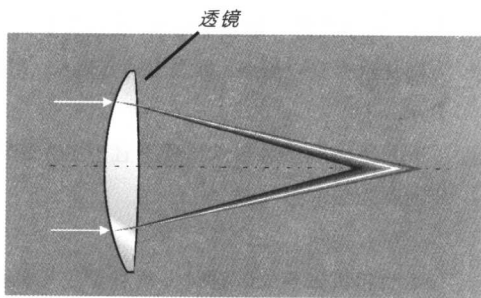


图 1-9 色差

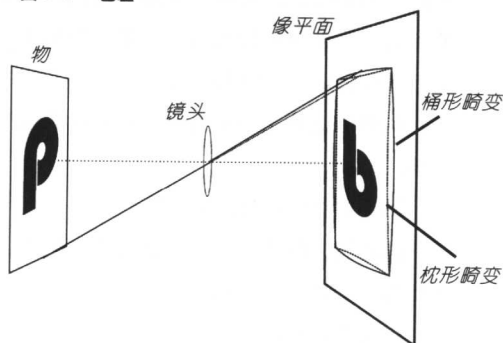


图 1-10 畸变

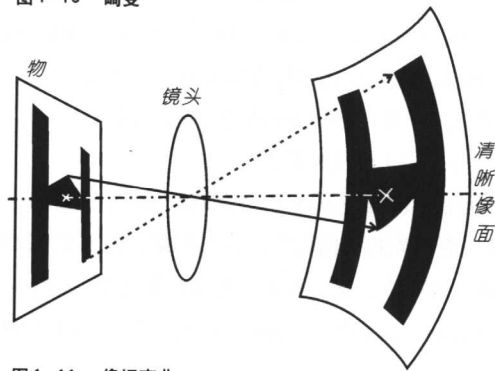


图 1-11 像场弯曲

### (1) 色差

同样的两个相邻介质中，由于不同波长色光的折射率不一样，致使各色色光通过透镜后光线的投射方向产生不同角度的偏差，导致在同样条件下，不同颜色的焦距不一致，从而出现聚焦平面上影像放大率不一致的状况，同时也使影像的边缘出现色彩镶边（图 1-9）。

### (2) 畸变

主光轴外物体，垂直于主光轴的直线经光学系统折射后形成边缘为弧形曲线的影像变形称为畸变。畸变常表现为影像扭曲，这种扭曲越靠近画面边缘越严重。这是由于透镜中心与周边部分的放大率不相同而造成的。畸变只影响边缘的影像变形而不影响中心影像的清晰度（图 1-10）。

### (3) 像场弯曲

垂直于主光轴的平面物体，经光学系统折射后，其影像的清晰像面不为平面，而为一曲面状，这称为像场弯曲。镜头的像场弯曲影响平面状胶片上影像的清晰度，缩小光圈可减小像场弯曲的不利影响（图 1-11）。

### (4) 球差

又称球面像差，这是由透镜为球形曲面而造成的像差。平行于主光轴的光线，因镜片各处的曲面厚度不一，致使各处透过光线的折射角不同，产生各处光线不聚焦于同一焦点的状况。通过透镜边缘的光线所汇聚成的焦点离透镜近，通过透镜中心的光线所汇聚成的焦点离透镜远。镜头球面凸度越大，球差就越大。消除或减小球差有三种方法：一是采用非球面透镜，这是消除球差的最理想的方法，能基本消除球差；二是采用多片透

镜组合，通过多片凹凸透镜的不同透光特性相互抵消，减小球差的影响；三是使用时缩小光圈，只使用中心光轴附近的透镜成像，减小了球面凸度差（图 1-12）。

### (5) 像散

由主光轴外某处单色点光源向光学系统斜射圆锥形光束，经光学系统折射后不能聚集成一个清晰光源像点，只能在焦点前后形成两根互相垂直的短线，而在焦面上只能结成一个弥散影像光斑。此种成像缺陷称为像散。缩小光圈能降低像散（图 1-13）。

### (6) 彗差

主光轴外物体斜向光学系统发射的圆锥形光束经折射后若成像在像场边缘时，在焦平面处不能结成清晰的像点，而是结成拖着明亮尾巴的类似彗星头形状的弥散光斑，称为彗差。缩小光圈能减小彗差。

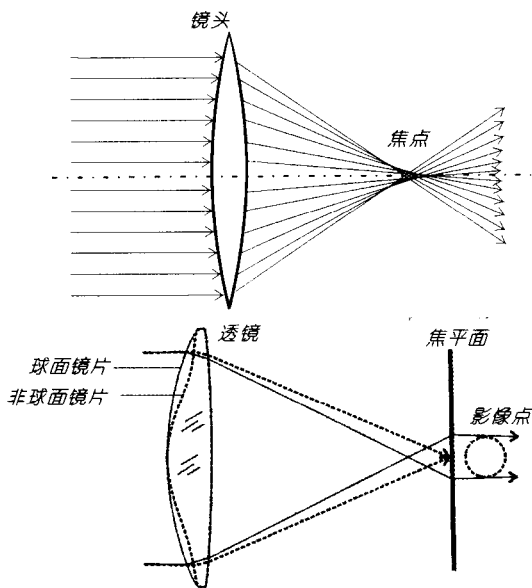


图 1-12 球差

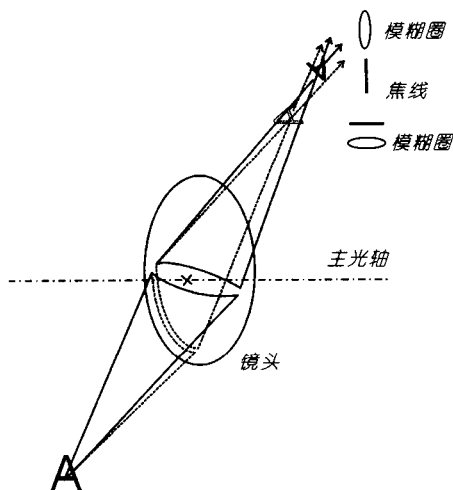


图 1-13 像散

### 1.2.3 摄影镜头的种类与特点

镜头在设计及生产制造中存在很多局限,无法将所有光学性能集成于一种类型镜头上。因此,按功能可将镜头分为不同的类别。

#### 1.2.3.1 镜头的分类

##### (1) 定焦镜头与变焦镜头

定焦镜头是指不能改变焦距的镜头类别,由于它只有一个固定的焦距,相对变焦镜头而言,其结构简单,制造过程中的误差也小些,因此定焦镜头的技术重点是求其成像质量好。

定焦镜头的焦距由几毫米到上千毫米不等,种类繁多。每个制造厂家或国家都根据自定的标准确定镜头的焦距大小。例如:瑞典 Hasselblad 公司生产的哈苏 120 相机(60mm × 60mm)用定焦镜头,焦距(mm)规定为:30、40、50、60、80、100、105、110、120、135、150、250、350、500;日本 Nikon 公司的 135 相机用定焦镜头,焦距(mm)为:6、8、16、18、24、28、35、50、55、58、80、85、100、105、120、135、150、180、200、300、400、500、600、800、1000、1200、2000。

变焦镜头是指焦距能在一定范围内自由调节的镜头。早期的变焦镜头生产成本很高,价格昂贵,而且成像质量也不如定焦镜头。随着镜头制造技术的迅速提高,变焦镜头的制造成本迅速下降,成像质量迅速提高,其成像质量与定焦镜头不相上下。定焦镜头的局限逐渐使人们更青睐变焦镜头。变焦镜头的最方便之处就是一只镜头的焦距涵盖了一段连续的不同焦距范围,一只变焦镜头相当于若干只定焦镜头。这极大地方便了取景构图,使摄影者在不改变摄距的情况下,获得不同景别画面的影像。特别是将各种微型电子控制的线性电机置于镜头中,成为自动聚焦镜头后,能让摄影者迅速捕获转瞬即逝的珍贵镜头,使摄影技术得到淋漓尽致的发挥。

变焦镜头结构复杂,光学镜片由几片到十几片,最多可达二十余片,它除了需要聚焦结构以外,还需要安装变焦的结构,体积硕大,分量重。变焦镜头由较短焦距到较长焦距之间所包含的焦距范围越广,即变焦倍比越大,制造难度也越大(图 1-14)。

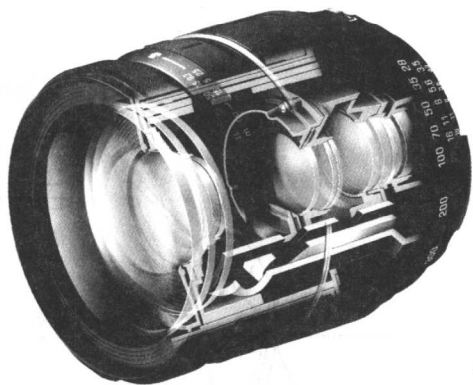


图 1-14 变焦镜头结构

分开，各任其职，拍摄时聚焦与变焦为两个独立的步骤，先聚焦后变焦或者先变焦后聚焦都可。这种方式的机械结构相对较简单，易于生产。但是用于某些动态场景的抢拍则不方便，而且镜筒上要安排聚焦环、变焦环与光圈控制环，所以镜头长度不可能做得太短。

双环式镜头的则将调焦与变焦操作分别通过两个环上的旋转动作完成。

单环式——主要将变焦与调焦功能全安排在一个环上，也就是一个环在变焦的同时完成聚焦动作。操作时推拉动作为变焦，旋转动作为聚焦。

#### (2) 标准镜头、短焦镜头、长焦镜头

由于焦距不同致使所摄画面效果不同，按镜头焦距分类是镜头最常用的分类方法。

① 标准镜头。在摄影镜头中，一般把焦距的长度和画幅的对角线的长度相近的镜头作为标准镜头。普通 135 照相机的画幅对角线长度为 43.27mm，因此，把焦距为 45~58mm 的摄影镜头，称为 135 照相机的标准摄影镜头。而 60mm × 60mm 的 120 照相机的画幅为 56mm × 56mm，其对角线长度为 79.2mm，因此一般把焦距为 75mm~85mm 的摄影镜头定为 60mm × 60mm 画幅相机的标准镜头。而 60mm × 70mm 规格胶片的 120 照相机画幅是 56mm × 68mm，对角线长度为 88.09mm，90mm 镜头是其标准镜头。专业技术相机使用的胶片更大，它们一般使用 4 × 5、5 × 7 甚至更大，其标准镜头的焦距分别为 150mm、210mm 或更长（图 1-15）。



图 1-15 135 相机的标准镜头

短焦距镜头根据焦距的长短又分成几个类别：焦距在 30mm 左右、视角在 70° 左右称为广角镜头；焦距 22mm 左右、视角在 90° 左右称为超广角镜头。当焦距小于 16mm 时镜头的视角可扩大至 160° 以上。这样的镜头的第一片透镜很大而且向外凸出，类似鱼眼，故称为鱼眼镜头，其透视效果非常好。16 毫米以下焦距，视角在 180° 左右的鱼眼镜头有两种，主要是在画幅上的区别，一种是在 24mm × 36mm 的画幅上投影成 23mm 直径的圆形画幅，另一种是投影成 24mm × 36mm 的矩形画幅（图 1-16）。

因需具有不同的焦距，光圈的值在不同的焦距范围里也需要作不同的补偿变化。在变焦镜头的类型中，也有结构相对简单、光圈数值不能自动补偿的普通镜头。结构复杂的都设有光圈自动补偿结构功能。

由于变焦镜头涵盖了一段焦距范围，在镜头设计与制造时，不可能对所有焦距范围都进行调校，也不可能考虑到所有的光圈变化条件下的成像质量调校，因此变焦镜头在长焦段和短焦段都不如有非常好成像表现的定焦镜头。变焦倍比越大的镜头，这种现象越显明。

变焦镜头的调控操作结构方式主要有如下两种：

双环式——早期的变焦镜头将聚焦调焦环与变焦环

分开，各任其职，拍摄时聚焦与变焦为两个独立的步骤，先聚焦后变焦或者先变焦后聚焦都可。这种方式的机械结构相对较简单，易于生产。但是用于某些动态场景的抢拍则不方便，而且镜筒上要安排聚焦环、变焦环与光圈控制环，所以镜头长度不可能做得太短。

双环式镜头的则将调焦与变焦操作分别通过两个环上的旋转动作完成。

单环式——主要将变焦与调焦功能全安排在一个环上，也就是一个环在变焦的同时完成聚焦动作。操作时推拉动作为变焦，旋转动作为聚焦。

#### (2) 标准镜头、短焦镜头、长焦镜头

由于焦距不同致使所摄画面效果不同，按镜头焦距分类是镜头最常用的分类方法。

① 标准镜头。在摄影镜头中，一般把焦距的长度和画幅的对角线的长度相近的镜头作为标准镜头。普通 135 照相机的画幅对角线长度为 43.27mm，因此，把焦距为 45~58mm 的摄影镜头，称为 135 照相机的标准摄影镜头。而 60mm × 60mm 的 120 照相机的画幅为 56mm × 56mm，其对角线长度为 79.2mm，因此一般把焦距为 75mm~85mm 的摄影镜头定为 60mm × 60mm 画幅相机的标准镜头。而 60mm × 70mm 规格胶片的 120 照相机画幅是 56mm × 68mm，对角线长度为 88.09mm，90mm 镜头是其标准镜头。专业技术相机使用的胶片更大，它们一般使用 4 × 5、5 × 7 甚至更大，其标准镜头的焦距分别为 150mm、210mm 或更长（图 1-15）。

标准镜头在摄影的画面视觉效果上有它独特之处：其画面的视域范围与人眼的清晰视野范围较相似，画面所呈现的远近透视变化与人眼所见实物的远近透视也相似，因此我们观赏标准镜头所拍的照片时，对画面透视效果习以为常，照片画面具有很强的真实感。

② 短焦距镜头（广角镜头）。焦距比标准镜头短的，称之为短焦距镜头。因短焦距镜头视角广，又称为广角镜头。因此，短焦距镜头，在较近的摄距以内，能拍摄到更广阔的景物，因此常常用于小空间环境中获取较大的视觉空间效果和在大场景拍摄中获取视野开阔的效果。

② 短焦距镜头（广角镜头）。焦距比标准镜头短的，称之为短焦距镜头。因短焦距镜头视角广，又称为广角镜头。因此，短焦距镜头，在较近的摄距以内，能拍摄到更广阔的景物，因此常常用于小空间环境中获取较大的视觉空间效果和在大场景拍摄中获取视野开阔的效果。