



# 海3米及DMC-3型 测距仪教材



中国人民解放军海军司令部

## 说 明

本教材是委托海军第一水面舰艇学校指挥仪教研室编写的，供部队训练和院校教学使用。在使用中发现不妥之处，望及时提出修改意见，以便再版时修改。

海 军 司 令 部

一九八一年一月

# 目 录

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| <b>第一章 光学基础知识</b> ..... | ( 1 )  |
| 第一节 几何光学的基本定律.....      | ( 1 )  |
| 一、光的直线传播定律.....         | ( 1 )  |
| 二、光的反射定律和折射定律.....      | ( 1 )  |
| 三、光的独立传播定律.....         | ( 3 )  |
| 第二节 测距仪中主要光学元件的特性.....  | ( 5 )  |
| 一、平面镜.....              | ( 5 )  |
| 二、棱镜.....               | ( 6 )  |
| 三、凸透镜.....              | ( 8 )  |
| 第三节 眼睛和视觉.....          | ( 17 ) |
| 一、眼睛的结构.....            | ( 18 ) |
| 二、视觉的产生.....            | ( 19 ) |
| 第四节 光学望远系统.....         | ( 22 ) |
| 一、望远的基本原理.....          | ( 22 ) |
| 二、望远系统的主要性能.....        | ( 25 ) |
| 三、望远系统的调整.....          | ( 30 ) |
| 第五节 立体视觉.....           | ( 38 ) |
| 一、产生立体视觉的原因.....        | ( 38 ) |
| 二、立体视觉极限.....           | ( 41 ) |
| 三、立体视觉削弱甚至消失的几种情况.....  | ( 43 ) |
| 附录 1—1 角镜公式.....        | ( 44 ) |
| 1—2 凹透镜的特性.....         | ( 45 ) |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 1—3 望远系统中的刻划片            | ( 46 ) |
| <b>第二章 海三米测距仪</b>        | ( 48 ) |
| 第一节 主要战术技术性能             | ( 48 ) |
| 一、光学性能                   | ( 48 ) |
| 二、测距和规正范围                | ( 48 ) |
| 三、重量与尺寸                  | ( 49 ) |
| 第二节 测距原理                 | ( 49 ) |
| 一、测距的基本概念                | ( 50 ) |
| 二、目标视差角 ( $\alpha$ ) 的测定 | ( 51 ) |
| 三、目标距离的求得                | ( 55 ) |
| 第三节 测距误差                 | ( 59 ) |
| 一、测距手误差                  | ( 60 ) |
| 二、测距仪误差                  | ( 67 ) |
| 三、对测距误差的综合分析             | ( 71 ) |
| 第四节 测距仪的外部结构             | ( 75 ) |
| 一、测距仪部分                  | ( 75 ) |
| 二、观察望远镜部分                | ( 77 ) |
| 三、照明装置和目镜加热器             | ( 78 ) |
| <b>第三章 ДМС—3测距仪</b>      | ( 79 ) |
| 第一节 主要战术技术性能             | ( 79 ) |
| 一、光学性能                   | ( 79 ) |
| 二、测距和规正范围                | ( 79 ) |
| 三、重量与尺寸                  | ( 80 ) |
| 第二节 测距原理                 | ( 80 ) |
| 一、测距的基本概念                | ( 81 ) |
| 二、目标视差角 ( $\alpha$ ) 的测定 | ( 82 ) |

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 三、目标距离的求得·····              | ( 85 )         |
| 第三节 测距误差·····               | ( 90 )         |
| 一、测距手误差·····                | ( 90 )         |
| 二、测距仪误差·····                | ( 99 )         |
| 三、对测距误差的综合分析·····           | ( 103 )        |
| 第四节 测距仪的外部构造·····           | ( 106 )        |
| 一、测距仪部分·····                | ( 106 )        |
| 二、观察望远镜部分·····              | ( 106 )        |
| 三、照明装置和镜窗加温装置·····          | ( 109 )        |
| <b>第四章 防震装置·····</b>        | <b>( 114 )</b> |
| 第一节 防转装置·····               | ( 114 )        |
| 第二节 防撞装置·····               | ( 115 )        |
| 第三节 阻尼装置·····               | ( 116 )        |
| <b>第五章 战斗使用·····</b>        | <b>( 118 )</b> |
| 第一节 战前准备·····               | ( 118 )        |
| 一、目镜准备·····                 | ( 118 )        |
| 二、误差规正·····                 | ( 120 )        |
| 第二节 瞄准·····                 | ( 121 )        |
| 第三节 测距·····                 | ( 123 )        |
| 一、夹叉法·····                  | ( 123 )        |
| 二、前进法和后退法·····              | ( 124 )        |
| 三、跟踪法·····                  | ( 125 )        |
| <b>第六章 舰艇常用的光学观测仪器·····</b> | <b>( 127 )</b> |
| 第一节 望远镜、炮队镜和方向盘·····        | ( 127 )        |
| 一、棱镜望远镜·····                | ( 127 )        |
| 二、炮队镜·····                  | ( 128 )        |

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 三、方向盘·····                      | ( 132 ) |
| 第二节 指挥仪系统的光学仪器·····             | ( 134 ) |
| 一、指示目标瞄具·····                   | ( 134 ) |
| 二、稳定瞄准镜及瞄准操纵仪·····              | ( 138 ) |
| 三、指示目标瞄具向稳定瞄准部位指示目标<br>的过程····· | ( 143 ) |
| 四、各光学仪器之间的校正·····               | ( 145 ) |
| 附录 6 -- 1 练习仪·····              | ( 147 ) |
| <b>第七章 测距仪的维护保养</b> ·····       | ( 151 ) |
| 第一节 维护保养的要求与一般方法·····           | ( 151 ) |
| 一、维护保养的基本要求·····                | ( 151 ) |
| 二、维护保养的一般知识·····                | ( 151 ) |
| 第二节 测距仪的干燥·····                 | ( 153 ) |
| 一、用干燥机干燥·····                   | ( 153 ) |
| 二、压缩空气干燥法·····                  | ( 156 ) |
| 第三节 蓄电池的使用和保养·····              | ( 159 ) |

# 第一章 光学基础知识

测距仪是一种精密的光学仪器。它主要是由许多光学元件组成的。利用这些光学元件根据光学原理来控制光路达到观测远方目标的目的。由此看出：为了学好测距仪我们应当了解一些光学基础知识。

## 第一节 几何光学的基本定律

要了解测距仪是怎样利用内部的光学元件控制光路来实现望远和测定远方目标距离的原理，首先必须了解光是怎样传播的，即光的传播规律。经过长期的生产斗争和科学实验的实践，对于光的传播规律人们已有认识，几何光学的基本定律就是这些认识的总结与概括，其主要内容如下：

### 一、光的直线传播定律：

光在均匀的同性质的介质中传播时，永远是沿着直线前进的。这就是光的直线传播定律。它是几何光学的基础。

### 二、光的反射定律和折射定律：

当光线射到两种介质的介面时，一部分光线改变传播方向返回原介质；另一部分光线则进入另一介质，并从介面起改变传播方向。前一种现象叫光的反射；后一种现象叫光的折射。光的反射现象和折射现象是同时发生的（如图1—1）。

光的反射和折射各遵循什么规律呢？这就是反射定律和

折射定律所要回答的问题。

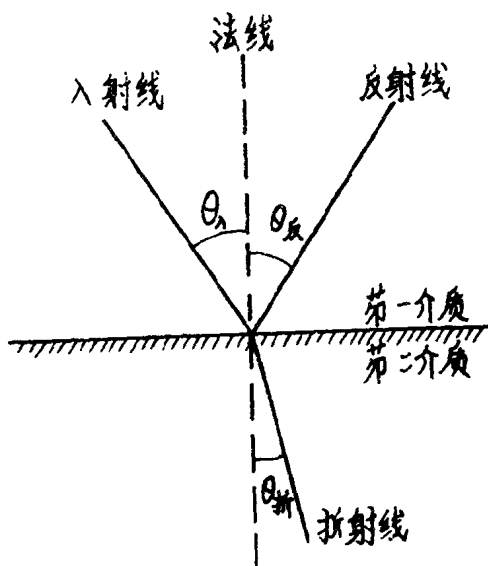


图 1—1 光的反射和折射

### (一) 反射定律

1. 反射线和入射线分别位于法线两侧，且与法线在同一平面内。
2. 反射角等于入射角，即 $\theta_{反} = \theta_{入}$ 。

### (二) 折射定律

1. 折射线与入射线分别位于法线两侧，且与法线在同一平面内。
2. 入射角与折射角的正弦之比等于第一介质与第二介质中光的传播速度之比，其比值对一定的两种介质来说为一常

数 ( $n$ )。即:

$$\frac{\sin \theta_{\text{入}}}{\sin \theta_{\text{折}}} = \frac{V_1}{V_2} = n$$

其中:  $V_1$ ——在第一介质中光的传播速度。

$V_2$ ——在第二介质中光的传播速度。

$n$ ——第二介质对第一介质的折射率。

通常,我们把传播光的速度较快的介质叫光疏介质;较慢的,叫光密介质。根据光的折射定律及实验,可以得出以下几条推论:

(1) 当光线由光疏介质射入光密介质时,靠近法线折射 (即  $\theta_{\text{折}} < \theta_{\text{入}}$ )。

(2) 当光线由光密介质射入光疏介质时,远离法线折射 (即  $\theta_{\text{折}} > \theta_{\text{入}}$ )。

(3) 当光线沿着法线垂直于界面射入另一介质时,传播的方向不变 (即  $\theta_{\text{折}} = \theta_{\text{入}} = 0$ )。

### (三) 全反射现象

当光线由光密介质射入光疏介质时,若入射角大于临界角 ( $\theta_k$ ——使折射角等于  $90^\circ$  的入射角),则全部光线按反射定律反射,不再有折射现象发生,这种现象叫做光的全反射 (如图 1—2)。

### 三、光的独立传播定律:

若干方向不同的光线相遇时,互不干扰,各自仍按原来的方向传播。这就是光的独立传播定律。例如,夜晚我们看到几个探照灯光在空中相遇的情况就是这样。每个探照灯光都是沿直线传播的,在它们的相交处,因为几个光束迭加,

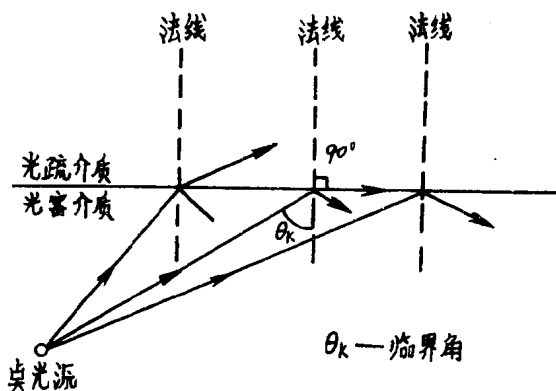


图 1—2 光的全反射

故亮一些；在离开相交点之后，仍是各自按原来的方向向前传播，好象其他光线并不存在一样。因此，以后在研究某一光线的传播时，可以不必考虑另一些光线对它的影响。

### 小结：

几何光学的基本定律主要包括光的直线传播定律、光的反射定律、折射定律和光的独立传播定律。直线传播定律说明光在均匀的同种介质中的传播规律；反射定律和折射定律说明光在两种介质的界面处的传播规律；独立传播定律说明几束光在一起传播时遵循的规律。这些定律是人们长期以来对光现象认识的总结，是对光的传播规律的高度概括。

### 复习思考题：

- (一) 在不均匀的同种介质中光是否仍沿直线前进？
- (二) 已知普通玻璃的折射率（即玻璃对空气的折射率）为1.5，试问光线由玻璃进入空气时，什么情况下会产生全反射？

## 第二节 测距仪中主要光学元件的特性

怎样利用光的传播规律来为我们服务呢？主要使用一些光学元件来控制 and 改变光的传播方向，即控制光路，从而达到观测目标的目的。测距仪中通常使用的光学元件有：平面镜、棱镜和凸透镜。

### 一、平面镜：

一个光滑的金属平面或平面玻璃背面涂上反射层（如水银）便形成一平面镜。它可以按反射定律反射光线，改变光的前进方向（如图 1—3））。

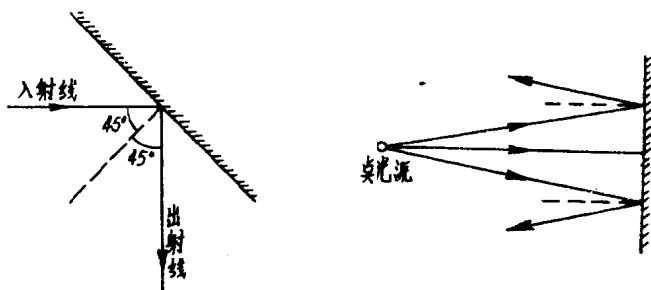


图 1—3 平面镜

两块平面镜组合在一起，中间有一定的夹角，叫做角镜。

光线经过角镜两次反射出来之后，其前进方向的改变量恰好是角镜夹角的两倍（证明见附录 1—1）。在立体式测距仪中常采用夹角为  $45^\circ$  的角镜作为端反射镜，用来使光线前进的方向改变  $90^\circ$ 。用角镜作测距仪的端反射镜，不仅能使具有不同入射方向的光线都有相同的方向改变量，同时，角镜本

身因受震等原因而引起的扭动也不会影响光线的传播方向。

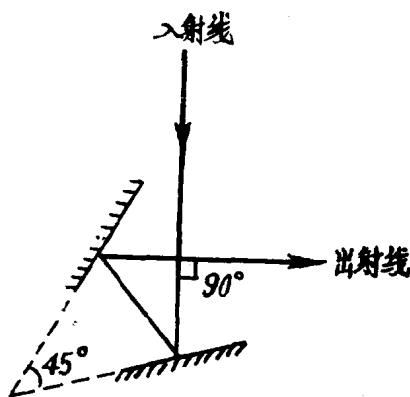


图 1—4 角镜

## 二、棱镜：

棱镜是利用全反射现象或折射定律来改变光的传播方向的。常用的有以下几种：

### (一) 直角棱镜

通常利用等腰直角棱镜的斜边作反射面来改变光的前进方向。若光线垂直于某一个直角边射入直角棱镜，则在光线遇到斜边（玻璃与空气两种介质的界面）时，由于入射角（ $45^\circ$ ）大于玻璃的临界角（ $42^\circ$ ），则产生全反射，最后使光线的前进方向改变  $90^\circ$ ，由直角棱镜射出（如图 1—5）。

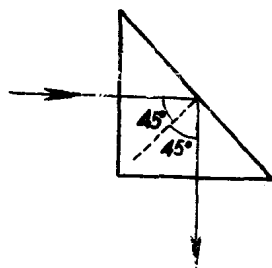


图 1—5 直角棱镜

这种情况，直角棱镜所

起的作用与单个平面镜所起的作用是相同的。由于直角棱镜的坚固性与耐久性较镀水银的平面镜好，利用全反射时，光的损失也少，所以直角棱镜较多采用。

## （二）菱形棱镜

菱形棱镜利用两个平行边作反射面，根据全反射的原理使光线平行地横移一段距离。在测距仪中常用两个菱形棱镜来调整两个出射光束之间的间隔，使之与双眼的瞳距（瞳孔之间的距离）相当（如图 1—6）。

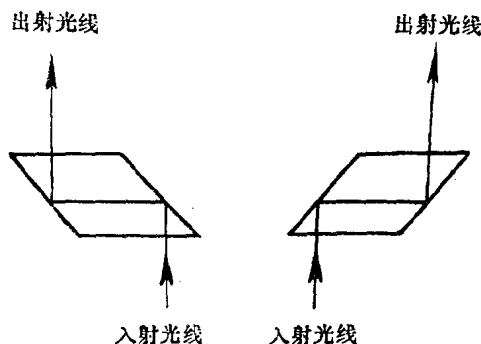


图 1—6 菱形棱镜

## （三）三棱镜

三棱镜是利用光的折射定律来改变光的传播方向的。当光线通过三棱镜时，经过两次折射，其出射光线总是向着底边偏折（如图 1—7）。

当三棱镜的顶角很小时，三棱镜形如“楔子”，称为楔形镜。（如图 1—8）光线通过楔形镜后，出射光线向着底边偏折一定微小的角度。在介质一定的情况下，这个偏向角

仅仅与楔形镜的顶角成比例，即不论光线从什么方向射到楔形镜，通过楔形镜后，光线前进方向的改变量都是一样的。

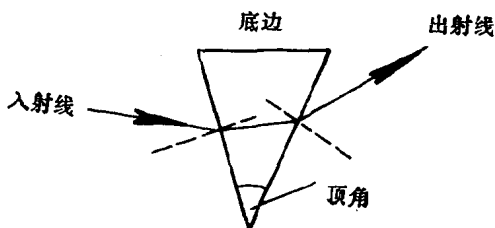


图 1—7 三棱镜

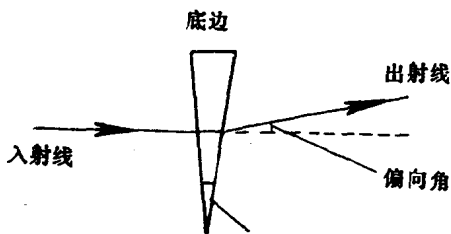


图 1—8 楔形镜

### 三、凸透镜：

平面镜和棱镜虽然可以用来控制光路，但由于它们没有使光线会聚或发散的作用，因此，只能改变光的传播方向，而不能起放大物像的作用。而望远系统的基本工作原理是建筑在能够放大物像的基础上的，因此，必须要有能够使光线会聚或发散的光学元件。测距仪中主要使用凸透镜，来使光线会聚。

#### (一) 什么是凸透镜

凡是中部厚边缘部薄的，而且两面均为球面，或一面为球面另一面为平面、凹面的透明体都叫作凸透镜（如图 1—9）。

凸透镜两个球面中心（ $C_1$ ， $C_2$ ）的连线称为主轴（如图 1—10）。

凸透镜的几何中心称为光心。凡是通过凸透镜光心的光线均不改变前进方向。

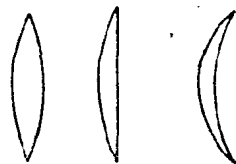


图 1—9 凸透镜

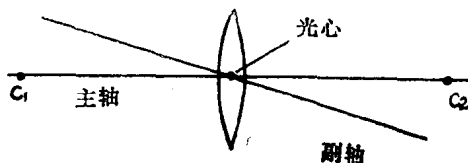


图 1—10 凸透镜的光心、主轴和副轴

通过光心，且不与主轴重合的直线，称为副轴。

在作图分析时，通常以图 1—11所示的符号来表示凸透镜。

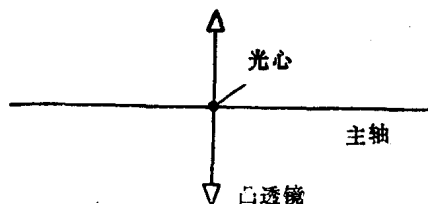


图 1—11 凸透镜的作图表示法

## （二）凸透镜的特性

凸透镜具有会聚光线的特性。

根据大量的实验和理论分析我们知道：

1. 一束平行于主轴的光线经过凸透镜后，将被会聚于主轴上一点 (F)，该点称为凸透镜的焦点。焦点至光心的距离叫作凸透镜的焦距 (f) (如图 1—12)。

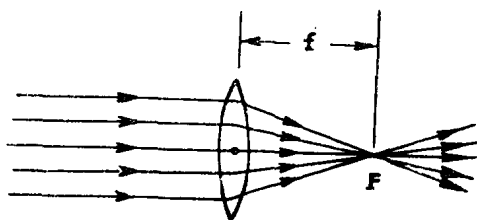


图 1—12

2. 一束平行于副轴的光线经凸透镜后，将被会聚于焦面上一点 (M)。所谓焦面就是通过焦点 (F)，垂直于主轴，而且与凸透镜的镜面平行的平面 (如图 1—13)。

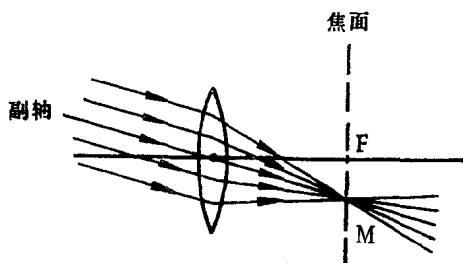


图 1—13

3. 位于焦点 (F) 的点光源发出的光线经凸透镜会聚后，变成平行于主轴的平行光线 (如图 1—14)。

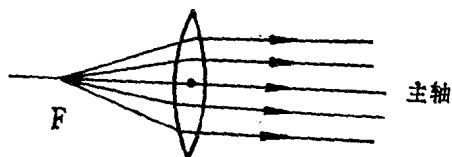


图 1—14

4. 位于焦面上一点的光源发出的光线经凸透镜会聚后，也变成一平行光束，该平行光束平行于通过该点的副轴（如图 1—15）。

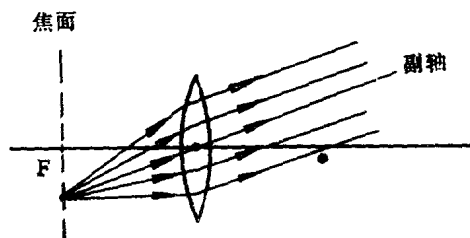


图 1—15

### （三）凸透镜成像的分析

#### 1. 像的定义：

一个点光源发出的光线经凸透镜会聚后，通常交于一点，此点叫做该点光源的像。一个物体可以视作许许多多物点的集合，这许多物点的像的集合就是物体的像。

#### 2. 利用“作图法”求像的原理：

一个物体发出的光线经凸透镜会聚后，到底成像在何处？像的大小如何？是实还是虚？这是研究凸透镜的重要问题。当凸透镜一定（焦距一定），物体的位置（即指物距