



张像片上三个以上不在同一条直线的像点坐标及其对应的物点坐标,则根据共线条件方程可求得该像片的外方位元素。

② 空间前方交会,可利用共线条件方程求解地面点坐标:假设已知相邻两张像片的外方位元素,同一个地物点在两张影像上的像点坐标,则可以根据共线条件方程求解地面点坐标 (X, Y, Z) 。

任务 5.4 立体像对定向和立体量测

在摄影测量中,利用单幅影像一般是不能确定物体上点的空间位置的。要获得物点的空间位置,一般需要利用两幅相互重叠的影像构成的立体像对,它是立体摄影测量的基本单元,由其构成的立体模型是立体摄影测量的基础。对于两幅影像构成的立体像对,完成定向需要两个步骤,首先是确定两张像片之间的相互位置关系,称为相对定向;其次,确定立体像对在实际物方空间坐标系之间的位置关系,称为绝对定向。通过相对定向,两张像片构成的立体像对成为一个相互位置关系确定的一体化模型,这个模型可以放大缩小、平移、旋转,但是模型内部点之间的相对关系不发生变化。再通过绝对定向,将模型经过旋转、平移、缩放转换到物方空间坐标系中。

5.4.1 立体观测和像点量测

1. 人眼的构造及成像原理

人用双眼观察景物可判断其远近,得到景物的立体效应,这种现象称为人眼的立体视觉。那么人眼观看物体时为什么会分辨事物的远近,有立体效应呢?人类在观看外界事物时,先是通过双眼接收由光所搭载的物体信息,把信息传递到大脑后,再经神经中枢处理,形成最终的视觉效果。人眼结构如图 5-12 所示。

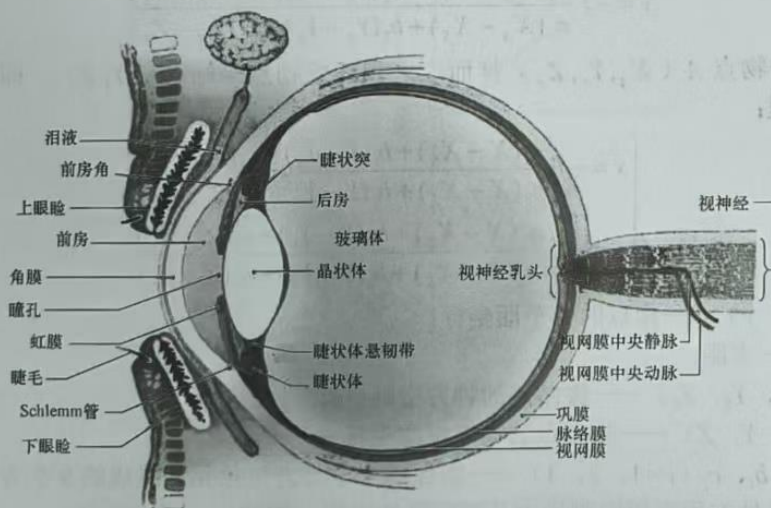


图 5-12 人眼结构

人眼底部视网膜正中的黄斑区对光学信号敏感度最高,对物体的成像也最清晰。光信号会在视网膜上进行变换、滤波、编码,以神经信号的方式传输给视觉神经系统和中枢神经系统。人眼的双目视觉指的是观察一个外界物体时,其影像分别在两眼视网膜的黄斑区内成像并转变为神经信号,沿视觉神经系统传输到大脑,大脑的高级中枢神经系统会把左、右眼所接收的两个视觉信号进行比对和分析,最后融合成一幅完整且富有立体感的画面。由于人的两只眼睛存在间距(平均值为65 mm),因此对于同一景物,左、右眼在视网膜上的成像是存在差异的,这个差异称为双眼视差,从而形成立体视觉。

如图5-13所示,当双眼凝视A点时,两眼的视轴交于A点,此时两光线交角为 r ,当双眼观察B点时,交角为 $r+dr$ 。左眼 O_1 与右眼 O_2 的间距为 b_r 。A点在左、右眼的构象分别是 a 、 a' ;B点在左、右眼的构象分别是 b 、 b' 。由于交角差异的存在,左眼像距 ab 与右眼像距 $a'b'$ 不相等,其视差 $\delta = ab - a'b'$ 即是生理视差。生理视差与A、B两点的高差 dL 及A点距观测者的垂直高度 L 有关,它通过视神经网络传递到大脑皮层,从而帮助人判断事物的远近。

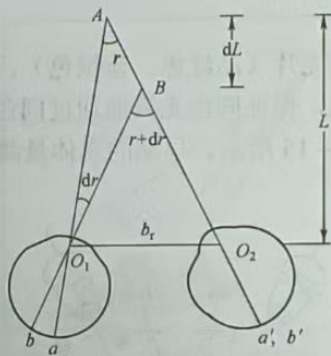


图5-13 立体视觉原理

2. 人造立体视觉

根据人眼成像的原理可知,满足以下条件即可形成人造立体视觉效果:

- ① 有两张像片,拍摄的是同一个物体,但是角度存在一定差别;
- ② 保证双眼分别看两张像片,人为地在视网膜上形成左、右两个成像,即分像条件;
- ③ 两像片上相同景物(同名像点)的连线与眼基线应大致平行;
- ④ 两像片的比例尺应相近(差别 $<15\%$)。

摄影测量中,将一条航线相邻两张具有重叠度的像片称为一个立体像对。该立体像对恰好满足人造立体影像的特点。如果能恢复摄影瞬间影像的位置和姿态参数,例如人眼从上往下观察两张像片,就可以产生人造立体视觉效果,如图5-14所示。如果我们恢复了摄影瞬间地面三维立体视觉效果,那么此时通过制作生理视差看到的人造立体应该和真实的三维世界是完全一致的。在这个人造三维立体空间中可以实现立体量测,直接获取对应地物的坐标信息。

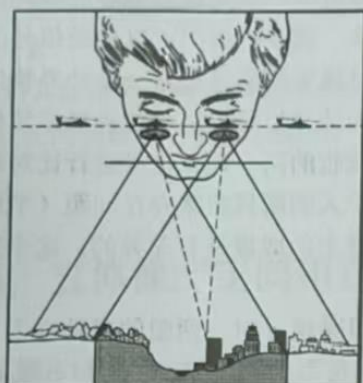


图 5-14 人造立体

3. 立体观测

人造立体视觉效果的必要条件是分像，保证左、右眼分别看左像片和右像片。摄影测量中，常见的立体观察方法有以下 3 种方式。

1) 互补色法

在投影器中插入互补色滤光片（品红色、蓝绿色），两张红、绿影像都投影在显示屏中。观察者戴上红绿眼镜，保证同色光只能通过同色滤光片进入眼睛，实现左眼看红片、右眼看绿片，如图 5-15 所示。早期的立体量测较常用互补色法。

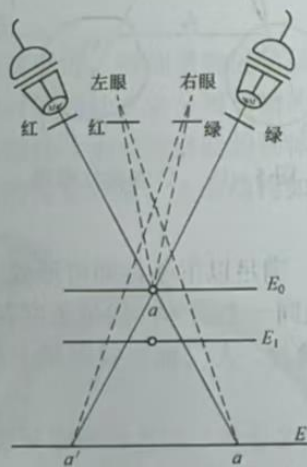


图 5-15 互补色法

2) 光闸法

在一像对的投影光路中各安装一光闸（一个打开、一个关闭），观测者双眼分别戴上与投影器光闸同步的光闸闪闭眼镜。两个投影光路分别以每秒超过 10 次的频率交替打开、关闭，光闸眼镜左、右镜片闪闭的频率保持和投影光路完全一致。通过该方式实现左、右眼分别看左、右像片。20 世纪 90 年代开始兴起的国产摄影测量工作站 VituroZo、JX-4 都采用光闸法立体观测的方式。

3) 偏振光法

在两投影光路中安装两块偏振平面互成 90° 的起偏镜。观测者戴上一副检偏镜，镜片与起偏镜相同，左、右偏振平面相互垂直，保证左、右眼分别各看一个光路中的影像。当前无人机立体量测中常用偏振光法。

4. 立体量测原理

立体量测是用可以在立体模型表面游动的测标完成的量测，多采用双测标法。双测标法利用放入光路中的两个单独的实体测标，分别切准立体像对上的同名像点，实现立体量测。如图 5-16 所示，用滑动鼠标滚轮控制左、右影像上测标的移动，当左边测标落在像点 a 上，右边测标落在 b' 位置时，观测者会看到立体测标漂浮在模型之上，不与模型点相切。若左边测标落在像点 a 上，右边测标落在 c' 位置，观测者会感觉到立体测标嵌入了立体模型内部。当左、右影像的两个测标分别落在同名像点 a 、 a' 上时，观测者可以看到双测标完全重合，立体测标是恰好切立体模型上 A 点的，此时测量的坐标是准确的物点 A 对应的同名像点 a 、 a' 的像点坐标，根据像点坐标进一步得到对应的物点坐标。

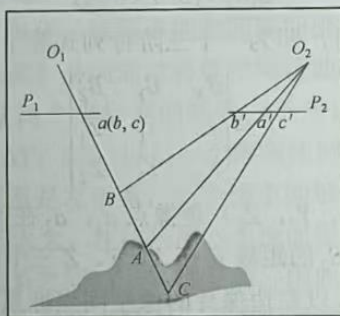


图 5-16 双测标立体量测

5.4.2 立体模型相对定向

1. 相对定向元素

立体像对是指不同摄站获取的具有一定影像重叠的两张像片。立体像对的相对定向就是恢复摄影时相邻两张像片的相互关系，使同名光线对对相交。相对定向的方法有两种：一种是单独像对相对定向，该方式每次都是两两像片单独形成模型，其定向元素包括 $(\varphi_1, \kappa_1, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2)$ ；另一种是连续像对定向，它以左影像为基准，计算右影像相对于左影像的位置关系，定向元素包括 $(B_y, B_z, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2)$ 。

2. 共面条件方程

相对定向利用的是同名光线对对相交的原理，如图 5-17 所示，同名光线 S_1a_1A 、 S_2a_2A 必然相交于物点 A ，并且和摄影基线 S_1S_2 三线在同一个平面上。