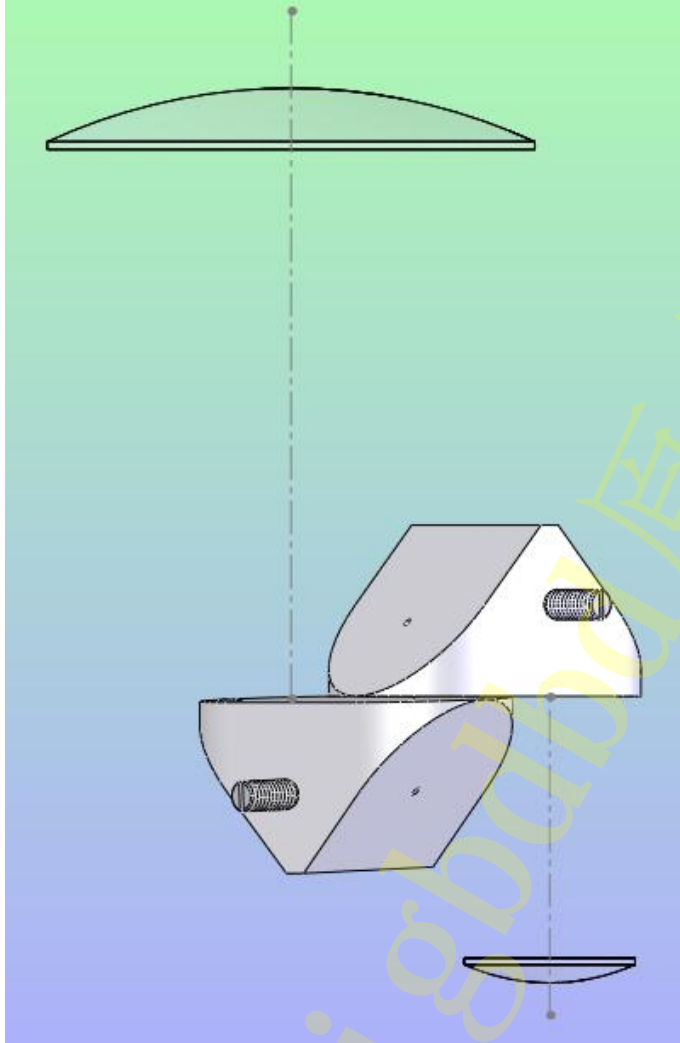


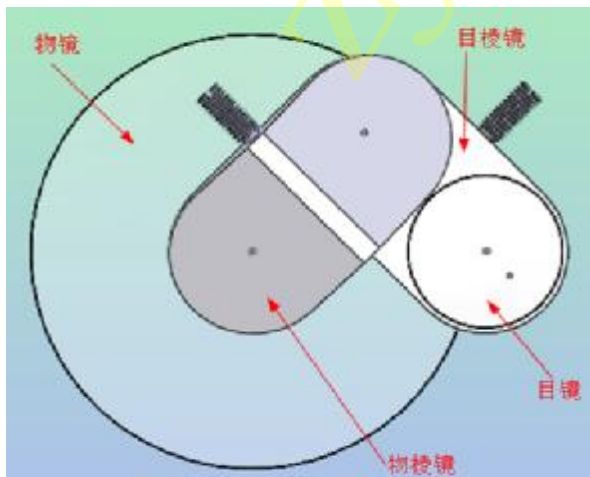
双筒望远镜光轴调整方法

自己动手用 solidworks 画的望远镜筒图，用于测试光轴调整的效果。

望远镜俯视图简图如下

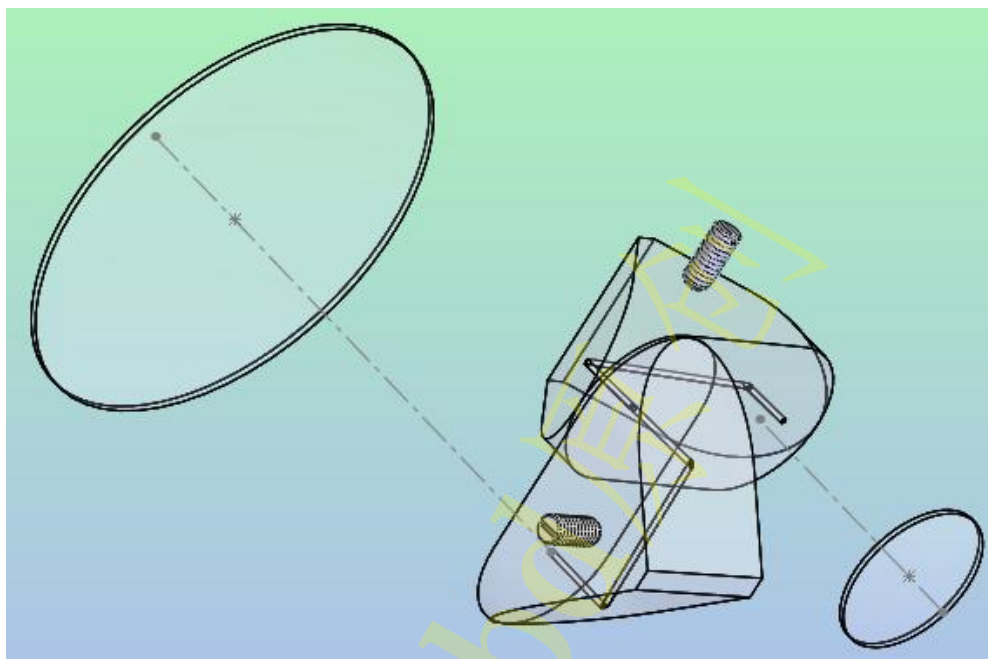


望远镜正视图简图如下



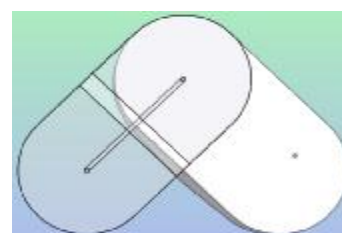
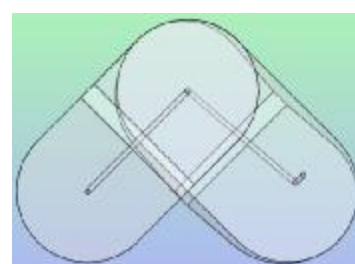
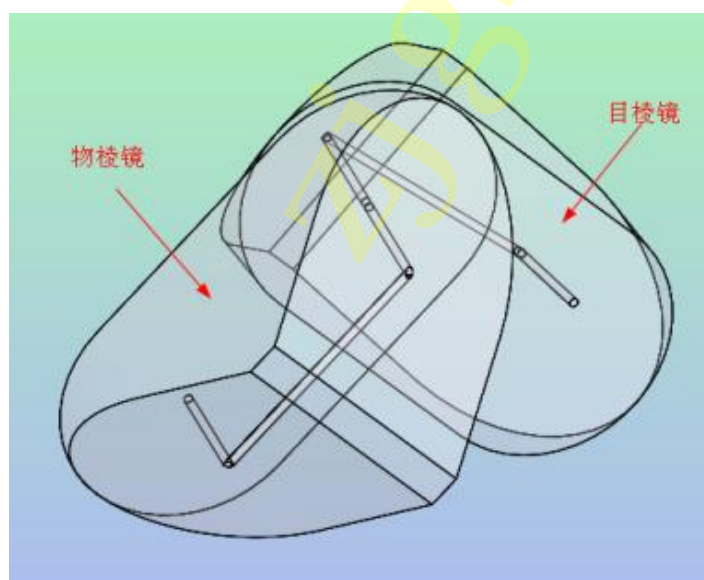
首先做如下定义，正视图中左边的棱镜可以从物镜看到其斜面，暂且称之为物棱镜，与其相应的调节螺钉，暂称之为物棱镜螺钉。右边的棱镜可以从目镜看到其斜面，暂且称之为目棱镜，与其相应的调节螺钉，暂称之为目棱镜螺钉。

上图其实已经是物棱镜螺钉向下拧了一部分，所以可以从正视图中看到物棱镜与螺钉底面接触的那个侧面了。棱镜中的小孔，是模拟一束平行光束从物镜中心射入后，在各棱镜上的投影。从上图可知，垂直于物镜的光束，由于棱镜的倾斜，将被倾斜射出目镜。如下图所示



这样的话，物镜所成的像，将会在理论值的右下方。这里仅画了左镜筒，如果右镜筒光轴是完全正确的（相对于调节目镜中心距离的旋转轴平行），那左眼看的像将会在右眼看到的像的右下方。

但是，如果目棱镜向内(图中的左下方)拧，将会使像向右上方移动。如下图所示。



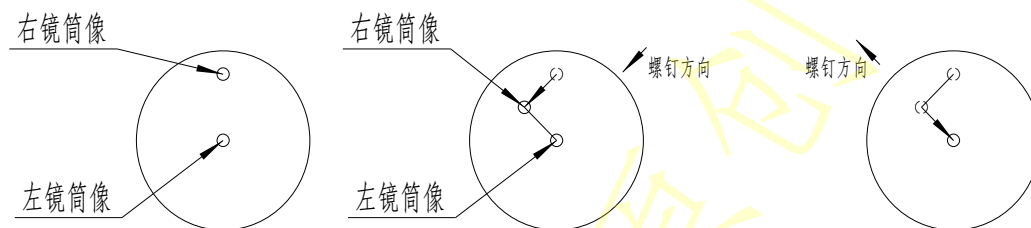
综上所述，调整规律可以用“物正目反,物1目3”八个字来总结。就是说，物棱镜螺钉的调整方向，会使看到的像向与其调整方向相同的方向移动。目棱镜的调整方向，会使看到

的像向其调整方向相反的像移动。不管左右镜筒都是如此。注意，物棱镜在外侧，轴向上靠近目镜，目棱镜在内侧，轴向上靠近物镜。另外调整时，在能看到两个镜筒中的像的条件下，眼睛应尽量远离目镜。物 1 目 3，是说，物棱镜螺钉进 1 扣，像的移动距离，与目棱镜螺钉进 3 扣像的移动距离差不多，只是方向不一样而已。

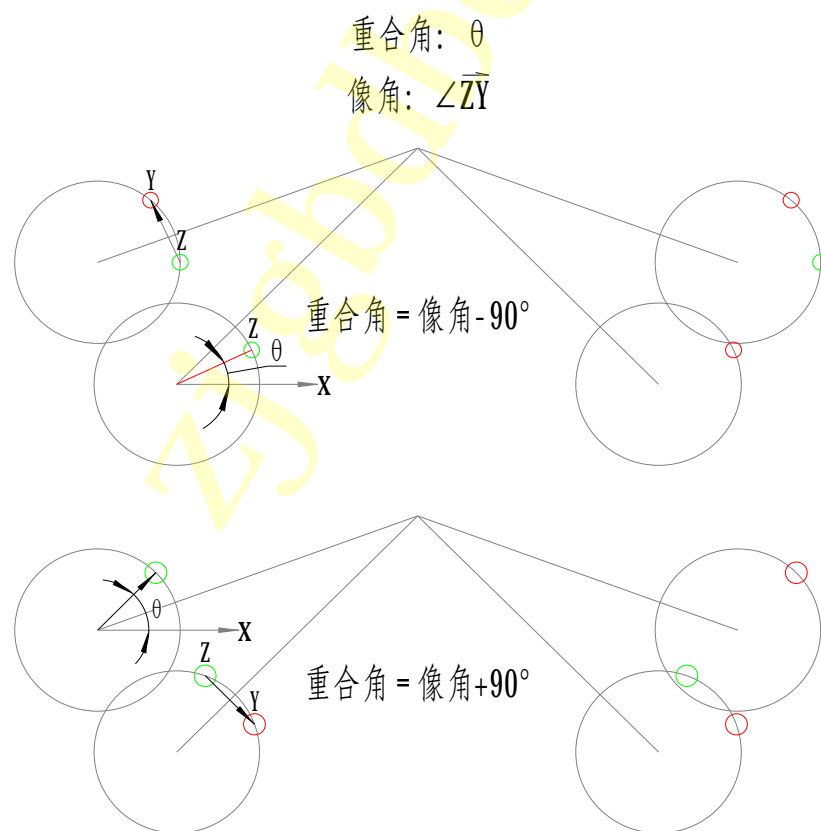
注：不要使用白天的什么景物为基准进行调整，若在较远的地方有较小的参照，亦可以使用。最好用晚上的星星为基准进行调整，调整时，可将望远镜靠树用手扶或是靠在其它的什么地方，这样的话，像不是很抖。

下面举个实例，来解释调整的过程。图中，以左镜筒的像为准，调右镜筒的棱镜螺钉。

1. 将右镜筒物棱镜螺钉旋入，使像走到左镜筒像的左上方 45° 处
2. 将右镜筒目棱镜螺钉旋出，使像走到左镜筒像重合为止



两个光轴都不正的调整方法



如图所示，有可能望远镜的两个镜筒都不是很正，这种情况下的调整分为两部。
第一步，使两个像重合，这时，就首先将望远镜目镜中心距掰的尽量大一些或者小一些，

以眼睛远离目镜 20cm 以上仍能同时看到两个镜筒中的像为条件的情况下，尽量大或是尽量小。在此，以掰的小一些为例进行讲解，调整以其中的一个镜筒为基准，比如左镜筒，调整右镜筒，使两个像重合。这时可能光轴都不正，只是恰巧在掰的较小的时候正了。这时，光线就不会通过目镜中心，设其通过目镜的点与目镜中心的连线与 X 轴的夹角为 θ (暂且称之为重合角)，这个是未知量，需要求得。掰大以后，两个像不再重合，左成像点记为 Z，右成像点记为 Y，记向量 ZY 对 X 轴的夹角为像角。则有图中的两个关系式，在此处，重合角 = 像角 - 90°。

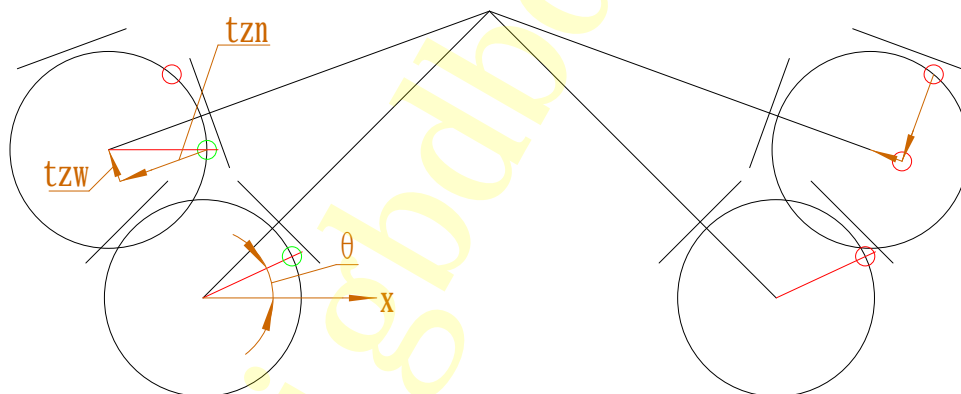
第二步，如果如上图 1 所示，像角为 115 度，重合角 = 115 - 90 = 25 度，此时，就将左镜筒的目棱镜螺钉（位于望远镜内侧）向外拧，右镜筒的物棱镜螺钉（位于望远镜外侧）向内拧，之后将左镜筒外侧棱镜螺钉向外拧，右镜筒内侧棱镜螺钉向内拧，以使像重合。这时，左右两个镜筒光轴都正。注意不管哪种调整趋势，都需要左右一起调整，方能使两个光轴平行。

关于调整的距离，设重合掰后，目视两个星星之间的距离为 $|\overline{ZY}|$ ，则

$$tzn = tyw \approx 1.3 |\overline{ZY}| \cos(\angle \overline{ZY} - 135^\circ)$$

$$tzw = tyn \approx 1.3 |\overline{ZY}| \sin(\angle \overline{ZY} - 135^\circ)$$

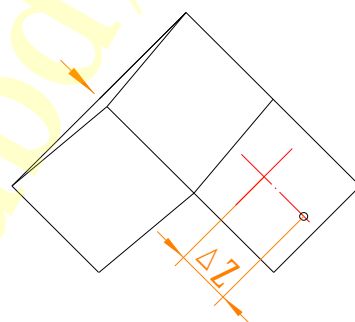
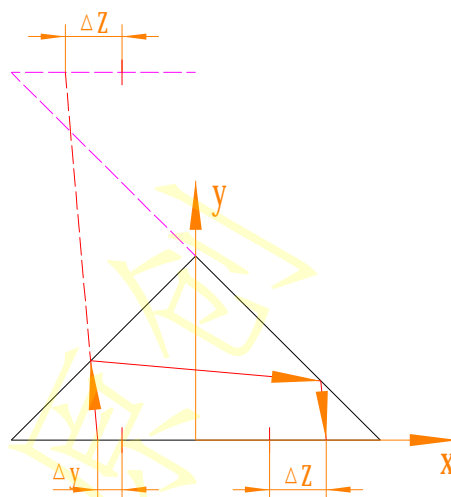
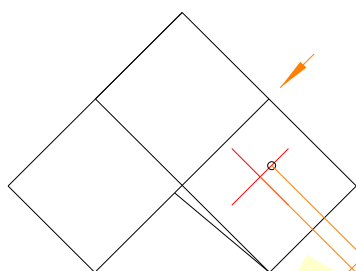
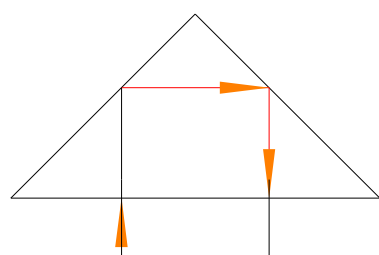
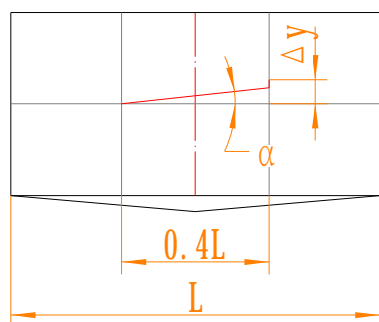
其中，tzn 表示(t: 调节, z: 左, n: 内)调节左镜筒内侧的棱镜螺钉，使左眼的像向相应方向移动的距离。求出来的值若大于 0，外侧棱镜螺钉向内，内侧棱镜螺钉向外调。若小于 0，外侧棱镜螺钉向外，内侧棱镜螺钉向内调。



关于“物 1 目 3”

单调内侧棱镜螺钉

单调外侧棱镜螺钉



上图中，斜面上的十字线为光轴的理论通过点，不考虑折射影响

$$\Delta y \approx 0.7L \tan \alpha$$

$$\Delta Z = \Delta y + L \tan \alpha \approx 1.7L \tan \alpha$$

$$\Delta Z / \Delta y = 7/3 \approx 2.43$$

考虑折射影响与两棱镜斜面有间距的影响

$$\Delta y = -0.3L \tan(\alpha - \alpha') + 0.7L \tan \alpha'$$

$$\Delta Z = \Delta y + L \tan \alpha' = 1.7L \tan \alpha' - 0.3L \tan(\alpha - \alpha')$$

$$\Delta Z / \Delta y \approx 2.9$$

α' 为光线在棱镜中的倾角，有 $\sin \alpha / \sin \alpha'$ 为折射率，对于大多数的棱镜，其材料为 BK7 光学玻璃，折射率取值为 1.5168。