



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

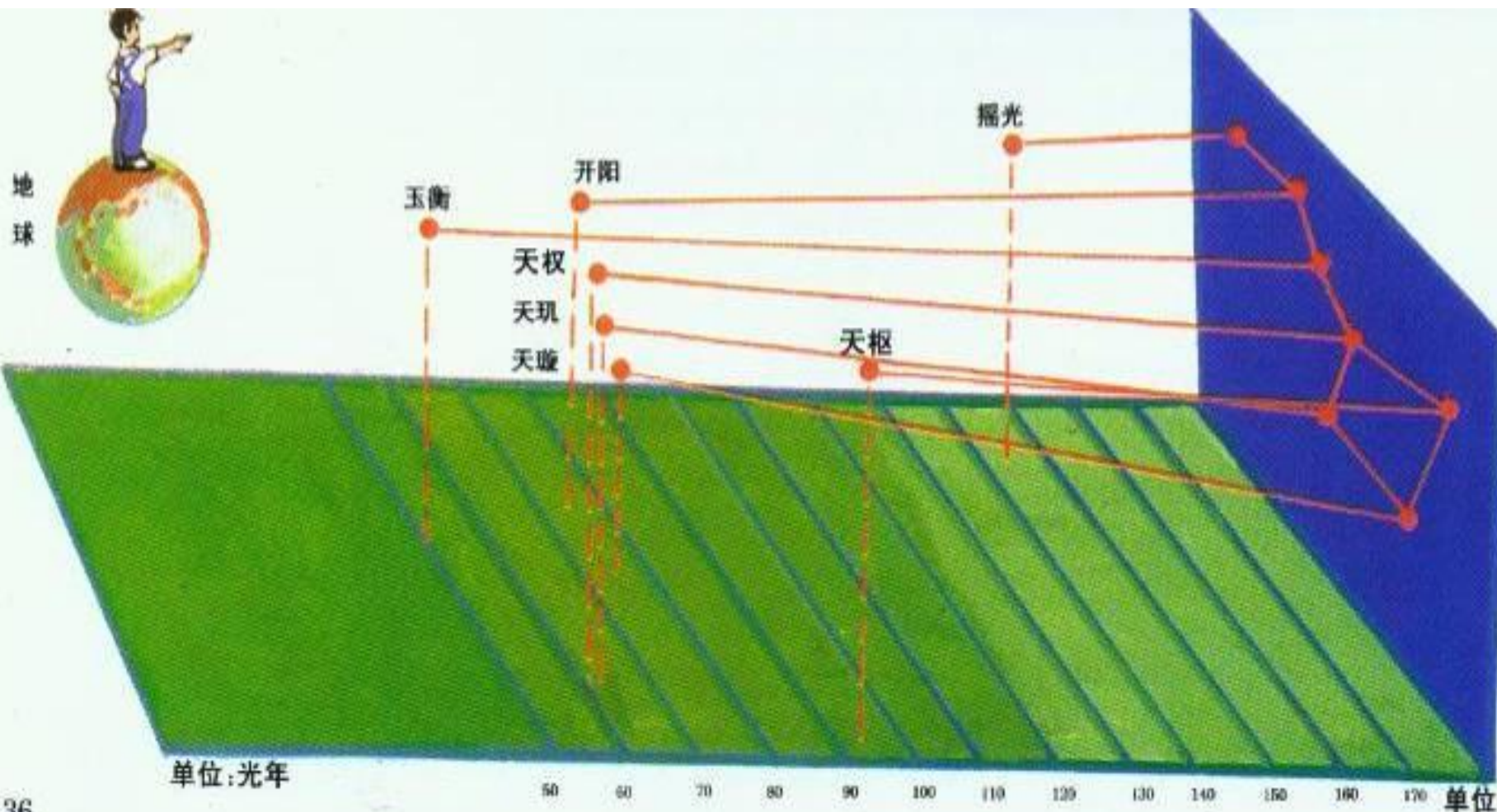


空间科学与技术学院  
School of Aerospace Science and Technology

# 天文望远镜与观测训练



# 星星与我们的距离都一样远吗？





西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY



空间科学与技术学院  
School of Aerospace Science and Technology

# 天文望远镜的基本情况



# 关于天文望远镜的两个常见问题

- 你这台望远镜能看多远？
- 你这台望远镜能放大多少倍？



衡量天文望远镜光学性能的好坏主要有六个参量：

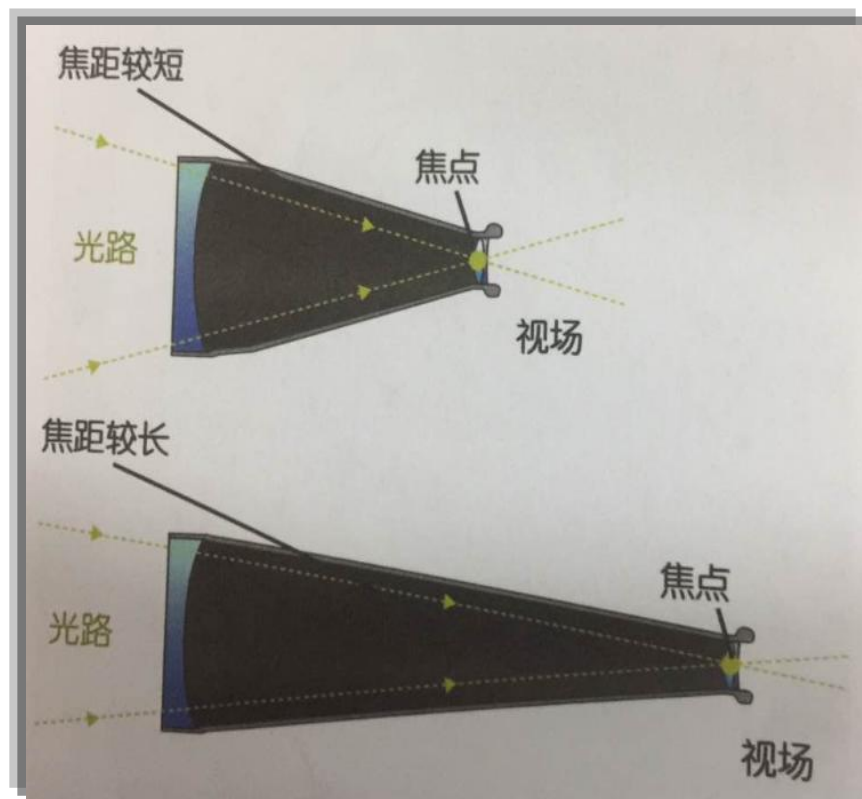
- ① 通光有效口径
- ② 光力（相对口径）
- ③ 分辨力
- ④ 视场
- ⑤ 放大倍数
- ⑥ 极限星等





焦距是收集光线的物镜表面到焦点之间的距离，以毫米为单位。焦点是来自物镜（透镜或凹面镜）发射或折射过来的光线的聚集区域。

对反射和折射望远镜而言，焦距一般和镜筒的长度相当，但是对于马卡镜和施密特镜，尽管焦距很长，但是光路折叠了几次，所以镜筒反而更短。





**口径（D）：**望远镜的有效通光直径。

口径愈大能收集的光亮愈多，愈能观测到更暗弱的天体。

人眼：看见6等星；

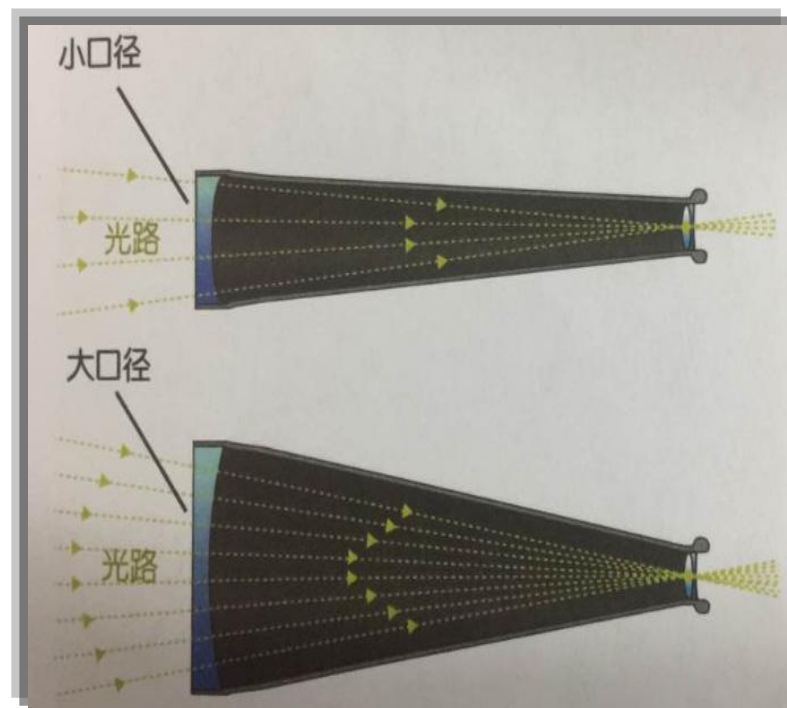
10m口径望远镜：看见22等星。



无论是折射镜还是反射镜，口径指的都是望远镜的主要集光面（即物镜）的直径，显然，口径于望远镜而言是一个关键参数，小口径成像暗淡，模糊，大口径成像更清晰，锐利。

口径增大到两倍，集光能力增加到四倍，因此能聚集的光线和所成的像的亮度也是四倍。

就分辨率而言，口径增倍分辨率也增倍，例如100mm口径可以分辨相隔1角秒的恒星，200mm口径的可分辨间隔为0.5角秒。







光力 ( $A$ ) :  $A=D/F$

相对口径, 即口径 $D$ 和焦距 $F$ 之比。

观测到的天体亮度与 $A^2$ 成正比。

焦比: 望远镜的焦距除以口径  $F/D$ 。

焦距1000mm, 口径200mm的望远镜, 焦比为:  $f/5$ , 属于较亮的一种;

焦距1500mm, 口径100mm的望远镜, 焦比为 $f/15$ , 属于较暗的。

所谓亮暗, 源自于摄影, 当用望远镜进行深空天体摄影时, 拍摄同一星云, 较亮的 $f/5$ 望远镜所需的曝光时间为 $f/10$ 望远镜的 $1/4$ 。但是在用望远镜目视观测时, 焦比不同所带来的差别就不那么明显。

在摄影时, 焦比数字越大, 光力越弱; 照相机镜头上称为光圈。



## 分辨率：

把望远镜能分清为两个物点的最小角距离称为**分辨率**。  
望远镜的口径决定分辨率。

## 分辨力（R）：

望远镜分辨天体细节的能力，以分辨角来衡量。

## 分辨角（ $\delta$ ）：

刚刚能被望远镜分辨开的天球上两发光点之间的角距。

$$\delta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

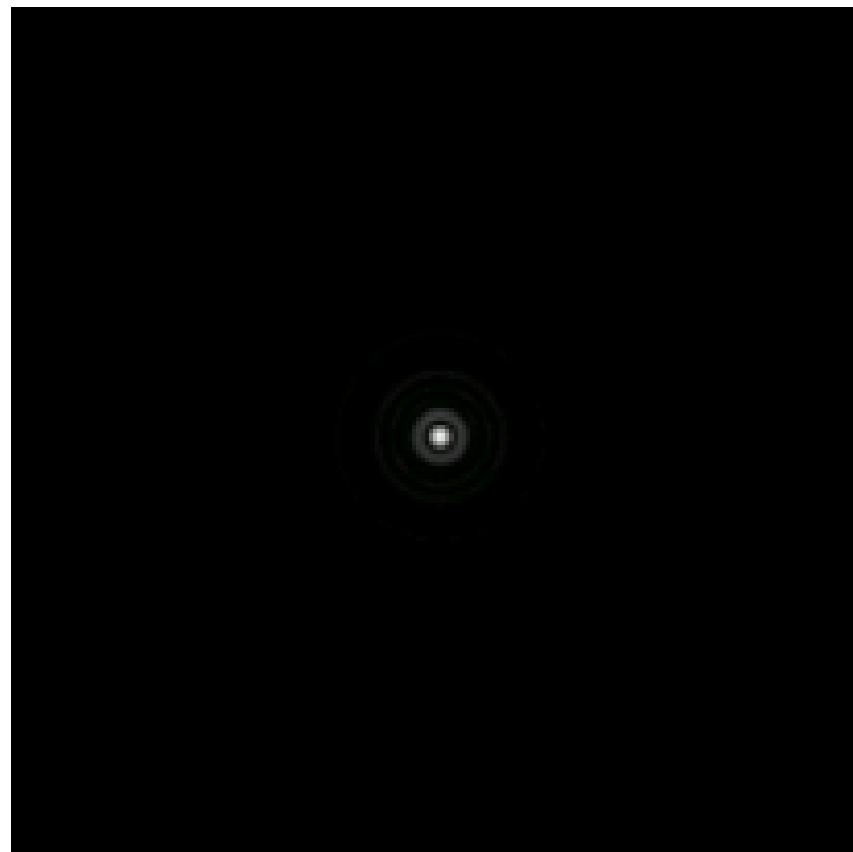


用目视望远镜观测星空时所能见到的天空部分的角直径。

当目镜的工作视场一定时，**望远镜的视场与放大率成反比。**

望远镜主要解决“看得见”和“看得清”两方面的问题。

光的衍射现象限制了“看得清”的能力。





## 放大倍数：

$$A = F_{\text{物}} / F_{\text{目}}$$

目镜也有焦距，物镜的焦距除以目镜焦距，就是望远镜的放大倍数= $F_{\text{物}} / F_{\text{目}}$ 。

一架望远镜观测时所能适应的最大放大倍数，最好不要超过望远镜以毫米为单位表示的口径数据的**2倍**。

例如：口径**60mm**的望远镜，放大倍数不能高过**120倍**。

否则，如果超过这一极限，所见的物像更大，但是也会更暗，并且显得模糊。





## 极限星等：

将望远镜指向天顶，肉眼所能看到的最暗恒星的星等，也叫**贯穿率**。

极限星等 $m_l$ 与以厘米为单位的望远镜有效口径之间的简单关系由公式

$$m_l = 6.9 + 5 \lg D$$

给出。例如有效口径15厘米的望远镜，极限星等约为12.8等。

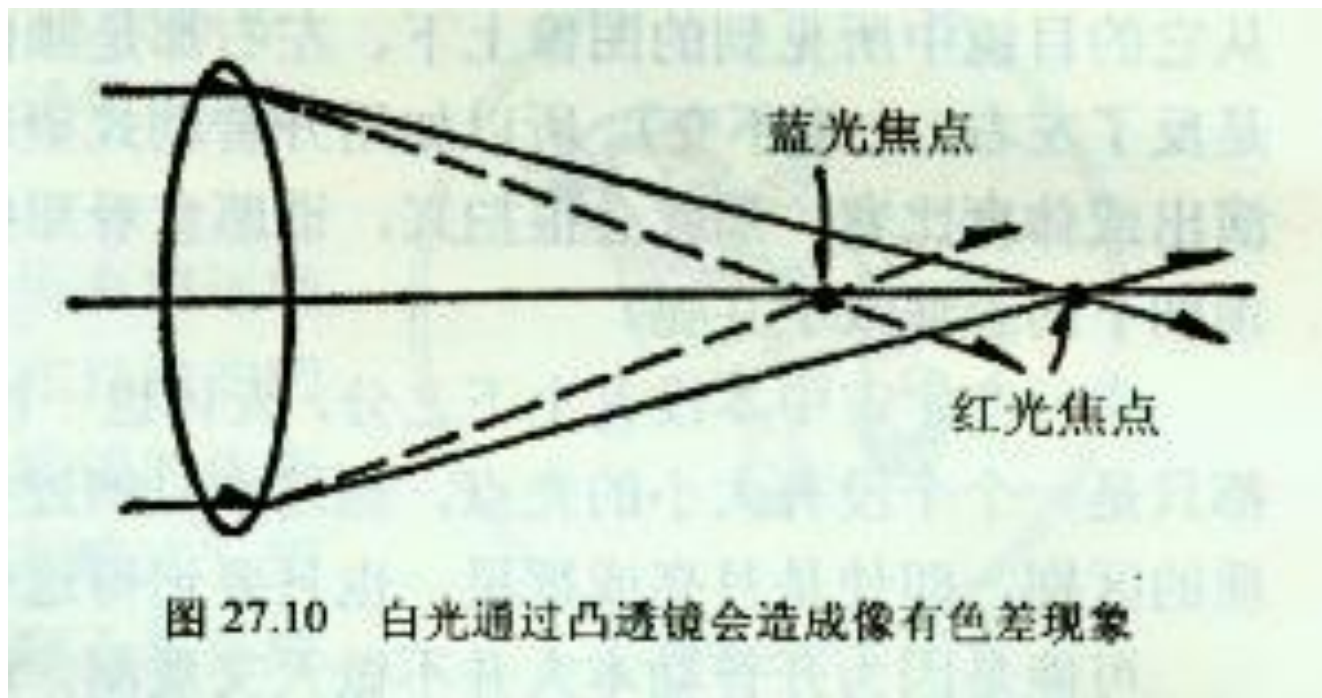


最亮的十个天体

星等	天体	注释
-26.8	太阳	从地球上
-12.6	月亮	满月时
-4.7	金星	最亮时
-2.9	火星	最亮时
-2.9	木星	最亮时
-1.9	水星	最亮时
-1.4	天狼星	全天最亮恒星
-0.7	老人星	全天第二亮恒星
-0.3	土星	最亮时
-0.01	半人马座 $\alpha$	半人马座最亮星

+3.0 = 在光污染的郊区能见到的最暗星  
+6.5 = 在晴朗暗夜能见到的最暗星  
+9.5 = 10 × 50 双筒镜能见到的最暗星  
+30 = 哈勃空间望远镜能见到的最暗星





**1666年**，牛顿证明天体的光并非单色光，而是由各种颜色的光混合而成。望远镜的色差是由于透镜对不同颜色的光具有不同的折射率而造成。



牛顿从理论上弄清了色差的成因，但错误的做出折射物镜色差无法消除的结论。由于牛顿极高的威望，不少人盲从了他的观点。直到18世纪30年代，英国数学家C.M.霍尔发现，用冕牌玻璃作凸透镜，用火石玻璃作凹透镜，所制成的复合透镜能消除色差。

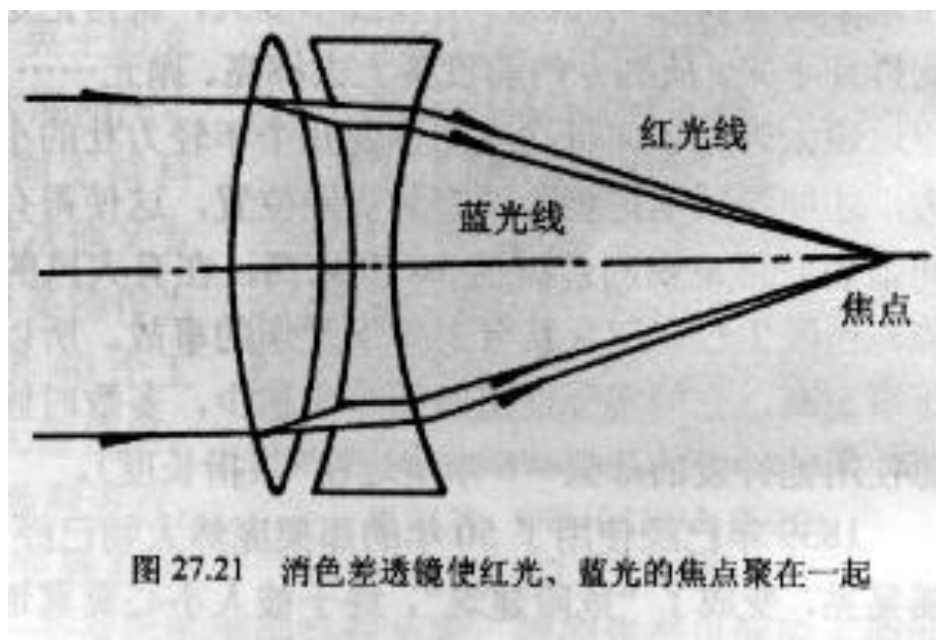
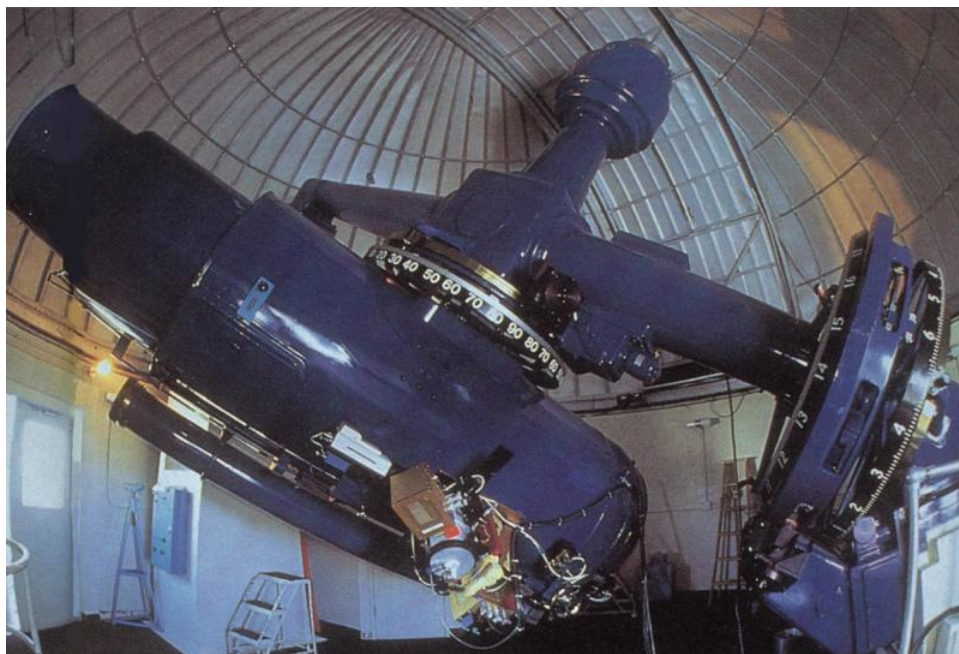


图 27.21 消色差透镜使红光、蓝光的焦点聚在一起

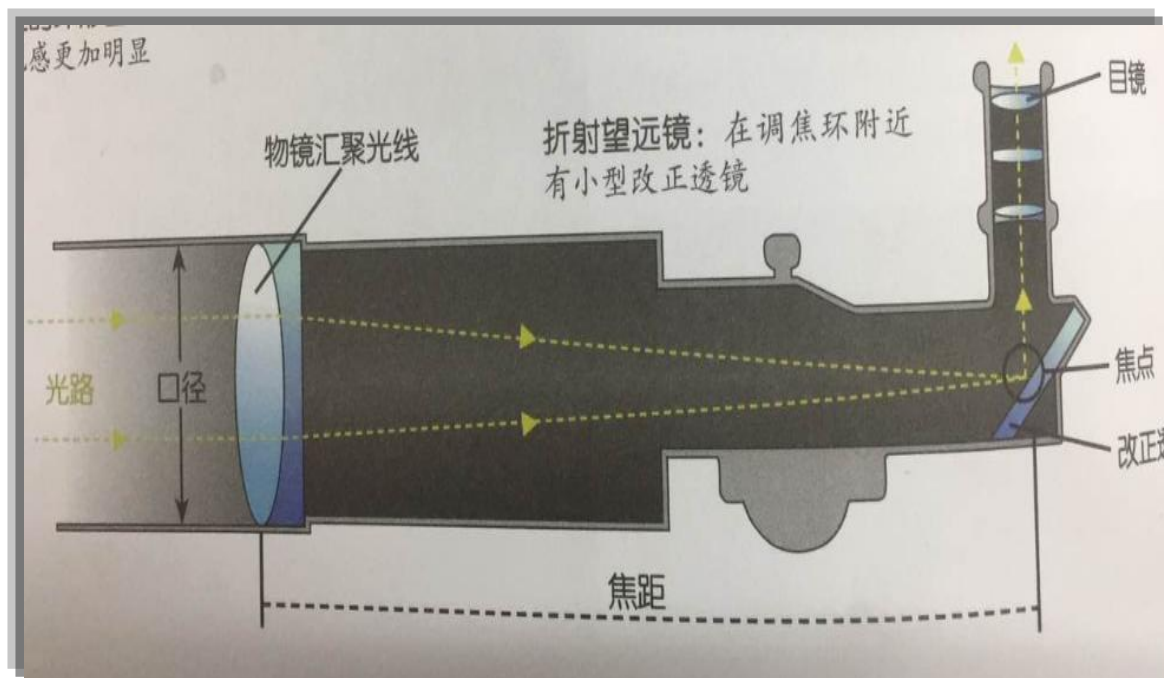


- 1930年德国的施密特制造出第一架折反射望远镜。同时使用反射镜和折射镜。
- **1940年**苏联光学家马克苏托夫发明马克苏托夫望远镜，和施密特望远镜类似。





伽利略发明的折射望远镜

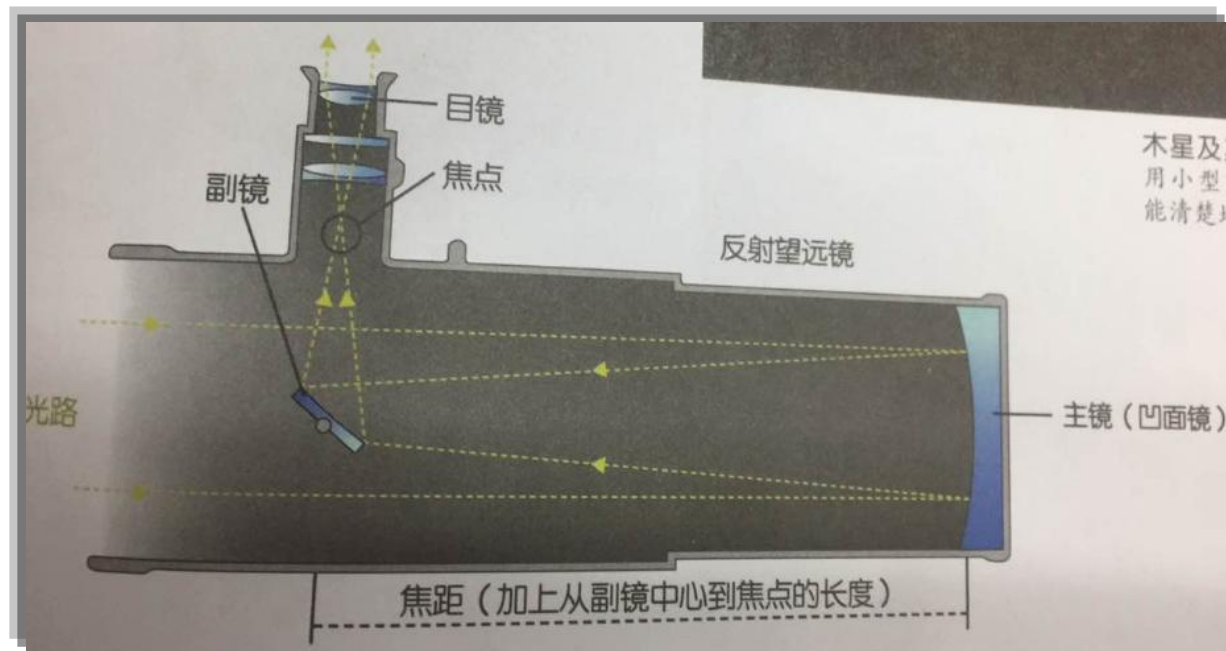


折射望远镜使用透镜物镜折射光线，把光汇聚到镜筒底部的目镜上。





牛顿发明的反射望远镜

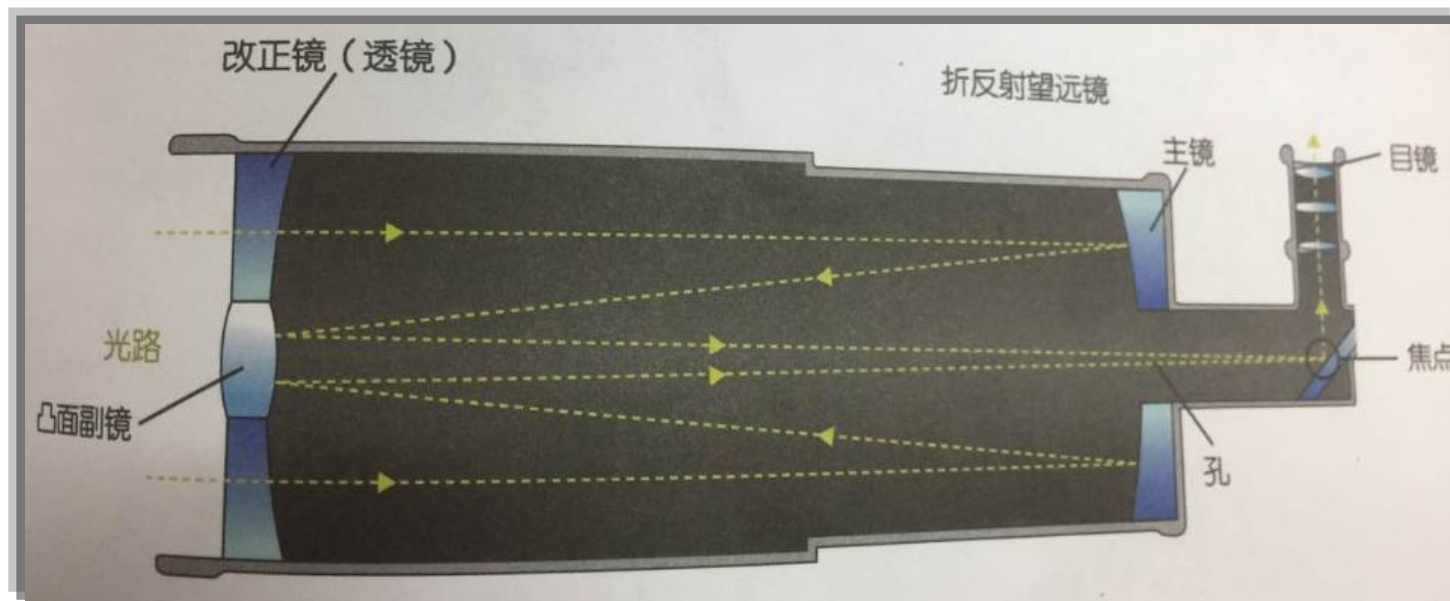


光线从镜筒前端入射进来，直达镜筒底部的凹面主镜上；主镜把光线反射到靠近镜筒前端呈**45度**倾斜放置的一个小平面镜上（称为副镜），光线再次反射后向镜筒旁边射出，进入镜筒旁的调焦环上





# 折反射望远镜



光线从镜筒前端的改正镜入射，经折射后抵达镜筒底部的凹面主镜上，再反射回到副镜上（外凸的凸面镜），然后折射回镜筒底部，从主镜中央的一个小孔里穿过，到达镜筒后面的目镜中。



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY



空间科学与技术学院  
School of Aerospace Science and Technology

# 天文望远镜的支架结构



一条轴线沿铅垂线方向，称为竖直轴；

另一条轴线沿水平方向，称为水平轴。

这种装置称为经纬支架。

追踪天体的周日视运动需要同时改变转动两个轴。





一条旋转轴沿平行于地球的自转轴方向，这就是“极轴”，或曰“赤经轴”。

另一条轴与之垂直，正好位于天球的赤道面内，称为“赤纬轴”。

这种装置称为赤道仪。

在极轴对准天极的情况下，追踪天体的周日视运动只需要转动赤经轴。





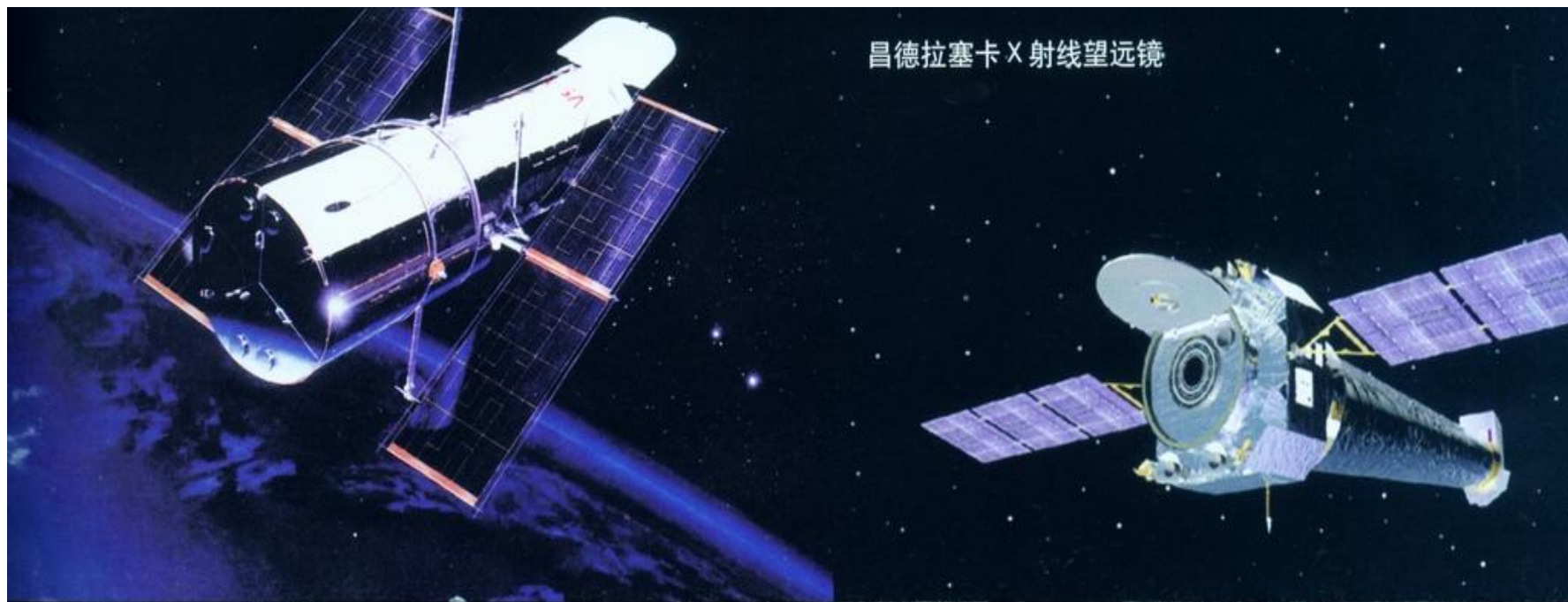
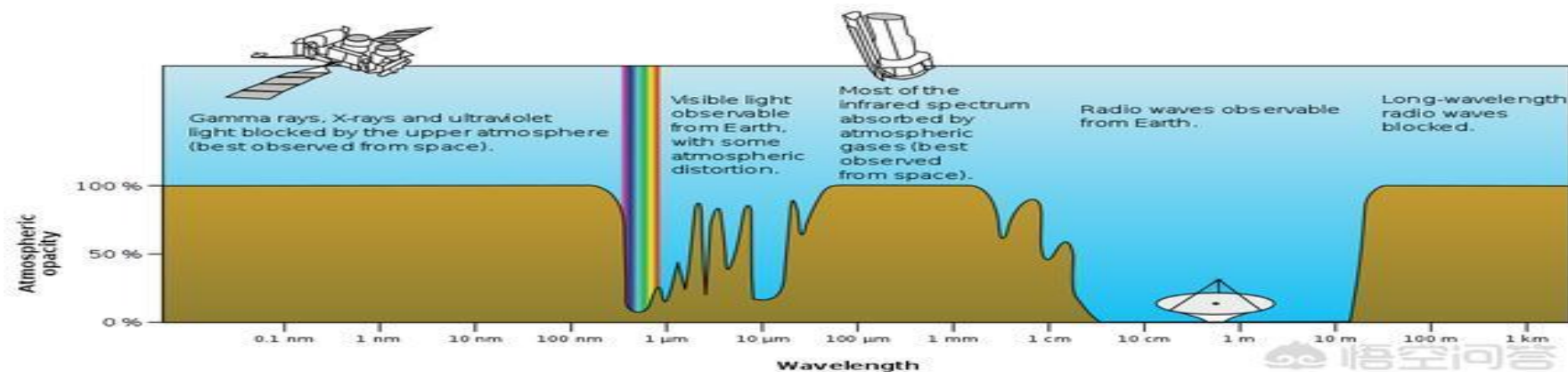
赤道式望远镜



地平式望远镜







# 谢谢大家！

