

《天文爱好者的入门器材》

编 撰：阿 凯

前言

笔者是比较早就开始涉足天文。但是处于经济方面的原因，过了 7、8 年才深入到了比较高几的观测领域，其中不少的摸爬滚打、走的不少的弯路，但是神奇浩瀚宇宙带给我们探索的力量鼓励着像我一样的天爱不断前行。相信不论在读的你是想在别人面前吹吹牛、还是带自己喜欢的妹子看星星，还是带领自己的孩子走进科学的殿堂，美丽的星空都能满足你的愿望。在深夜忍不住看到星空就会感觉心灵得到了彻底的净化，特别的纯真美好。热爱天文，追求至美信念会让你心态平衡、无论多少次失败也不气馁、不求回报，但心向往那一望无际的神秘。

但是在工作中仍会有许许多多的新手进入了困局从而放弃天文，甚至刚买回来的望远镜落灰发芽。或者是因为经济原因，移花接木买了错误的型号从而导致的经济损失。以上这些问题都是历天的天爱收到的种种问题今天仍然在不断的发生在新人身上。所以爱好者圈内总结出了很多的方法来教导新人使得新人进步之快，恍若自己几年时光都压缩在了新手身上，使得新人少走了不少弯路、歧路。但是任然有新人不愿意去相信前辈们总结的经验，他们宁愿去相信电影带给他们的那种：“天文就是随便买个望远镜就能望到天边”的那种直觉和快感去买一些普通消色差或者是山寨品牌，从而失去了对天文的热爱，并且导致资金不能够继续更换能够满足自己观测需求的望远镜。这都是我们天文爱好者不希望看到的，因为热爱天文的人越多，我们会获得更多的快乐。因此本书的主旨在于引领新手从器材方面引导新人进行学习和认识望远镜器材。

笔者在宣传和推荐新人方面我有比较不错的经验，发现了一些主要的问题例如：

- ◎新手对论坛以及贴吧里的内行大神的建议嗤之以鼻、或是仍然保有侥幸心理
- ◎新手往往愿意先买在学而不是先学再买
- ◎新手不愿意弄清楚镜子的类别和各种参数的意义

◎资金紧张的爱好者总想着通过自己 DIY 或者购买同名的、山寨的品牌来以次充好

◎嫌器材贵

◎嫌器材贵

◎嫌器材贵

.....

.....

.....

这里先粗略的回应一下这几个问题。首先第一条，您要是觉得非要拿自己的钱去验证别人说的话对不对，这个我觉得是不明智的。没有必要在一个众多见证者可以证实的现代社交平台上去欺骗别人。不仅如此，新人应该懂得感恩把自己代入天文的引路人，如果不是因为他们，你也许会就此放弃这项追求、再也看不到所向往的美丽的星空。



其次新人不愿意学习就去购买，其实他本人都不知道买个什么样的价钱、型号合适，很容易去购买那些粗制滥造的商品，容易相信所谓 300 块 1000 倍的骗局。接下来可爱的新手好不容易买了镜子，可是发现焦距太长或是太短、口径太小不能支持那么高的倍数，还会有买了长焦高倍看行星的镜子但是他其实还是想摄影星云，这些都是新手不愿意弄清楚镜子的类别和各种参数的意义所造成的。还有的天爱刚入门不久想升级器材，结果看到高级器材极高的标价、头都大了一圈，于是想着用同名的、山寨的、

DIY 的办法来解决，结果不用想。那么高的精度不可能一下子就 DIY 或者是通过改就能实现的，要不怎么能那么贵呢，你说是吗？嫌器材贵，但是器材一般都是物有所值。

你想知道的一切器材答案都在这本书里面。如果是观测的入门书籍，我极力推荐一本热销书《夜观星空》，这也是广为好评的入门书之一。因此，无论你是一个一窍不通的小白、还是刚入门很久却只是匮乏的伪新手，这本书都是为你答疑的不二之选。如果高手对本书中的观点有不同的见解，请见谅，这是一本新手入门书、所以有的地方方便理解却不是那么切合定义。

新手参考本书的方法，在关注完自己需求的信息之后，最好还是要看看笔者对于其的具体描述。这些描述有可能不是中肯的、是站在购买者的角度上去考虑的，但是是十分具有参考价值的。相对于其他入门书籍，这也是本书的最大特色。因为数字不能够描述一个物体的具体情况，就好像考试成绩不能描述一个人的一生，因此这些前辈们总结出来的经验、加上我对他们的翻译转化，成为一种比较白话的解释方式，是适用于新手理解的文字。因为除了拍摄，用文字语言很难去描述一个双筒或者是 DOB 望远镜所呈现的景象，所以会有一些我们亲自制作的目视效果图在其中，用来解答那些新手的疑惑，避免小白因为疑惑好奇而购买了效果不如意的器材。

感谢南京 Linkage、杭州天文协会的“正电子”“凯撒”，香港的同好“減號”，兰州的同好“可喵”。。。。在编辑本书的期间给予我的帮助，感谢可喵和減號平日里给我的指点以及宝贵意见。

感谢 XXX 从网上提供的摄影素材，这些图片真的非常美丽。

目 录

一 则约定	
-------------	--

第一章 天文爱好者常见问题以及解答

双筒望远镜是玩具吗.....	
单通跟双筒有区别吗.....	
望远镜可以看多少米.....	
百元望远镜 1000 倍	
这些照片是怎你么来的（天文观测路线）	

第二章 天文设备基础知识

双筒望远镜	
折射式望远镜.....	
望远镜的目镜等配件.....	
赤道仪的作用.....	
反射式望远镜.....	
卡塞格林望远镜（反射式）	
折返式望远镜.....	
望远镜的支架.....	

第三章 天文爱好者入门器材推荐

认识星空——双筒望远镜.....	
经济实惠的 80dx	
入门神镜信达小黑	
较高端的配置，赤道仪的重要性	
从电子目镜到制冷 CCD	
一步到位——复消色差镜 APO	
大口径牛反的威力	
施卡、马卡	

第四章 器材常见误区

Eq3 和 Eq3d 的区别.....
有关消色差.....
ED 与 APO.....
半复消色差和复消色差.....
望远镜不是越大越好...

第五章 观测时的器材知识与注意事项

防潮
防寒
防摔
隔窗观测
寻星镜的校准
牛反的校准

一则约定

有关摄影这方面的议题，并不代表笔者是摄影党或是鼓励怂恿新人强行去忽略自己的经济状况去进行天文摄影。爱好者之中不乏目视高手，因此笔者并没有厚此薄彼的意图。文中多次提到摄影是有原因的，因为天文后期都需要进行图像或者图表数据的取证，因此广泛使用 **CCD** 成像技术来获取资源。因此摄影其实包含着天文项目的观测取证以及一些纯粹的摄影爱好（比如拍摄 **M31** 或者 **M42** 等等），提到摄影就单纯想到入不敷出的单反摄影或是土豪云云，是片面的、偏激的，并且笔者一贯很反感这样的人。本来是恕其愚昧，可是后来笔者遭遇到了一位不明事理的网友，张口“你们这群用 **APO** 的土豪”云云，只看准望远镜其中的一项参数（比如口径、焦距、倍率之类的其中之一而忽略其他所有的参数），妄言 **150** 牛反比 **80APO** 好，影响极其恶劣。比较两款镜子的时候，好在哪里、怎么去比这个事情取决于个人的需求，**APO** 深空锐利成像清晰，但是焦短不足以拍摄行星，极限星等和分辨率也不高；牛反锐度方面没有 **APO** 表现的好，除此之外还有校准光轴等一系列的问题，但仍然有高手都喜爱使用牛反的这样一种说法。怎么样比较是天爱个人的事情，任何光学系统都有自己的优缺点，也不能拿金钱去跟别人相比（真正的爱好者哪怕是只有一架普消小镜子也会坚持观测），所以一定要提高自己的知识和能力。

说来说去，其实还是以摄影的一种标准来衡量成像的优劣，**CCD** 所呈现出来的肉眼捕捉不到的颜色、星点都可以通过长曝来解决，而且是可以放到计算机上、印刷到书本上让大家看到的——笔者总不可能说本人看到是如何等形的一个情景，对于一个新手是无法想象的景象。

第一章 天文爱好者常见问题以及解答

在我们开始讨论望远镜之前，你一定有很多疑问，先让我们来一一解答。



双筒望远镜是玩具吗

当然，如果是地摊上买到的三无产品，回答是“是的”。那什么样的双筒望远镜才不算是玩具呢？首先，望远镜也分很多种用途，其结构和镀膜均有不同程度的区别，军用望远镜的设计主要是考虑耐用性和夜视能力。然而我们所要使用的天文望远镜主要考虑透光能力以及视野，透光能力；讲究的是能够在同等口径、倍数、视场的情况下能看到的星星更亮更多。而视野是看到天空区域范围的大小，简单理解为望远镜里黑圆圈框有多大、能装下多少景物。

单筒跟双筒有区别吗

这要看结构，其目镜是广角，并且有两个倍数、口径等各种参数都相同的镜筒是双筒望远镜。单筒镜主要分观鸟，观靶等地面观察用和天文。天文望远镜当然是单筒的好，因为一般专业的配件、设备都是配合单筒天文望远镜使用的，而且单筒的望远镜有很多形制可供你选择，口径也可以做得很大。而且单筒望远镜内一般不存在棱镜这种装置，在提高了望远镜的透光率的同时也避免了一些问题。

但这并不代表双筒在天文方面没有用武之地。使用双筒望远镜观察天空一般有两个作用：1、作为新手用它来熟悉天空，熟悉一些必须掌握的天体位置；2、老手使用它来巡天，观察彗星等天体。因此很难去说双筒或是单筒才是天文所必需的，而常常最好的选择是两种类型的望远镜同时装配，能够方便观测，同时也是老练的天爱的必备之物。

望远镜可以看多少米

首先，正规望远镜没有“能看多少米远”这类说法。这个“几百米”“几千米”，实际上恰恰是劣质望远镜常用的一种宣传方式。举个例子，天气好的时候不用望远镜，一抬头就能看到 38 万公里外的月球。而天气不好的时候，特别是阴天有雾霾的时候，可能连 20 米外的红绿灯都看不见。所以说，“能看多远”，最主要的是要看环境。而望远镜是什么呢？望远镜主要作用就是放大。也就是说，你眼睛能看到的，望远镜也能。但是望远镜看见的，人却不一定看得见。这其中要包括放大以后的各种细节、各种遥远暗弱天体和星星。

百元望远镜 1000 倍

天文望远镜的倍数是用公式算出来的，简单提一下是物镜焦距除以目镜焦距。然后顺便一提，天文望远镜是有一种叫做增倍镜的配件能够使倍数翻两倍、三倍、五倍。所以如果随便添加一个目镜使倍数成 200 倍，再用增倍镜去乘以 5，怎么都有 1000 倍。然而这 1000 倍，是不管你是否能够看到一张清晰明亮的星体影像的。如市面上一些普通的百元所谓天文望远镜，口径 50、60，宣称自己能上 1000 倍，实际上不管现场实际操作是用其提供的配件去增加倍数、还是其理论能力，都远远达不到 1000 倍。所以倍数只是一个数字，只是众多衡量望远镜性能的指标之一。体现望远镜能力的指标有很多，还有的是数字体现不出来的。关于倍数，在望远镜的知识里会再次详细解释。所以在购买望远镜时千万不能只关注商家的夸张宣传。

望远镜能看到星云吗

很多天文爱好者看到网上的深空天体绚丽的颜色都不经赞叹。一定会认为这些天体通过高级的望远镜就能看到。产生想要实际看到这些天体的

念头。在这里呢，我只能先泼大家冷水，这些天体都是十分暗淡的，他在普通望远镜的视野里只是一小坨淡淡的云雾。如果你在漆黑的深山老林里，也就是在所谓的良好环境下，可以展现这些未知物体跟多的外貌但无颜色。据说想要看到颜色必须使用一台 300mm 的望远镜才可以看到一点效果。那么我们平时里看到的这些照片是怎么来的呢？是造假的嘛？不是的，这些照片都是长时间跟踪并曝光才获得的天体图像，要靠后期提升亮度才有显现出他们的本色。也就是说，这些照片并不是所想象的——按快门“咔嚓”就会出来的图像，而是要卡——嚓（其中时间从几秒到十几分钟不等）这样使用相机才可以拍得到。针对这项照片是怎么来的，并且对天文观测的方向有个大致的规划，就快让我们来阅读下一个问题。

这些照片是怎么来的（天文观测路线）

很多天文爱好者是看到了自己心仪的星空相片，从而萌生了对天文方面的探索的念头。为了方便这些萌萌的、热情的天文爱好者，我在这里总结一下常见的天文观测/摄影的大致路线。这很重要，它能够帮你很快了解自己的目标，从而避免夺走弯路。让我们一起来看一下。



星野摄影

星野摄影是一种范围极广的天文摄影技术。最简单的器材仅需要单反和三脚架，但是为了图像不会因为地球自转而模糊，总会配备一个星野赤道仪，从而能够延长曝光的时间。星野摄影的主题一般都是大幅的银河，其中包括各种景物、人影甚至还有水面倒影银河。360 度全景和一些拼接星空主题的相片都可以算是星野摄影。



广域深空

是深空摄影的一种，比前者介绍的摄影视野角度要小得多。使用的器材除了星野赤道仪和相机外，还需要一个长焦的单反镜头提供放大效果。这种摄影能够提供细节跟多的星空局部影像，色彩更为绚丽。



深空摄影

没错，这不是哈勃的摄影作品。这是摄星镜配合冷冻 **CCD** 的摄影作品！

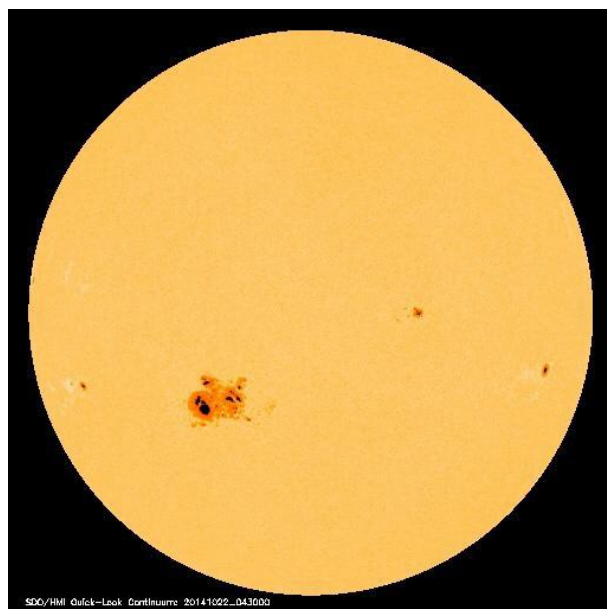
深空摄影的主题正是这些距离万亿光年之外，体型几十亿光年直径的庞然大物。由于距离十分的遥远，该天体的光亮已经减弱到不可思议的程度，因此要对其进行长时间的曝光，提高亮度才能看得见。这也是深空通常采用摄影的观测方法，因为如果要想看到这些庞然大物，你得拥有一个口径至少 300mm 的牛顿反射式望远镜！延时摄影就能够解决口径的问题，即使你的望远镜口径很小，只要你的曝光时间足够就可以让这些天体原形毕露。深空摄影的器材需要高端的复消色差摄星镜，一个高精度的赤道仪，一个冷冻 ccd 或者改过机的单反。其余的包括导星系统、电子导星镜等各种辅助配件等。



太阳摄影

警告：请不要使用望远镜直接观测太阳，这回直接是您的眼睛失明！

在拥有一台至少是普消的望远镜之后，你还需要一个口径等同于望远镜口径的巴德膜（又叫做太阳滤光膜）安全覆盖在望远镜对着太阳的一端，才可以进行观测。观测太阳黑子是一件很有意思的事情。



行星摄影

太阳系内有 8 颗大行星，其中最大的是下图所展现的木星。摄影这些美丽的行星，你需要一个长焦的望远镜，一个增倍镜和一个行星摄影 ccd。



望远镜都很贵嘛

在低价位好的望远镜确实屈指可数，但并不是没有。如果是天文望远镜入门，1000 元价位可以买到 80dx 套装，3000 元价位可以买到信达小黑套装。这两款应该是各大论坛均认可的入门仪器，性价比极高。如果你的预算少于 80eq 的标准，那么暂时最好不要考虑购入天文望远镜。这时你可以选择 500 元上下的双筒，双筒在这个价位下的品质就非常不错了，外出观星能有非常不错的体验。低于这个价位的望远镜的品质很难保证，更不用说所谓的几百元 1000 倍望远镜会给你带来多大的失望了。也不要相信所谓的学生望远镜，望远镜是科学仪器，没有专为学生定制这样说。

那么望远镜有那么贵嘛？答案是肯定的。较为专业的跟踪赤道仪、大口径的望远镜的价格都不低廉，但是付出就会有所回报，其效率也是可想而知的。就好像钢琴从电钢琴到施坦威，从千元到千万百万都有，那么其效果如何，从价格数字上来讲显而易见。

但是如果要嫌器材贵，那我实话实说，在望远镜的使用期限内，大家在手机设备上面的开销远远大于天文望远镜。这怎么讲呢，一套望远镜在得到良好的出勤率以及日常维护之后，可以使用十年左右。在十年时间内，手机平均 1-2 年换一代，加上意外地损坏之后更换，高端的机型价格上万的也有，那么在十年的范围内，很容易超出一台天文仪器的支出太多太多。那么有人讲了，手机是必需品，坏了要换是很正常的事情。是的，确实得承认手机在现代社会沟通联系的重要作用，但是进一步讲，手机的基本功能无非收发信息，说的过分一点、手中拿个诺基亚或是三星 1000 以下的机子肯定是能够用的。我当然不是鼓励大家去忽略自身情况，把资金全部投在天文。其实是想说：如果大家觉得望远镜贵，不妨这样去想——与其花大价钱每年都换手机、为的是花时间泡在聊天软件上刷朋友圈，不如一台望远镜给你带来的户外体验。一台望远镜可以给你带来惊喜、激动，领略星空的美丽，为孩子打开科学的大门，培养孩子对科学的兴趣、理性对待事物的思想，留给他无尽的童年欢乐。相比于一台水果手机，价格平均能换 2-3 个铝脚小黑套装不等，能够买下小黑啊带电跟赤道仪拍摄星云。依此看来，天文爱好者能买到的器材还是有很大空间的。所以现在的爱好者能买到的好望远镜并不是都很贵。

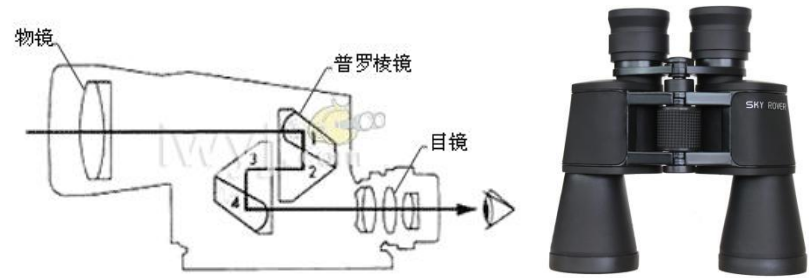
第二章 天文设备基础知识



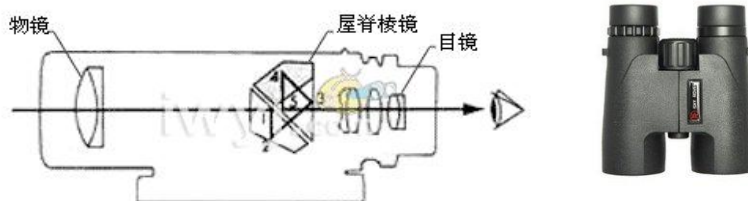
手持双筒望远镜

天文用手持双筒望远镜(以下简称“小双”)具有成像清晰明亮，视场大、携带方便、价格便宜等优点，很适于天文爱好者用来巡天和观测星云、星团、彗星等面状天体。常用的如下两种：

保罗镜（PorroPrism）最常用的一种棱镜。在观察近处物体时立体感强。有些紧凑的双筒镜采用倒置的保罗棱镜，物镜的间距小于目镜间距，立体感也就减弱了。保罗棱镜易于制造，比同等光学质量的屋脊棱镜便宜。



屋脊镜（RoofPrism）体积较小而且可以使物镜和目镜位于一条直线上，因此常用于极紧凑的双筒镜。与普罗棱镜相比，屋脊棱镜有两个主要的缺点，一是光线的损失多，成像较暗；二是对装配精度要求高，难于制造，价格也较贵，制造精良的屋脊棱镜在性能方面可以赶上但不会超过普罗棱镜。



一般用于巡天、认知星空的天文爱好者，主要考虑经济因素，保罗镜是首选。因为主要要考虑到亮度的关系，双筒的亮度是同等口径的单筒两倍。也就是说他能看到更暗的星星、看到的星星更亮。当然如果考虑立体性和观测的快感，可以考虑价格高的屋脊镜。因为屋脊镜呈现的图像质量更暗，所以需要购买知名品牌的高透玻璃来提升亮度。当然，价格也更高。屋脊镜相对于保罗镜还有一个优势是便携度，50 口径的保罗镜会相对较重、相比之下 8x42 的屋脊镜就相对轻便一些。

参数

倍率 X 口径

一般望远镜上面的参数常常印有“多少 X 多少”的字样，前者是倍率、后者是口径。这里新手要注意，双筒不是追求倍率而造的，因此倍率的高低并不能成为比较两款双筒的因素。小双的倍率在十倍以下，7 倍、8 倍经常见到，达到十倍的小双在手持观测时会因为手的抖动而晃动，而且比较明显。口径决定了亮度，也就是能看到星星的数量。同一块天空区域（简称天区），口径大的双筒看到的星越多、其中多出来的主要是大口径能看到的较暗的星。因为小双造价低廉，因此有很多地摊货，宣传自己能看上万米或是标有 9999X9999 都是虚标。其实该小双的实际参数跟上文提到的差不多，但光学性能却差很多。因为小双口径基本上都不是很大所以大部分都在 50mm 以下



视角是一个除倍率之外的重要参数，视角越大，你看到天空区域后能够容易明白自己是在观测哪一块区域。这一点对于认知星空是非常有帮助的。如果是也太小太过抖动，你很难确定自己是在哪个星座的哪颗星，会对目标的确定造成一定的困难。视角顾名思义是一个角度，粗略理解就是看到双筒里的圆圈有多大。当你手握拳伸直手臂，一个拳头的宽度大概就是 10 度。小双的视角通常在 6 度、7 度以及 9 度等。越小的视角，越大的倍数越容易明显的看到晃动。不过你也可以通过买一个固定支架和相机三脚架来解决这个问题。

材质

可用于制造棱镜的光学玻璃型号很多。最廉价的双筒镜常用 BK-7 玻璃。较高级的用 Bak-4 玻璃。对着明亮的背景（如天空）观察双筒镜的出瞳，如果像的四周被“切掉”了，它用的就是 BK-7 玻璃；Bak-4 棱镜可以看到边缘清晰而明亮的圆形。

镀膜

当光线由空气进入玻璃或由玻璃进入空气时，大约有 5% 被反射掉。双筒镜每个镜筒的物镜、棱镜和目镜加在一起，一般有 10~16 个与空气接触的表面。如果这些表面未经任何处理，那么入射光线因反射就要损失 50% 左右。为减少这种有害的反射，现代的折射望远镜在各光学表面都镀有单层或多层增透膜。简单说就是镀膜是增加光透过率和校正某些偏色。军用望远镜要观察夜间景物，所以采用物镜端红色镀膜。而小双在物镜端采用蓝色或绿色镀膜，其中绿色镀膜居多。

大型双筒望远镜

大型双筒望远镜是双筒望远镜的一种（以下简称“大双”），其口径一般都在 50mm 以上，倍数也不在 10 倍之下。由于较大的体积，大双一般放在三角支架上。这种双筒能够提供十分明亮的星体影像，十分适合在观测环境十分良好的地方进行观测，可以过足目视的瘾。但是这种双筒价格偏高，一般不推荐位新手入门的器材。除非是有特殊观测需求的，否则小双完全能够胜任。



折射式望远镜

本书到这里呢，开始引入各种参数以及公式的意义。折射望远镜是世界上最早发明的望远镜。为了纪念伽利略制作望远镜 400 周年，特地将望远镜的参数、各种性能多体现的意义放在望远镜基础知识的折射是无望远镜这一节来讲。

折射望远镜（refracting telescope）是一种使用透镜做物镜，利用屈光成像的望远镜。折射望远镜具有宽广的视野，高对比度和良好的清晰度，是天文学的标志。折射镜是光学望远镜最早的形式，第一架实用的折射望远镜大约在 1608 年出现在荷兰，由三个不同的人，密德堡的眼镜制造者汉斯·李普希和杨森、阿克马的雅各·梅提斯，各自独立发明的。伽利略在 1609 年 5 月左右在威尼斯偶然听说了这个发明，就依据自己对折射作用的理解，改进并做出了自己的望远镜。然后伽利略将他的发明细节公诸于世，并且在全体的议会中将仪器向当时的威尼斯大公多纳托展示。一般的我们就认定伽利略是望远镜的发明者。



折射式望远镜的结构最简单的就是一对凸透镜（可以理解为放大镜），对着物体的一端叫做物镜、对着眼睛的一段叫做目镜。最早伽利略将两个凸透镜固定在一个铜管上面，而现代折射式望远镜通常将物镜固在主镜筒上面，目镜由简单的凸透镜衍生出十几种不同结构的独立镜头。当把目镜放在调焦做上面进行调焦成像，这才构成了一个完整的光学系统。

物镜：下图中左边的透镜组，通常对着要观测的目标。

目镜：下图中眼睛一端的透镜组，通常是观测的地方。

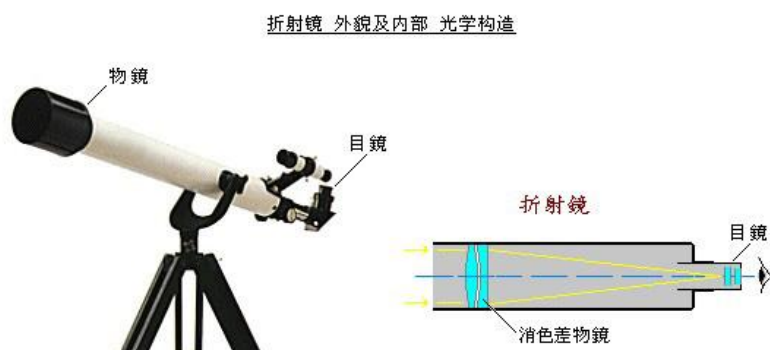
光心：透镜的几何中心，圆柱形镜片的光心一般在圆心、高度一半处。

主镜焦距（物镜焦距）：物镜把光汇聚为一点，这个点到物镜光心的距离。

目镜焦距：定义类似主镜焦距，一般目镜的焦距标注于目镜圆柱体之上。

口径：物镜的圆形镜片直径，一般单位是毫米（mm）。

聚光能力：望远镜聚集光的能力，聚光能力和望远镜物镜的面积成正比。



倍数：主镜焦距除以目镜焦距，倍数决定放大的程度。非要说能看多远的话，观测效果是距离除以倍数。可以举个例子：用 100 倍去看 10000m 之外的物体的时候，就好比你在 $10000/100=100\text{m}$ 的地方看这个物体。倍数是有限的，光学品质优良的望远镜能在环境，空气视宁度良好的情况下，倍数能够达到口径的三倍。一般情况下则能够达到口径的两倍。如果超过这数字，你会发现物体的想无论怎么调焦都是模糊的，这是因为这个倍数已经超过了这个望远镜的聚光能力，因此数字上单纯的达到一个什么倍数并不能完全很亮一个望远镜的品质，也不能都在购入望远镜的时候只看准倍数。

焦比：在光学中，一个光学系统中的焦比(f-number)表达了镜头的焦距(mm)和口径(mm)大小的关系。简单来说，焦比是指望远镜焦距长度与口径的比值， $F=f/d$ 。如果焦距不变，则望远镜口径愈大，焦比就愈小，影像就愈亮。焦比大小在天文摄影上有著非常大的影响，因为如果焦比是别人的

二倍，意味著同样的曝光量下你的曝光是别人的四倍。例如 $f/2$ 的光学系统曝光 1 秒，可得到正确的曝光，则 $f/4$ 的光学系统需曝光 4 秒才会有同样的影像浓度。通常一般的普通消色差折射望远镜的焦比都在 $F9$ 以上，深空摄影镜都在 $F5-F6$ ，折返望远镜在 $F11$ 及以上。因为行星距离地球都是比较近的目标，靠反射太阳光能够与黑色背景形成强烈的对比，因此不需要很长的曝光时间。但是对于目标是又黯又弱的深空天体，为了避免长时间曝光的抖动（因为抖动会造成星星在相片纸上留下轨迹而毁坏长时间的摄影成果），必须使用短焦比望远镜，还有一个原因及时色差。



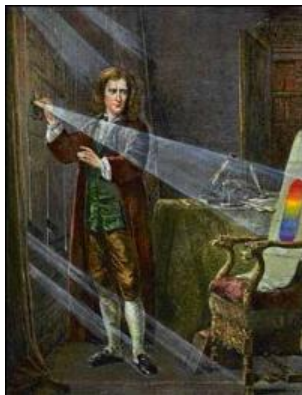
图 相同曝光时间，同口径短焦与长焦的效果

分辨率： 分辨力= $120''/\text{望远镜口径}(\text{mm})$ ，这个参数则是越小越好。它的单位是角秒，意味着在一定的倍数下，你还可以分清目标图像中，该角秒的范围内的物体。



图 低分辨率和高分辨率的效果

色散： 这里要提到一位非常著名的人物，他的名字就叫做艾萨克牛顿。他在使用棱镜的时候发现了玻璃对于各种颜色的光折射的角度不同因而发明了三棱镜。这是因为各种颜色的光对于玻璃的折射角度不同造成



色差:然而我们知道,凸透镜——也就是折射望远镜的物镜,是通过玻璃折射光形成星体影像的,因此所有的发光点光源周围都会有蓝色的光圈、或是一边蓝色,一边红色的光圈。这也是由于各种颜色的光在同一块玻璃的折射角度不同造成的。这些光圈在长时间曝光下会覆盖整个相片,这就是所谓的色差。深空摄影的长时间曝光下,色差极易变得浓重而又非常明显,但那并非星空呈现的原本景象而是由于人为的设计缺陷造成的。所以需要向上图的物镜组一样来消除物镜的色差。

普通消色差:通常使用光学镜头一般都由多片透镜组成,以消除各种像差,达到设计要求。一片正透镜和一片负透镜胶合在一起的透镜称为双胶合透镜,简称双胶合,正负透镜的胶合面曲率相同,双胶合是光学设计中常用的结构,用于消除球差,色差等像差。当把双胶合透镜分离开,原来的胶合面依然有相同的曲率,此时,称为双分离,它是相对于双胶合而言。双分离,比双胶合中间增加了一个空气层,此空气层在光学设计中也可以当成是一片虚拟的透镜,能够更好的消除像差,从而使双分离比双胶合有更好的效果。这种普通消色差的双分离物镜系统通常不能完全消除色差,焦比控制在大于 F9 以上。这种消色差系统经常用于廉价的普通消色差望远镜上。



图 注意看木星周围的蓝色光晕即是色差

复消色差：光学结构中，APO 镜头几乎是高档镜头的代名词。APO，是英文 Apochromatic 的缩写，意为“复消色差的”。这种结构的望远镜镜头通常作为深空摄影的主角，分为两片式和三片式。其中为了达到消色差的目的，经常使用一片色散极低的 53 玻璃（又叫 ED 玻璃），更为高端的则采用萤石。这样的设计能够使色差在极长时间曝光的情况下，任然察觉不到任何色差的痕迹，因而价格不菲。



无论是入门和摄影方面都广泛采用折射式望远镜。折射式望远镜结构稳定、镜筒密封，避免了空气对流现象。因为高端折射式采用质地优良的玻璃，价钱也比同一口径的反射镜贵数倍至十数倍，但是其光学品质极高，成像清晰锐度高。折射式望远镜长焦物镜适合用于行星的光侧和摄影，短焦适合于深空摄影，其经典的外形曾为了天文学的标志。

一个折射式望远镜的一般结构和配件



望远镜的支架有着不同的种类，因此将在专门的赤道仪一节讲到。这里讨论的主要是出了支架部分意外的主镜部分。主镜由物镜到目镜有很多辅助性的配件和设施，让我们一起来认识一下这些设备。

物镜盖：在不使用的时候能将物镜的一端盖起来，起到保护作用。物镜盖的中央有一个能够开启的小盖子，是用来添加小口径太阳滤光膜的。

遮光罩：在一些地方，路灯或是旁侧有杂光的地方，伸出遮光罩能够有效的防止杂光进入镜筒从而影响观测。

抱箍：起到固定望远镜镜身的作用，能够使他加载在一些支撑设备上。

鸠尾板：一个截面为等腰梯形的金属长条，把它固定在抱箍下边，能够把器材固定进鸠尾槽内，这样可以支撑设备。

寻星镜/导星镜：因为天文望远镜的视野都极小，对准目标都极为困难。因此需要一个辅助镜来帮助寻找目标，这就是寻星镜/导星镜。也就是说，这也是一个望远镜只不过是 smaller 的而且倍数很低、视野较大。寻星镜一般在目镜端里侧有十字划分线用来瞄准目标，看起来像是狙击步枪的瞄准镜。导星镜适用于修正赤道仪跟踪星星的数据，导星镜的后部有着可调焦的基座，可以安置目镜以及导星 CCD。

调焦座：为了使影像配合各种焦距的目镜合焦（得到清晰的像），望远镜安装目镜的一端会有一个带转轮和可延长筒的基座，就叫做调焦座。

望远镜的目镜等配件

目镜

目镜是目视观测的重要仪器，他决定了最终的观测效果。所以目镜也有品质的高低，并且种类丰富。目镜的参数一般有类型、焦距和视角，前两者一般会标注于目镜之上。让我们来看一下这些目镜。

惠更斯目镜（H）



荷兰科学家惠更斯于 1703 年设计，有两片平凸透镜组成，前面为场镜，后面为接目镜，他们的凸面都朝向物镜一端，场镜的焦距一般是接目镜的 2-3 倍，镜片间距是它们焦距之和的一半。惠更斯目镜视场约为 25-40 度。过去，惠更斯目镜是小型折射镜的首选，但随着望远镜光力的增大，其视场小，反差低，色差，球差场曲明显的缺点逐渐暴露出来，所以目前这种结构一般为显微镜的目镜采用，或者是购买望远镜附赠的类型。

冉斯登目镜（R）

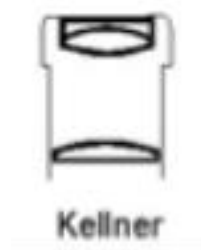
于 1783 年设计成功，也是两片两组结构，由凸面相对，焦距相同的两个平凸透镜组成。间距为两者焦距和的 2/3-3/4，其色差略大，场曲显著减小，视场约为 30-45 度，目前已很少采用。



凯尔纳目镜（K、RKE）

是在冉斯登目镜的基础上发展而来，出现于 1849 年，主要改进是将单片的接目镜改为双胶合消色差透镜，大大改善了对色差和边缘像质的改善，视场达到 40-50 度，低倍时有着舒适的出瞳距离，所以目前在一些中低倍望远镜中广泛应用，但是在高倍时表现欠佳。另外，凯尔纳目镜的场镜靠

近焦平面，这样场镜上的灰尘便容易成像，影响观测，所以要特别注意清洁。



普罗素目镜 (PL)

又称为对称目镜。由完全相同的两组双胶合消色差透镜组成，其参数表现与 0L 目镜相当，但具有更大的出瞳距离和视场，造价更低，而且适用于所有的放大倍率，是目前应用最为广泛的目镜，曾派生出多种改进型。这种目镜常用于行星、卫星的观测。



阿贝无畸变目镜(OR)

1880 年由德国蔡司公司创始人之一的阿贝设计，为四片两组结构，其中场镜为三胶合透镜，接目镜为平凸透镜，该目镜成功的控制了色差和球差，并把鬼像和场曲降低到难以察觉的程度，它还具有 40-50 度的平坦视场和足够的出瞳距离，在各倍率都有良好表现，一直被广泛采用。



Negler 目镜

一种于 1979 年由美国人设计的高档目镜，有着 82 度的惊人视场，优质的边缘像质和舒适的出瞳距离，以及复杂的结构和高昂的价格，和超过一公斤的重量。

增倍镜/巴洛镜/延焦镜

以上三种名称基本等价，只是延焦镜从制作上面来讲较为考量，更高端一些。这些作用为延长焦距几倍的配件，能够有效使望远镜倍数翻倍，从而达到观测行星的目的。其上标注 2X，就是将焦距要长了两倍，在计算倍数的时候，两倍的焦距相当于两倍的倍数（倍数数字乘以二），效果十分可观。比如一个 1000mm 焦距的物镜搭配以 10mm 的目镜是 100X，若加装 2X 的增倍镜就会变为 200X。3X、5X 与之相同。但是巴洛镜会严重降低望远镜的成像效果，降低亮度、减少视野。巴洛镜也分好的巴洛镜与品质低端的次品，高端巴洛镜能够有效的消除一些相差，透光率高。低端的往往只由一片球面镜片的三无产品基本不能使用，第一它不能够合焦，其次就是它本身会带来色差、边缘畸变等一系列问题。这里我推荐，如果不是自带的巴洛镜，也不要网购网上面的三无产品。优秀的晶华 2X、3X 以及 ES5X 都是品质优良的上等之选。

滤镜

滤镜是为了达到一定光学效果，在目镜端或者是摄影终端添加的一块特殊处理过的镜片。所有的滤镜都是会减少原本呈现的亮度，但是可以增强目标的对比度从而使目标更明显，亮度等更均匀。滤镜有非常多的类别，天文常见的滤镜有以下几种：

月亮滤镜：这是一种添加在目镜后端螺纹处的绿色滤镜片。未在满月时，月亮的亮度从对着太阳的一端到黑暗的一端不断减弱，亮的一侧极亮使眼睛和摄影不能够分辨其中的细节。月亮滤镜也能够通过减少亮度，增加对比度从而使得区域亮度高的细节得以呈现。在满月时，由于太阳直射所以阴影很难看到，再加上月亮的颜色是一种单调的浅灰色，这时候观测月亮反而细节缺失的更多，同样月亮滤镜能够解决这个问题。

光害滤镜：在城市深受光源污染（光害）影响的地方，路灯发出的钠光会在空气中被散射为一层黄色或是红色背景。如果你想拍摄仙女座大星云，你用照相机曝光一会儿后，你会发现相片整个呈红色，红色盖过了目标的

亮度使之怎么后期都无法使你得到星云的照片。所以你需要一个光害滤镜。光害滤镜通过吸收特定波段的波长，能够有效减弱特定人造光源对于深空摄影的影响。优秀的品牌有宇隆、七牌滤镜。uhc 滤镜是针对于单反的光害滤镜，更高级的有 L-pro 滤镜。因为星云大多发射的是氢粒子，所以有一种 H-a（H-阿尔法）滤镜。同样的还有 OIII（氧三）、SII（硫二）滤镜。冷冻 ccd 都是胆色黑白的，能够使它能够呈现深空更多的细节。通常为了着色这些黑白相片，会使用 LRGB 四个滤镜拍摄红色、绿色、蓝色三种颜色的单色通道，再通过 Photoshop 的通道合并得到一张细节清晰、品质上乘的深空相片。

测光滤镜：UBVRI 滤镜是专门针对小行星测光而用的滤镜。与深空滤镜不同的是它是使用于小行星的发现和测光工作。小行星有着自己的公转（绕恒星也就是太阳旋转）的速率，相对于相对位置不发生变化的恒星背景，小行星在长时间曝光下是移动的、亮度是不断周期变化的。为了区分开小行星，需要用到测光滤镜。

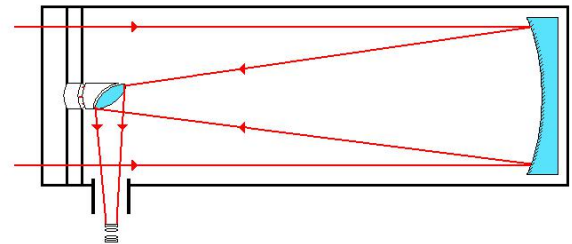
太阳滤光膜/巴德膜

一定要记住不能够使用望远镜直接对准太阳，烧焦的不只是器材，还有视网膜。千万不要对此心存侥幸，因为不加滤膜你不仅什么都看不到，而去造成的视网膜损失是永久的视力下降，也许你事发以后过一两天就恢复了，但器官会衰老的更快。那么怎么观测太阳呢？答案是使用巴德膜。巴德膜通常使用同口径的面积最好，但是如果经济有限也可以在物镜盖那个小洞上面安置。巴德膜的参数通常是实际尺寸/等效口径。比如说 150/100 就是实际的巴德膜是 150 口径，而通光的等效亮度是 100 口径。这并不是说 100 口径可以直接目视太阳、这是因为巴德膜过滤的大量的紫外和有害波段并减少亮度。如果巴德膜被弄脏，或是被扎了针眼般大的小洞，这些都无关紧要。但是如果有较大的裂口一定不能使用，使用巴德膜一定要小心。

反射式望远镜

又叫牛顿反射式望远镜（以下简称牛反）。科学巨匠牛顿为了解决色差问题，在解决过程中使用了一种凹面镜作为主镜的望远镜。这种望远镜

在镜筒末端使用一个凹面镜反射聚焦，通过镜筒口附近的副镜反射 90 度至一侧进行调焦，因此这种望远镜的观测位置是在前端。其结构如下图：



副镜架：支撑副镜的一个三腿或四腿的支架，通常上面有三个螺丝可以调节副镜的角度，可以调节副镜的角度。

副镜：副镜是在镜筒口处的一个椭圆形镜片，它改变光路到 90 度的一侧，在那一侧处的调焦座处安置目镜进行观测。

球差：一般球面镜片（包括球面凹面镜）会导致锐利度知对比的降低及光斑的产生而使得影像品质下降，而且透镜面积越大越严重，所以以减小口径的方式是可以改善这种情况，但是无法完全消除。而此种因球面镜片所产生的像差称为球面像差。因为球面磨制技术十分简单廉价，1000 元以下的普消经常使用这种成像技术下成的镜片。

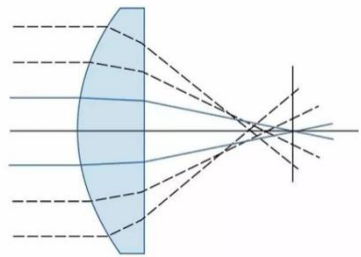


图 球面镜使得光不能汇聚在交点处

慧差：望远镜的镜片由于震动而发生偏移会造成慧差。这是由于所有的光学器件不在一条光轴上造成的。主光当轴外的一点，向光学系统发出的单色圆锥形光束，经该光学系统折射后，若在理想平面处不能结成清晰点，而是结成拖着明亮尾巴的彗星形光斑，则此光学系统的成像误差称为彗差。牛顿反射式的光轴是由副镜和主镜共同决定的，然而日常使用经常会使主镜、尤其是副镜发生偏移。这时候用望远镜看一些发光源的时候回想看到

一颗彗星，这正是所谓的慧差。由于牛顿反射式的结构简单，是的自己动手调整光轴成为可能，自己动手纠正好的情况下可以极大地消除汇差的影响。

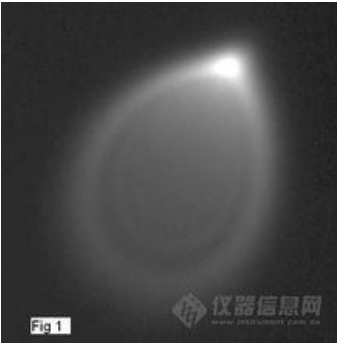


图 慧差是多的光源看起来都像是彗星带着尾巴

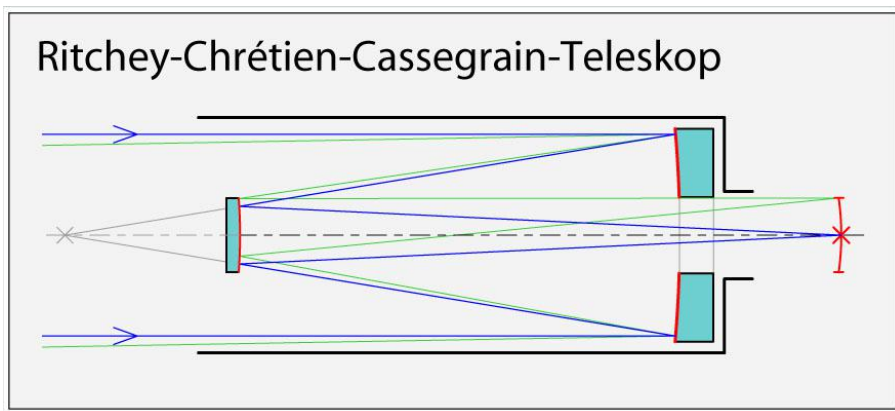
球面主镜/抛物面主镜：牛反的主镜一般分为抛物面（抛牛）和球面（球牛）。廉价的球面主镜会引起球差和畸变。抛物面的主镜牛反成像平滑、对比度高，一般建议购买抛物面牛反不要购买球面牛反。其价格也是天差地别。

直准圆心：有的牛反主镜上的光心附近会有一个白色的小圆圈。它是用来进行牛反光轴的。当副镜、圆心和物镜形成一个同心圆的时候，牛反的光轴就被矫正了。



牛反主镜的制造成本低，口径通常可以比同价位的折射、折反射式望远镜大很多。再加上其本身的光学缺陷少，所以收到了广泛的欢迎。因为大口径的牛反重量很大，因此需要交通工具或者一个稳定的观测地点。牛反的种种特性，使之成为了专业天文观测的首选。通常私人的天文台都是用的是大型赤道仪和大口径牛反。因此考虑到性价比或者是性能需求，牛顿反射式一直都是不二之选。

卡塞格林望远镜（反射式）



卡塞格林望远镜：由两块反射镜组成的一种反射望远镜，1672 年为卡塞格林所发明。反射镜中大的称为主镜，小的称为副镜。通常在主镜中央开孔，成像于主镜后面。它的焦点称为卡塞格林焦点。

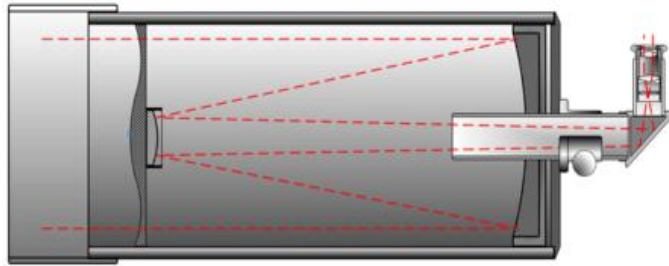
最常见到的卡塞格林式望远镜式 RC 主镜，它是由克列基昂 (H. Chretien) 提出、里奇 (G. W. Ritch) 制成的，按他们两人姓氏的第一个字母得名为 R-C 望远镜。

这种望远镜的主、副镜形状很接近旋转双曲面，加入像场改正的 R-C 望远镜比主镜为抛物面的卡塞格林望远镜的效果也更好。但在 R-C 望远镜中使用主焦点时，所成的像是有球差的。因此，使用它的主焦点时通常至少需加入一块改正透镜或反射镜。

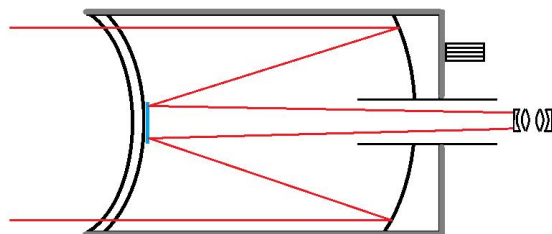
由于副镜和主镜面存在中心遮挡，减小了有效口径，所以一般很少有小口径的 RC 主镜。现在大多数使用 RC 主镜的爱好者都是 8 寸起步，国内流行的 RC 主镜是 GSO RC，10 寸以上的 RC 就贵了很多。许多私人天文台都使用的 RC 主镜。RC 主镜在深空方面有着不错的表现，但是相对于三大类型的主镜（折射、反射、折反射），使用者就少了很多。

折反式望远镜

首先发明这种型式望远镜的是德国人史密特。他首先于 1938 年制作了第一部折反射式望远镜。史密特研磨了一片中央凸、周边凹、形状复杂的波浪状修正透镜，将这片修正透镜置于镜筒最前端，让光线进入后不是收缩聚焦，而是向外产生曲折，然后经后方的球面主镜反射聚焦。如果在焦点处放上底片，就是天文摄影专用的史密特照相机。若用第二面反射镜（副镜）将光线再反射到主镜后方的开孔，就称为施密特—盖赛格林式望远镜。1970 年美国的 Celestron 公司首先量产了施密特—卡塞格林式望远镜，在大量生产下，价格非常便宜，而为目视观测者最爱用的望远镜。



1943 年，俄罗斯的马克斯托夫也发明了另一种折反射式望远镜。他用一片两面同曲率并同向主镜方向内凹的透镜做为修正镜，光线穿过修正透镜后产生曲折，然后经反射镜反射聚焦，再经第二反射镜（副镜）反射回主镜中央开孔处聚焦成像，所以称为马克斯托夫—盖赛格林式望远镜。大部份的马克斯托夫—盖赛格林系统的副镜，都是直接在修正透镜后方中央部份镀上铝成为曲率同修正镜的副镜。如果改变上述副镜曲率，就称为 RUMAK 型，把副镜独立出来制作并向主镜靠近的就是 SIMAK 型，像差程度也照这顺序减少，性能也就愈来愈好。世界上生产马克斯托夫—盖赛格林式望远镜的厂商以美国的 Questar 及德国的 Zeiss 最出名，但价格高昂，一般同好不容易买得起。



马-卡，施-卡，两种卡塞格林望远镜的焦距比较特殊。从进入修正镜开始计算，经过主镜在反射到副镜；由副镜再次反射至调焦座与目镜合焦。这样两种望远镜系统的焦距一般都是主镜长度的三倍，通常达到 F11 以上。正因为也是长焦的望远镜，所以更适合目视和行星的观测和摄影。想通过减焦镜减少焦距从而向用马卡深空摄影是不现实的，其次经济上不如直接购买摄星镜费要花少得多。折反的主镜一般都是大口径，重量可畏；加上重量支持折返主镜的赤道仪以及平衡锤，重量都达到几十公斤，，移动相当不方便。加上价格昂贵，这是折反主镜的缺陷。但是能够目视和拍摄到面积极大的行星画面是很多行星观测者的追捧对象。

望远镜的支架

望远镜的支架非常重要！

望远镜的支架非常重要！

望远镜的支架非常重要！

重要的事情说三遍！

几乎大部分新人都会忽略望远镜支架的重要性，但是望远镜的支架决定了你今晚观测是否舒适、甚至是直接决定了你今晚能否出去架设望远镜。因为天文不同于其他的科学，观测时必须在户外。深山老林里面由于没有光源污染所以是特别好的选择，但是在深山老林里就必须是你的望远镜经受得住风的考验。

市面上的廉价望远镜经支架非常不可靠，不可靠到即使没有风，只用手调节的时候都会抖动。在前面我跟大家介绍过望远镜视角的问题，他真

的非常小，小到轻微的抖动都会使你丢失目标。重复的寻找目标会让你失去观星的乐趣，有的时候感觉自己快要找到目标而由于支架的抖动让你失败是一件非常恼人的事情。因此，在陈述望远镜的支架前，一定要有这样一段提醒新人的话语来强调这件事情的严重性。

望远镜的支架有很多型号，但我们总是使用德式赤道仪。支架的分类大多数都分为一下几类。

- a. 平地式脚架
- b. 赤道仪

平地式脚架

平地式设备有两根互相垂直的轴，一根水平的和一根与地面垂直的。在跟踪作周日运动的天体时，这两根轴须同时转动。这种装置的优点设计和制造很方便，特别有利于解决大望远镜的基架变形问题。口径特别大的反射望远镜宜采用这种装置。由于不能完全消除地球自转造成的位移，平地式设备不能够使用在延时摄影上。其缺点是：①两根轴的转动是非匀速的，要求高精度就需用计算机控制。在天顶附近存在一个不能跟踪的盲区，盲区的大小视望远镜所能跟踪的最高速度而定，一般小于 2° 。②如果是带 goto 自动跟踪系统的平地式设备，例如 DOB 牛反的支架，在跟踪过程中，视场围绕望远镜光轴转动，而且速度不均匀。



这被称为是场旋，拍摄行星尚且可以拍摄单帧的相片来避免这个问题，但是如果是深空摄影必须要保证目标长时间在视场里保持不动。如果你的

支架是存在场旋问题的，所成的像会不断地旋转模糊，最终得到一张拖着轨迹模糊的照片。

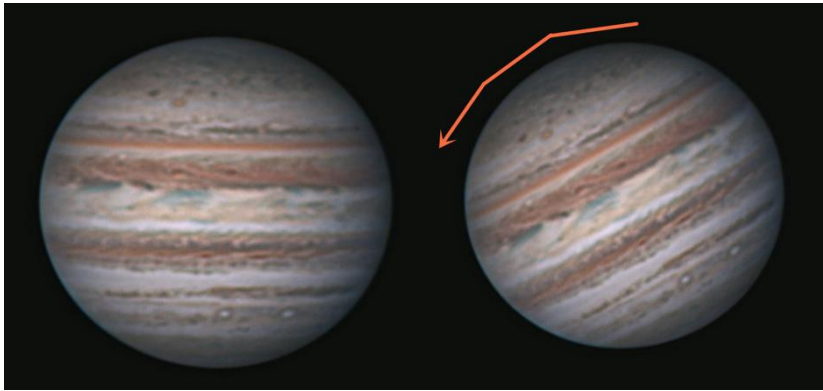


图 场旋使你的目标旋转，而且还是机械无法修正的非匀速的旋转

带 goto 的经纬仪应该算是平地式设备里高端的支架之一，是目视爱好者的必备



最普遍的支架还是要数相机用的云台类型。这种类型的脚架通常是天地两用望远镜的标准配置，通过一个竖直调节手柄和一个水平螺旋锁来锁

死控制望远镜的方向。 它的优点就是简单便携这不用多说，架设时间短、学习使用速度极快。



其缺点就是载重小, 不稳定。锁死两轴需要旋转手柄许多圈，在高倍的情况下表现效果不如人意（因为视场小你必须 2、3 秒就得把移动的目标调整到中央）。用在观景、地被巡天方面是不错的选择，也可以用于初步的星野摄影。极其不推荐用它来顶替一个正式使用的高端支架，是达不到效果的。

其同类的产品是一个 U 型支架的云台，有限还会在与主镜连接的地方以及水平调节处增加一个微调可以方便调节。其优缺点同云台的特点。

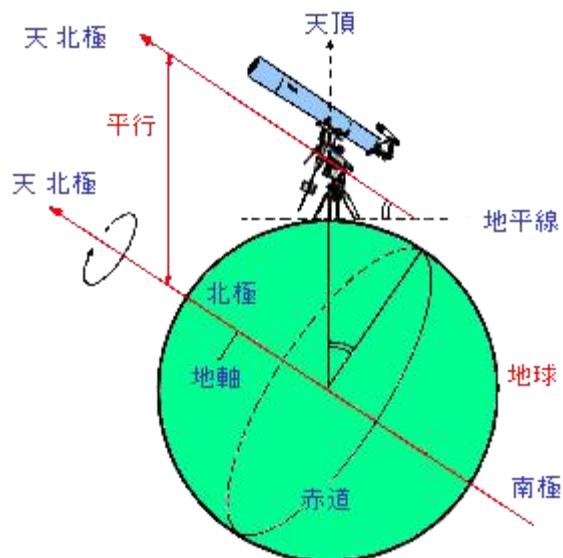


另外一种就是晶华的 ZII 经纬仪，配备有调节螺杆、钢脚。稳定的支架和本体旋转系统，特别适合于观景和巡天。虽然重量是的便携性有些损失，但是其稳定性可以增加观测时的舒适度。再加上其多功能多用途，是一款可以考虑购入的一种多用途产品。

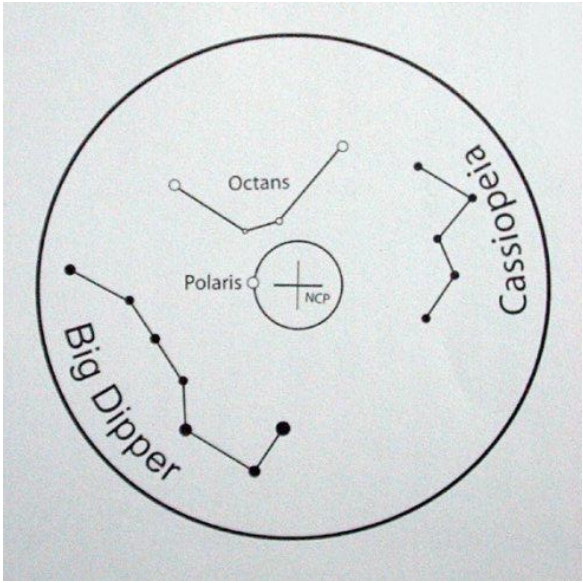


赤道仪

赤道仪是为了改进地平式装置的缺点而制作出来的。它的主要目的就是克服地球自转对观星的影响。它将整体倾斜一个纬度相同的度数，这样其中的一根轴就会保持与地球的自转轴平行。然后通过转动与该轴垂直的一根轴来模拟赤道面上的旋转跟踪，这样就避免了两轴同时变化才能追踪的境况。理论上赤道仪设备是可以完全消除地球自转的影响的，但是在实际使用的过程中，一方面不能对准北天极、另一方面还有电子控制的误差，跟踪总会有一些偏差。所以使用好赤道仪也不是一件简单的事情。



首先从脚架往上，先是纬度调整。当纬度正确，方向对准正北的时候，赤道仪极轴镜的这根轴会和地球自转轴平行。这个原理可以通过上面的图示很简单的看出，话双弧线的两个角度是想等的，所以两条红线是平行的。角度的证明可以通过初中的几何知识推演。对准北天极这一过程需要精度极高的操作才会让你接下来的几个小时内保持星星小队望远镜的位置静止不动。这一操作被称作对极轴。由于望远镜本身就有放大作用，任何的小误差都会很明显，所以极轴镜就是一个用来对极轴的辅助用望远镜。除此之外还要通过导星系统不断修正电机的误差与人为对极轴的误差。



大家都知道北极星是指向北极的，然而他的准确位置却不是在正被的自转轴上面。由于不在轴上面，一天内 2 小时的转动就会使北极星也形成一个小圆圈。上图的 polaris 正是北极星，我们可以看到低走的自转轴只想圆圈的正中心。所以要对准的并非北极星而是旁边的这个位置。冀州境内的划分版可以帮你十分方便的找到这个位置。对极轴的工作对于长时间跟踪的工作十分重要，例如深空摄影和行星视频的拍摄。

相比于平地式设备，我们更建议购入一台精度良好的赤道仪作为望远镜的支架，良好的精度赤道仪一般都是在 EQ3D 的精度以上。平地式设备除非你想进行地面景观拍摄或是考虑便携性，否则不推荐入门购置。天文后期的高深观测都是使用赤道仪进行观测的。

第二章 天文爱好者入门器材推荐



认识星空——双筒望远镜

之前已经介绍过了双筒的基本参数和知识，现在要讨论的是如何去按照自己的条件要求去购买一套心仪的双筒。双筒望远镜由于制作门槛低、所以会有很多小厂生产的不知名产品，比如我们在地毯上见到的、价格实际上都不超过 100 元的，这种望远镜的效果很差，用来白天看看地景还可以。如果很好奇优劣双筒之间的差异、好让自己更愿意去负担品质优良的望远镜，不妨可以尝试去买这类廉价的产品去对比一下，认识一下。这里要提到的一个东西是 ms (military standard 军用标准) 的品质十分不错。防水一指的是防水雾，是一个需要考虑的因素。在气温变化大的地方、比如室内到室外，望远镜的镜片上容易产生水雾使得物像模糊不清，防水就能从一定程度上避免这个问题。如果预算充足，不妨可以购买一些比较高端的小双，不管是从品质和舒适度各方面都非常优异。笔者推荐、最好起

步使用 500 元以上的望远镜，屋脊和保罗都可以，不足的话再考虑妥协一下价格。

双筒是用来目视的装备，最基本的我们可以用它来观测星空。从辨认星空，在逐渐熟悉掌握了各种天体所在的位置以后，就可以尝试更深入的观测，比如巡天、跑梅西耶马拉松。大概估计 100 口径的双筒是可以看全 100 多个梅西耶天体，50 口径的双筒可以看至少半数梅西耶天体。如果你能够坚持使用双筒观测几个月，认识各种天体之后，就会在购入天文望远镜之后能够很快的找到目标天体。所以双筒入门不只是“可以”，甚至推荐大家手里无论有多少资金，都要先熟悉星空再入水更高端的设备。很多同好，仅仅是买回来望远镜，就废弃之一旁，十分可惜。

小双的观测效果

双筒虽然倍率低，但是不论入门的新手还是高端爱好者，手边通常配有一个双筒。通过双筒你可以对一块天区有着一定的了解，你可以通过它来确定梅西耶天体（星云一类的天体）的确切位置，这会使得长时间没有通过单筒望远镜找到目标的天爱如释重负。在环境比较好的地区——这里指的是周围没有人工光源、伸手不见五指的地方，用小双可以隐约看到 M31 仙女座大星云或是猎户座星云，效果大概如下：

小双推荐

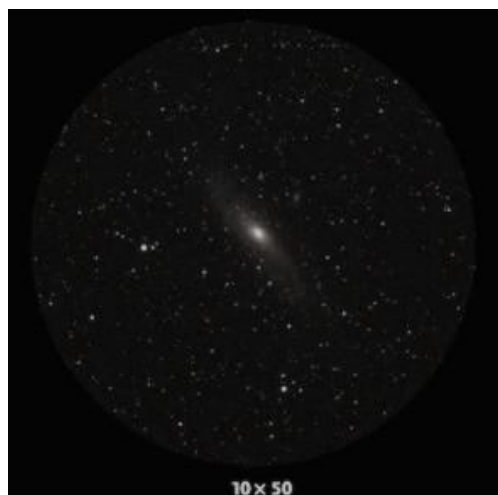
博冠猎手 II

裕众徒步系列

蔡司屋脊双筒

悦目屋脊

小双的观测效果



小双在环境良好的地方观测 M31 的效果

以上介绍的双筒并不全面，大家可以自己去开发。只要秉着只买高品质的双筒的理念，一般都不会吃大亏（这时候就要用到之前所讲到的知识）。

就依我使用双筒的经验而言，如果只是便携式的装备，就应该很可手（拿上就放不下来）。双筒望远镜固然主推 750 参数的大双筒，但是实际上并不适用于所有人群。就比方说，我曾经在上海居住过很长一段时间，在那里的极限星等最低只有 3 等星，用双筒勉强可见 4 等星。并且上海的晴天几率并不大，这意味着——如果晚上天晴就要马上取出你的双筒来。因此主要考虑的因素包含了便携性，50 口径相对于 42 和 32 口径的优势并不明显，这时候我选择了一款 6.5X32 的 ED 屋脊双筒。相比于 1 公斤重的 750 双筒，这个只有 400g 的小屋脊担起了日常观星的重任。由于高品质的光学设计和屋脊立体感十足的特性使得整个观测过程十分的舒适，拿到手上没有 5 分钟是下不来的，呵呵呵……

其实对于辨识星空，大家一定认为很难记住。实际上是相反的，只要每颗星每个梅西耶天体找到一次，就能够记忆一辈子。尤其是越难找到的天体反而记忆越深。这跟人脑部的记忆方式有一定的联系，越抽象的图片、位置，反而比文字和符号跟好的去记忆。所以新人初识星空很重要，为以后的进一步发展奠定十分牢固的基础。

大双推荐

大双是目视的一大利器，通常是老鸟的选择。在环境条件出色的地方大双筒能有着惊人的表现。虽然口径还是远远比不上道布森的大口径望远镜，但是其便携性和性能都比单筒同口径的望远镜高一倍。

但是大双的价格也不低，在购买的时候最好购买品质比较出色的大双。虽然这里不推荐新手购买大双筒，但是有必要了解一下都是什么样的双筒能够大放异彩。符合 **ms** 标准的大双是首选，更高的配置有 **ED** 镜。推荐的大双有裕众旗云、郎峰统帅等系列的 **ms** 双筒、裕众 **100ED**。如果收到经济因素的限制，森林人 **20X80** 也是可以的。当然这里不是说固定的品牌，**20X80** 的参数，天狼、熊猫、星特朗等等都有相关产品，具体效果还是要根据价格和实际使用的情况来定。

经济型的入门神镜-星特朗 80EQ/80DX

星特朗，位于美国加利福尼亚南部的 Celestron 公司，是优质光学产品的一个主流设计师、制造者和供应商。其中包括计算机化和非-计算机化的天文望远镜，双筒望远镜，观鸟镜和显微镜以及相关的辅助部件。作为全世界最大的望远镜制造商之一，Celestron 在专业天文学家和业余爱好者之中凭借其优越的光学设计和创新的技术赢得了品牌的公认。2013 年被浙江舜宇电子科技有限公司收购。原品牌不变。

星特朗 PowerSeeker80EQ 天文望远镜配有德国赤道仪，由最优质的材料制成，保证了稳定性和耐用性。所有这些特点使此款望远镜极少需要维修，使用起来十分方便和可靠。

得益于我国民生的改革，如今的人民收入已不可同日而语，购置一套望远镜已经不是难事。现今的天文爱好者起步都很高了，很容易就初入一台 80 口径以上、光学性能良好的望远镜。80eq/80dx 是作为天文爱好者器材选择的底线，如果低于这个标准则建议购买双筒入门。普消的折射镜和一般的牛球在使用和效果上都不如这款。在这些表现一般的主镜中，基本是主镜性能勉强支持、支架却差强人意。80eq 这款主镜有很多论坛高手能够拍摄到清晰度极佳，画面极其大的行星画面，虽然他的的是赤道仪也比较不稳定，但是比其他品牌的支架要好很多，而且还能够系统学习使用的是赤道仪。这一点对于新手是不错的选择。其升级版 80dx 对各个方面都进行了升级，赤道仪也是更换了 eq2。总体上要比 80eq 要好上许多。

星特朗 80EQ

口径 80mm

焦距 900mm

焦比 11.25

目镜 1: 20mm

放大倍率 1: 45x

目镜 2: 4mm

放大倍率 2: 225x

巴洛镜 3x

寻星镜 5x24 2013 版为红点寻星镜

天顶镜 1.25 寸

托架 eq1 德国式赤道仪三脚架

照相分辨力 162 条/mm

集光力 131x

视野角 1.2°

总重量 8.62kg



星特朗 80DX (80EQ 升级版)

光学系统: 折射式

口径: 80mm

焦距: 900mm

焦比: F10

目镜 1: 20mm

放大倍率 1: 45 x

目镜 2: 4mm

放大倍率 2: 225 x

目镜 3: 10mm

放大倍率 3: 90X

巴罗透镜: 3 x

寻星镜: 星点寻星镜

天顶镜: 1.25 英寸正像天顶镜

基座: EQ2 赤道仪

三脚架: 不锈钢

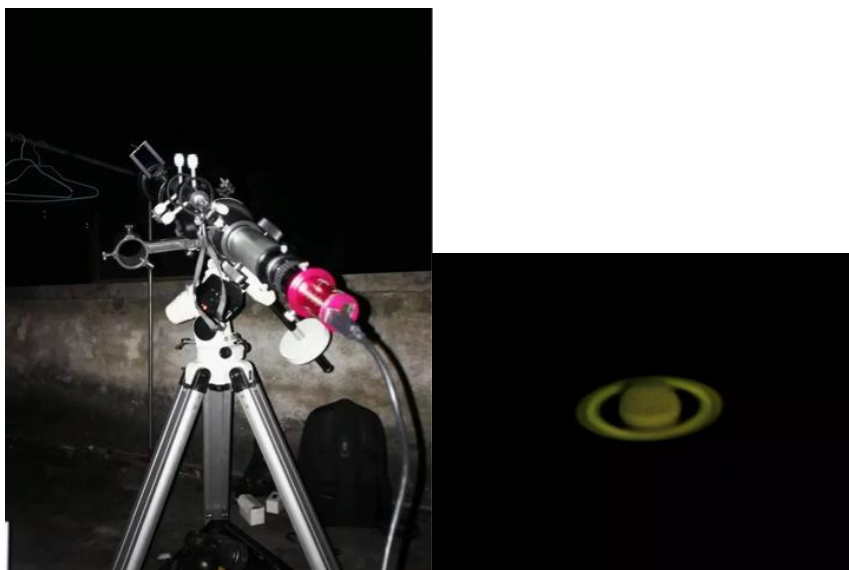
附件盘: 不需要工具即可安装/目镜支撑



总重量：11kg
极限星等：12
照相分辨率：162 条/mm
集光力：131x
视场：1.2°
线性视野(1000 码)：18.59m
光学镀膜：多层镀膜
主镜筒长度：965.2mm

观测效果

作为一款长焦小口径的普通消色差折射镜，80EQ/DX 是不能够进行深空摄影，但是，80EQ/DX 在行星观测方面完全超越同价位其余品牌型号。如下图是一位使用 80DX 的爱好者用晶华 3X 以及 T7C 摄像头所拍摄的土星，卡西尼环缝可见。



用 80EQ/DX 延时摄影深空的效果，这位爱好者的目标是 M31 仙女座大星云，长焦使得需要数倍于短焦的曝光时间才可以得到明亮的图片（曝光时间不够长导致相片黯淡通常叫做欠曝）：



这还是排除了色差等一系列由于光学缺陷所产生的问题，所以不管你是打算竭尽全力用 80 星特朗摄影出怎样的深空作品，也不管你在减焦镜等配件上花费多少使得其花费都能够买一架 APO 摄星镜，我们在这里讨论的都是 80 星特朗其本身的能力。这是对那些心怀期望用此款入门镜摄影深空的新手的特殊提示，老手可能不会使用此款望远镜但是他们心里一般都认可 80DX 对于新入天文爱好者的意义。虽然如此，你一定要明白这款镜子并不是深空摄影的价位，而且前面也提到他在同价位的表现极其出色。把它作为天文入门最基本的入门型器材，无论是教学新人还是可玩性其表现都是相当不错的。

入门神镜信达小黑

信达 (SkyWatcher) 是国内天文界广为人知的著名企业，1988 年发源于台湾的信达光电科技一直以研发、生产和销售高品质、高精度的天文望远镜和各种光电产品为主要业务。发展至今，信达已成为一跨国企业；在加拿大设有营运中心，美国及中国设有研发及制造中心，业务链遍布全球五十多个国家和地区。

信达的抛牛制作工艺精良，而且制作成本相对较低，这使得信达牛反的性价比极高并且性能十分可靠。信达赤道仪设计精密人性化，广大天文摄影爱好者均使用且建议他人使用该公司旗下的产品。

下面让我们着重来介绍一下各种论坛、高手都一致推荐新人入门选择的天文观测器材 —— 信达小黑。

参数

EQ3D150750 套装

铝合金三脚架/不锈钢三脚架

(请注意这个套装望远镜是单速调焦)

口径: 150mm

焦距: 750mm

焦比: $f/5$

最大放大倍率: 300x

极限星等: 13

解析度: 0.8 arcsec

调焦座: 单速调焦

目镜座口径: 1.25"/2" (1.25 英寸可转)

目镜: SP10&25

寻星镜: 6X30

基座: 手动德式 EQ3 赤道仪

脚架高度: 700-1250cm

规格: 182mm x 690mm

重量: 25.26kg

材质



此系列抛物面镜面反射和所有 DOB 机型采用了四臂中央副镜支撑(0.5 毫米厚) , 以减少衍射峰值和减轻光损失。全部采用抛物面主镜, 中央像质锐利, 改善了球面镜边缘像质肥大的问题

镀膜

小黑的镀膜跟其他牛反镀膜功能一致, 均采用了铝介质镀膜, 比传统镀膜的反射镜耐用性高。通常此类镜面镀膜在保护得当的情况下, 使用时间极长。通常在几年到十几年不等。

小黑的观测效果

之所以冠以入门神镜的名号, 都是在性能以及经济上面十分优越的望远镜型号。作为万能的小黑, 不仅在行星观测上面十分有建树, 并且在深空摄影方面表现出色。其搭配的 EQ3D 在添加电跟、钢脚以后很勉强的能够进行深空摄影。由于牛反的慧差可以校对, 又不存在色差等问题, 另外的口径 150mm 使得小黑在 2000-3000 价位的全套天文望远镜中鹤立鸡群。如果你用这个价格去购买 APO 折射往往只能买到 65q 等单主镜部分的小口径摄星镜。这凸显了牛反在成本上的优势。焦比 F5 使得短焦摄影深空得以实现, 又排除了牛反不存在色差的问题, 再加上抛物面的反射镜制成技术完善等等等等。各个方面考虑这款牛反都值得拥有。

作为新手, 如果你不是很确定自己的观测路线, 或者你的手又比较拮据但是又想摄影深空, 入门这款镜子是各个论坛的高端玩家和老手一致的推荐。2000 元的价位可以是你进退自如, 我是想说如果你只是心血来潮随便看看天空而不是真的打算投身于天文, 退出天文爱好你的损失还不到水果系列手机的一半。当然还可以通过二手平台来挽回其中一部分损失并且清理自家的空间...

那么让我么来看看信达小黑在各方面的摄影作品吧:

深空摄影



行星摄影



稳定的配置，赤道仪的重要性

赤道仪的稳定性以及精度在很大程度上决定了你能不能够进行天文摄影，以及摄影的效果。相比于新手只关注主镜的性能，老手更重视支架的投入。他们宁愿上上万元的赤道仪去背一个几千价位的小口径摄星镜是有原因的。廉价的 eq1、2 以及 3 的普通版，先不要说能不能上电跟，其没风抖三抖的不稳定性会使你的寻星过程及其恼人，而且如果一旦更换配件

或者进行调焦就丢失目标是根本没法进行摄影的。再加上高端的赤道仪配备有电跟以及 goto、各种导星或是三星校准的校准赤道仪的系统，都使得购买一架性能品质优良的赤道仪成为了必须。

所以在这里一定要再三提醒新晋的天文爱好者，一个望远镜的支架系统的重要性往往和主镜筒不分上下，甚至可以说支架更重要一些、因为你根本没办法吧望远镜放在一个不稳定的支架上面运作，无论是目视爱好者或者是摄影爱好者。

针对前面提到的小黑，真的是一款不错的主镜，提高赤道仪的精度能够让他发挥的更好。赤道仪 EQ3D 算是赤道仪使用的最低要求，你可以在上面加装电跟，然后他勉强能够进行天文摄影。一下是一位使用 EQ3D 加装电跟的星友的摄影作品，真的十分棒哦！



要提高精度和对风的抗性，你需要更稳定的 HEQ5。HEQ5 是一个分水岭，在这款赤道仪上已经看不到手动调节螺杆、取而代之的是电子科技 GOTO（自动寻星）系统以及修正跟踪误差的导星系统。他是天文摄影和研究的最低要求，载重方面的能力也提高了不少。更高的需求比如如果你需要 254、300 毫米口径的牛顿反射式来观测，就必须使用 NEQ6。NEQ6 能够实现长时间的跟踪，载重也是达到了 18kg 足以抗下 200 牛反以内的任何器材以及配件。

赤道仪推荐

艾顿卡片式赤道仪（星野赤道仪）



技术参数：

品牌：艾顿

型号：SkyTracker

载重： 3KG（最大）

自重： 1.1kg

纬度适用范围： 0° 至 70°

蜗轮： Φ80 毫米，156 齿

跟踪速度： 1X, 0.5X, 南北半球选择

赤经座螺纹： 3/8, 1/4 英寸两用（可直接与球头连接）

极轴镜： 带暗视野照明的极轴镜（可选）

电源： 4.8-6V AA 电池，外接 9-12V, 200mA 电源

信达大星野（星野赤道仪）



参数：

1. 采用带三种速度的步进电机（恒星，太阳，月亮），以及带选择南北半球的功能
2. 助你快速找到北极星的极轴镜
3. 导星接口：ST4
4. 多轴调节——不需要多余的夹具
5. 电源：4*1.5V AA 电池或者是 USB 供电
6. 本体重量：1200g
7. 相机平台：V 型（Vixen）鸠尾板带 1/4'' 螺纹相机接口
8. 上端设备接口：Vixen 标准鸠尾槽
9. 基座螺纹：3/8'' 螺纹
10. 可 360 度精密调整赤纬

信达小星野（星野赤道仪）



星达超便携赤道仪式跟踪平台 产品参数

使用环境：南北半球兼容	APP软件：提供免费的控制APP(安卓和IOS)
载重：3kg	极轴镜：标配 视野10度 兼容南北半球
蜗轮：铝制72齿	电源需求：内置2节AA电池盒、外接USB供电
蜗杆：钢制11mm	外形尺寸：76mm*70mm*103mm
马达：精密直流伺服	重量：0.65kg
内置功能：WIFI	连接接口：3/8寸螺孔（含1/4寸转接螺丝）
功能：天文跟踪、相机控制、缩时视频拍摄	跟踪模式：恒星速、0.5X恒星速、2X恒星速、太阳速、月球速、手动

注：所有产品性能参数以实物为准

以上介绍的是星野赤道仪。因此他们的载重都非常的低，普遍在 3kg 左右，大星野赤道仪能够达到 5kg。一个单反的本体一般都在 500g 左右，剩余的载重可以使用单反的一些长焦的大镜头来拍摄广域深空。它们的使用简单方便，跟踪速率可调，精度也满足长时间曝光的需求。由于功率小只需要电池来供电，再加上本体的重量小，其便携性非常的高。当它的纬度调节成与地面平行的轴以后，则可以使用他来拍摄全景。这些是一款多功能的，摄影支架。

接下来要介绍的就是天文望远镜的赤道仪支架，除了以下几款赤道仪支架，以外的只要达到相同的性能都可以使用。但考虑到国内天文市场的现状，以下的基本上都是性价比较高，精度工艺表现优秀的赤道仪。

EQ3D



参数：

基座类型：德式赤道仪（不配 PT5C 极轴镜）

附件托盘：有

电机驱动：否

goto：否

脚架材质：1.75" 不锈钢

脚架高度：750mm~1270mm

整机重量：8.83kg

重锤质量：3.42kg+1.8kg

作为入门级最经济的设备，这一款赤道仪经常和信达小黑组合成套装出售。原装是不带电跟和 goto 之类的自动寻星系统的，并配备铝制脚架，但是可以加装双轴电跟，而且可以更换钢脚比铝脚稳定许多。他的最大载重相对较低，精度也很勉强进行摄影操作所以是一款性价比比较高的入门级赤道仪。所以并不推荐 EQ3D 加改电跟用作延时，用来行星摄影和目视则是非常不错的选择。

注意，接下来要介绍的赤道仪是与之前介绍性能差异比较明显的赤道仪，不仅在载重范围内有极高的精度，而且均配备有 GOTO 自动寻星系统。所以不管是上到业余的天文观测科研，到普通的深空摄影、目视观测都在使用，是赤道仪中的精品。以下几款赤道仪就根据其在中的大小从小到大排列并给出适合负担的望远镜。

艾顿 CEM25 GOTO 赤道仪



iOptron

型 号 CEM25

最 大 载 重 12.3 kg (25 lbs)

赤道仪本体自重 4.6 kg (10 lbs)

载 重/自 重 2.6

适用纬度范围 0~60°

方位调节范围 ±10°

平 衡 锤 4.5 kg

电 源 直流 12V 1.5A

电 源 功 耗 0.35A(跟踪) 0.6A (GOTO)

三 脚 架 1.5 吋不锈钢 (可选 2 吋)

极 轴 镜 有(带暗视野照明)

水平泡 有

传 动 方 式 同步皮带

GPS 32 通道 GPS

GOTO 速度 6° /秒 (1440x)

掉电记忆 有

适 用 温 度 -10~40°

适用：小黑、锐星 cf90、裕众 80

HEQ5



参数：

德式赤道仪

本体重：10Kg

重锤重：2X5.1Kg

钢三脚架重：5.6Kg

电源：12V，2A 直流插头外径 55 内径 21

马达分辨率：0.114 弧秒

总重：25.8Kg

承载：13.5Kg 附件托盘：有

电机驱动：外置

goto：SynScan

脚架材质：1.75" 不锈钢

脚架高度：750mm~1270mm

整机重量：14.92kg

装箱重量：11.7+6.5=18.2kg

重锤质量：2*5.1kg

适用：大黑、小黑、锐星 cf90、裕众 80

艾顿 IEQ45



品牌：艾顿

型号：IEQ45

最大载重：20 kg (45lbs 不包括重锤)

赤道仪自重： 11.5 kg
纬度调节范围： 5~70°
重 锤： 5kg x 2
驱 动 电 机： 行星减速直流伺服电机
回 转 速 度： 1x, 2x, 8x, 16x, 64x, 128x, 256x, 512x, MAX
电 源： 直流 12V 2A
功 耗： 0.25A（跟踪） 1.2A（GOTO）
极 轴 镜： 约 2 角分（带暗视野照明）
三 脚 架： 2 寸不锈钢 8kg（可另选立柱， 11kg）
星表数据库： 358, 000+
PEC： 永久 PEC 记忆
GPS： 32 通道 GPS
工作温度范围： - 20° C 到 +40 ° C
适用： 信达老黑、大黑、锐星 130apo、高桥 FSQ-106、高桥 150toa

NEQ6



参数：

德式赤道仪

双模接头可接宽或窄导轨

本体重： 19Kg

重锤重： 2X5.1Kg

电源：12V，2A 直流插头外径 55 内径 21

总重：39Kg

承载：18.5Kg

电机驱动：外置

goto：SynScan

整机重量：24.53

装箱重量：19.6+20.4=40kg

重锤质量：2*5.1kg

适用：信达老黑、大黑、锐星 130apo、高桥 FSQ-106、高桥 150toa

假设我们现在是位新人，收购刚刚购置了一台信达小黑摄影版，为了能够发挥镜子的真正力量，必须要在赤道仪中选择一台载重和价位相匹配的赤道仪以后，我们才能继续下面的工作。虽然这并不代表你就可以乐呵乐呵的赶紧就把仪器抬下去观测。但是如果你这样做了，你会发现观测过程会井井有条的、一步一步的进行（架设、对极轴、打开 goto、三星校准、漂移法对极轴等等），之后你的观测就直接可以摆脱地球自转的影响，可以跟踪几个小时不用调整！

之所以说还不能够傻傻的下去观测，是因为我们还不了解所选择的摄影工具。接下来就让我们来看看有哪些获取数据的工具吧！

从电子目镜到制冷 CCD

摄影是 21 世纪天文学观测的一个重要方法，从胶片到 CCD，促使观测领域发现更多未知天体。赫歇尔当年用 1 米口径的望远镜都没能发现的“云”一样的天体，在今天 80、90 口径的望远镜和 CCD 共同的合作下展现了其惊艳的外表。天文摄影也是有从简到繁的不同难度。从望远镜对准目标、到实现对目标的高精度跟踪，摄影的难度也不断升级。

任何摄像头当中有一块感光用的芯片，是他把外界的图像从光能转化为电讯号存储下来。成像的参数跟单反成像的基本相同，这一部分需要参考其他的摄影知识，这里就不大篇幅的讨论了。较为低端的摄像头包括自

家用的网络聊天摄像头可以调节的参数比较少，比较适合新手用过了解；这些摄像头的构造简单、由电路部分和镜头组成。

市面上常见的 CCD 大致分为一下的几个类别：

1、普通摄像头改装的 CCD 包括一些廉价的电子目镜

一些家用的摄像头可以改装成天文用摄像头，具体来说是行星摄像头。这些摄像头可以通过购买一个 31.7mm 带红外滤镜的转接口来转接到天文望远镜的目镜口上。使用一些行星捕捉软件就可以获得初步的原始行星摄影照片。其中经过总多天爱筛选的优良品质摄像头有罗技的 PR04000，一些市面上的摄像头价格都在 100 元左右，不过改装天文用摄像头相比直接购买专业设计的摄像头来说性价比都特别高。还有就是标明是天文使用的电子目镜，作为产品出售的电子目镜一体式设计会省去很多自制的麻烦，同样的也能够进行行星摄影。由于这些廉价的摄像头的用途都是很单纯的行星拍摄，所以笔者只推荐 100 元左右的电子目镜，高于这个价格就没有太大的必要了。



2、导星用 CCD

导星是用来在给赤道仪做跟踪校准的一套系统，通过相机内星星的维系来自动校准北极轴，适用于带双跟的电动赤道仪。导星用 CCD 顾名思义就是在 ccd 上除了有数据口，还有一个用来连接赤道仪的导星口。CCD 将拍摄到星星的位移信息加以矫正以后发送至赤道仪，根据赤道仪其本身能够调节的范围来纠正跟踪精度。同样的，导星 CCD 也广泛用来进行行星摄影，

效果比普通的摄像头要好。由于导星只侦测星点亮度，因此也有黑白和彩色。黑白摄像头成像细腻因此要比同型号彩色的要贵一些。广受好评的导星 CCD 从最便宜的 T7C 或者 QHY5RC，振旺 120、QHY5Liim，到一些质量上乘的 QHY5III 系列。其中部分产品可以勉强小试深空，具体的内容就不多说了。



3、单反相机

单反相机在天文领域有着出色的表现。较大的画幅，细腻的成像品质以及高感光的特性，使得单反相机拍出的深空图片都非常美丽。早先的机型比如佳能 450D，600D，一直到 6D。尼康 D5100，D810A 等。机型在论坛都有推荐，笔者就不一一例举了。这里要提的一下是现在市面上大多数的单反相机感光元件前都要加上一块红外截止滤镜（IR cut），不然日常照片都会偏红。但在天文摄影中，发射星云的大多数发射线都扎堆在 630-680nm，特别是 656.6nm，672nm。红外截止滤镜会使得这些波段的透过率只有 20%-30% 甚至更低，这严重影响了拍摄效率和效果。所以单反深空要经过特殊的红外改机才能纠正红色通道上的信息。在改机之后，还要注意一些匹配见上面的问题——转接环。单反相机都有生产与其型号配备的通用转接口，通过这个转接口在转接到一个 31.5mm（1.25 寸）或者 2 寸的摄影套筒上，这时候才能够接到一寸或两寸接口的望远镜上。一些滤镜有的是内置滤镜、有的是 M48、36mm 螺纹的，36mm 螺纹的必须旋进两寸套筒上，这样就可以装入望远镜。如果已经拥有一台上述提到的机型，一定要搞清楚是 M48 还是 M42 等等、套筒的口径是 1 寸的、两寸的，套筒的螺纹是否支持自己选的滤镜等等。在完善以上问题之后，就可以继续深空之行了。

4、冷冻 CCD

冷冻 CCD 可谓是天文相机的顶尖之选，如果你的预算足够购入一台冷冻 CCD，就绝不要再其他次选项上浪费精力。使用过冷冻的同好几乎都很难再放下去使用单反。之所以叫做冷冻 CCD，还要从 CCD 的一个特性说起。由于 CCD 芯片的热效应，都会在温度较高的情况下是感光元件会产生干扰信息，看起来就像是拍出来的图片布满了马赛克和小点。为了使这一特性降低，一方面要制作品质更精良的 CCD 芯片，再加上降温处理就可以使 CCD 有着极低的噪声读出，拍摄的图像清晰平滑。

如果说入门的话，最推荐的是 QHY9m 和 QHY90A；QHY81 也可以。如果预算实在不够，对像质要求不是很高的同好可以考虑向下的几款产品比如 QHY178、ASI1600 等。向上还有 QHY10、QHY695 此外还有 ATIK、莫拉维、SBIG 等等其他的品牌都是非常不错的选择。



接环

望远镜的调焦座一端除了安装有目镜之外，还可以安装很多其他的终端设备，例如单反照相机、摄像头、冷冻照相机等设备。每个不同的终端设备都有不同标准的接口。因此想要能够连接这些设备，必须有不同的卡口连接望远镜和终端设备。可以参考侯文忠的这张图片。

望远镜的接口类型只是通常的内圆形筒，在一侧装有螺丝钉或者是其他样式的固定装置。比如说在平时连接普通目镜的时候，将目镜放入桶内，用螺丝钉固定好，这样的筒的内直径是 31.7mm（1.25 英寸），对应目镜的外径参数也是 31.7mm，是国际通用的标准大小。除了这种目镜，市面上还有一种 24mm（0.965）英寸的目镜，是早期望远镜配套送的原装目镜吗，现

已停产。已经很少有专业的厂商生产这种目镜，除了高桥桥些时候生产的OR 无畸变目镜，只有一些生产儿童使用的玩具望远镜的配置使用 0.965 英寸目镜。一些摄像头，是一英寸的外径，比如上一节提到的 QHY5Liim 等。可以将它们直接安装在望远镜的 1.25 寸接口上面，或者先转接 90 度天顶镜再安装也可以。

除了 1.25 英寸的目镜，当然还有 2 英寸的目镜。APO 摄星镜、拍摄用的反射式物镜还有道布森（DOB）的望远镜都会有两英寸的接口。比如信达的调焦座上的一寸接环可以拧下来，在接上 2 英寸的接环然后就可以安装 2 寸目镜了。

一些望远镜会有 2.5 英寸的接口，用于连接全画幅的照相机。



如果要在望远镜的接口上安装照相机，首先要给照相机选配相同型号的转接环，这个转接环一端连接照相机、另一端会转到一些标准的螺纹，例如 M42 螺纹、M48 螺纹。然后依据你的螺纹标准配置一个同螺纹标准的 T 口，就可以将螺纹转为 1 英寸的接口。这样就可以安装在望远镜的一英寸接口上了。



图 英寸接口

但是一英寸的卡扣可能会导致一些画幅尺寸稍大的相机拍摄出现暗角，拍摄不全。所以真正拍摄一定是使用 2 英寸及以上的接口。同样为照相机配置好卡口以后，在螺纹转接口的时候，改为转接 2 寸接口。有些 AP0 的设计需要在后边添加一个修正镜来修正光学像差，这一部分通常会代替标准螺纹转 2 寸接口的，同样把他接在卡口上连接望远镜与相机。最后连接好相机与望远镜就会变成这样。

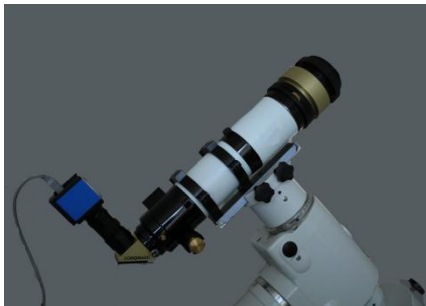
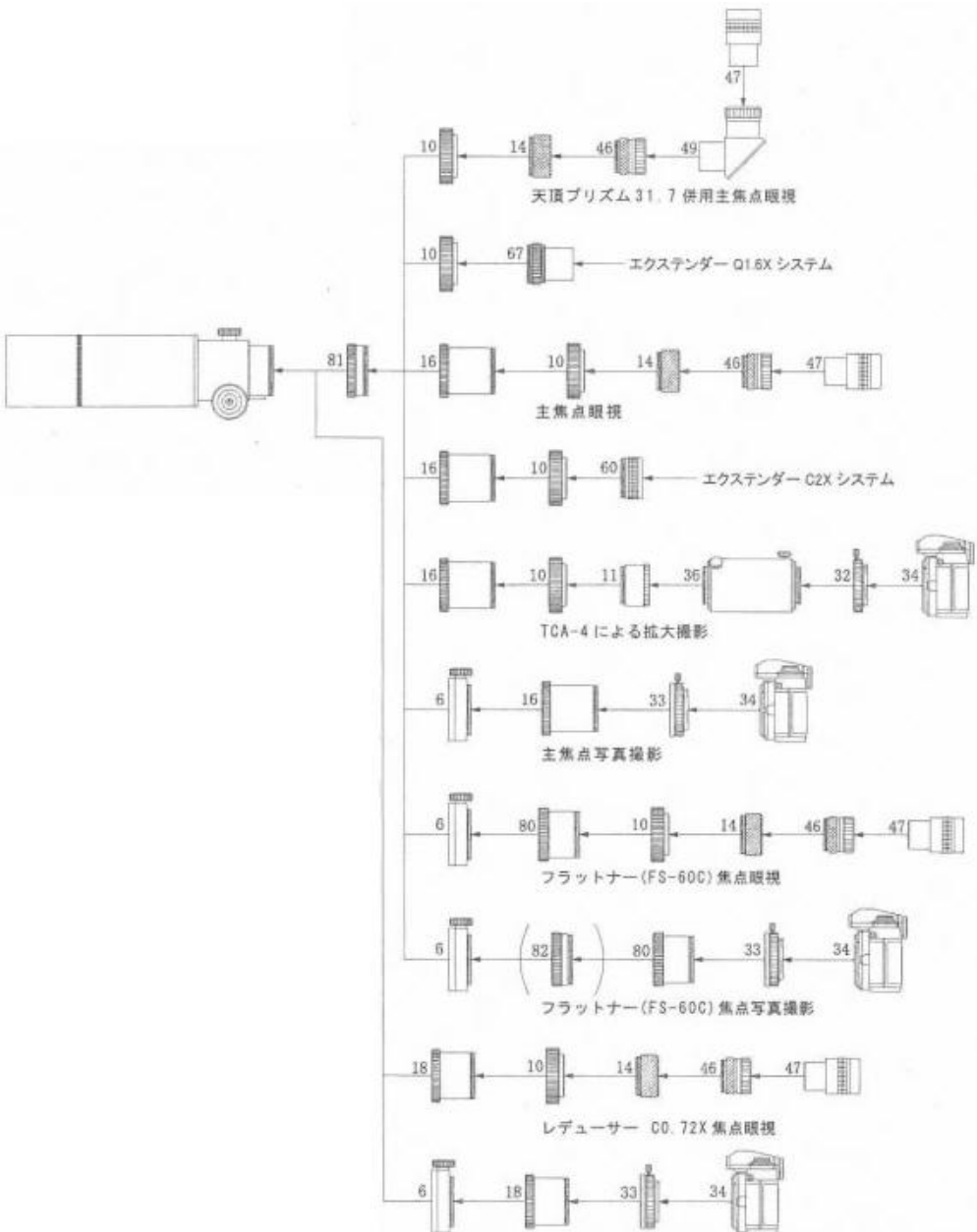


图 电子目镜连接望远镜



图 相机连接望远镜

望远镜不限于这些连接方法。具体的连接方式还可以参考以下方式：



光学优良——复消色差镜 APO

自从折射式望远镜被发明的那一刻起，无数的先驱们都在不断的改进它。折射式望远镜一直发展到现在都是天文观测器材的不二之选。在今天的技術下，折射式望远镜的色差，像差已经可以做到完美的纠正，虽然不能完全消除，但是已经完全能够经得起拍摄放大的检测。

如同 CCD 的建议一般，推荐新人如果要入折射镜，在预算充足的情况下还是要购买 APO 望远镜一步到位。新手没必要纠结是否需要买一个低端望远镜或是其练习的过程能够充实自己。这些想法完全没必要因为：第一，天爱不一定非要学懂如何制作望远镜才能去观测，那只能说是一种个人的兴趣或方向；其次，直接购置 APO 可以省去大量的金钱、精力，与其在较次品质的望远镜上瞎折腾，不如直接观测并获得一张由 APO 拍摄的完美图像获得的摄影经验要好得多。至于是要走观测路线还是 DIY 路线，在这一切熟练掌握后，都不是问题。

这里不讨论 APO 是怎样制成的或是结构问题，如果读者感兴趣，请自备好高等数学和大学物理知识并阅读《几何光学》。但是呢，有关器材选择会牵扯到一些内容需要了解。

FPL53 玻璃也就是 ED 玻璃的材质，拥有很低的色散率，因而被广泛采用于 APO 镜头。这种玻璃是日本厂家每年限量生产，生产工艺区极其复杂，因此价格不菲。单纯使用 53 玻璃制作的镜头配合一般的双分离消色差系统是不能够完全消除色差，因而这种望远镜仅仅是 ED 镜。而达到 APO 标准的消色差多数是三片式、当然也有两片式。萤石镜头也是同理，不一定用过这种材质就算是达到了 APO 标准。萤石是一种顶级的光学原料，具有极低的色散率，价格也是不菲。著名的望远镜品牌高桥主打的就是萤石镜片主镜。

此外，由于球面的透镜会形成场曲，使得望远镜边缘的物像被拉伸。要购买一款符合自己望远镜焦比和套筒尺寸的两片式平场镜来消除这些光学问题。有的型号的 APO 是直接配备有内置的平场，例如裕众 70sa 和锐星 65q，他们都是五片式消色差以及平场。



以上两款主镜由于口径的关系，目视效果并不是很理想。然而大口径的APO 价格不菲，所以各位在购买一仪器时候一定要做好计划，留出足够的预算给每一个部件。其他的 apo 主镜，天文爱好者现阶段频繁使用的、按口径排序推荐的都有：

高桥 fs60



裕众 80apo



锐星 cf90



锐星 106



高桥 fsq106



米德 130apo



锐星 130apo



高桥 150toa



APO 的成像锐利，颜色鲜艳。再加上便于携带等因素收到了天文爱好者的一致喜爱。但是还要考虑 APO 的缺陷因素比如价格昂贵这一点就让很多人望而却步。APO 镜头的维护仅限于外表面的清灰工作，一单光轴因为震动出现偏差，那么麻烦就大了，这是个人无法处理的问题必须返厂调休。再见到它时可能都是几个月以后的事情了。

大口径牛反的威力



笔者和杭州市天协的器材合影

牛顿反射式望远镜在价格以及光学性能上面有很大的优势。根据牛反的特性，口径可以做的很大，然而价格却比自己小很多口径的 APO 要便宜。

由于结构缺陷的原因，折射式望远镜的口径一般很难突破 200mm，而做工优良的抛面牛反很轻松就可以上到 254mm、300mm，并且价格才相当于 80-90APO 的价格，虽然锐度没 APO 的高、不过这些都得看个人的选择了。国内很多高端的天爱都可以把牛反玩的十分出色，正所谓玩牛反的都是大神。这样说的原因之一是牛反需要定期进行光轴的校准工作。这个工作可不是个轻松活儿，校准的好的话消除慧差效果会很好。但其实大家都是误解了这一点，如果说一个非专业的人员都能维护镜子，那么大家觉得这样的维护工作是简单还是困难？当然是简单了，APO 镜头一但出现光轴问题就必须返场让专业的人员来维护，也就是其实牛反的维护工作应该相比 APO 和施卡低了很多，这应该算是一把双刃剑，很多人因为头痛光轴的维护工作而放弃了牛反。大口径提供的聚光能力，在极限星等领先的情况下可以进行一些靠近专业领域的观测工作，比如超新星和小行星的测光之类的。反射的光学原理可以直接避免色散的问题，直接跳跃到像差的纠正这一步。

当然牛反的缺点也是有的，我尽可能站在客观角度分析这些因素可以供读者参考。大口径牛反的重量很大，这导致了两个问题——一是赤道仪的载重得跟上来（大载重的赤道仪可不便宜），二是没办法一个人做配重平衡工作，你得找一个帮手来完成这个过程。因此，大口径的移动性能也很差，当然它其实是跟适合用来进行固定地点的观测，哪怕拥有车辆可以进行长距离的运输能力，否则那种重量将是你的噩梦。为了纠正光学问题，牛反也有一个可以添加的修正镜简称 MPCC 慧差修正镜。150 口径的牛反的价格是用 mpcc 是很尴尬的，所以很多小黑的使用者都只能把图像的边缘部分裁掉。

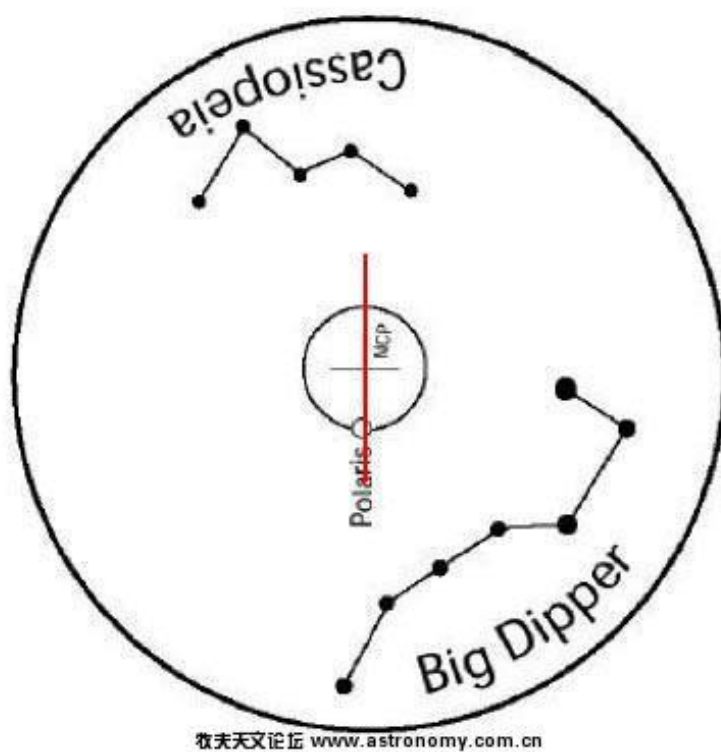


笔者和杭州天协的 DOB 合影

对于目视来说，大口径的牛反是目视爱好者的福音。DOB（道布森）式望远镜就是一种简化支架的反射式望远镜，极大的减少了支架的目视设备。而且，254、300mm 口径的反射式已经能够展现深空天体的很多风采，相比赤道仪不是特别需要长时间的校准也能够工作也算是一种使用的便携性。在拍摄高倍的行星照片，效果可以让你过足瘾。

说了这么多，是希望读者根据自身的情况考虑哪一种类型的主镜适合自己，APO 也好、牛反也好，都有人能够开拓出一片天地。

第四章 器材常见误区



EQ3 和 EQ3D 的区别

普通 EQ3 是入门级赤道仪属于四无产品：无指北微调，无极轴镜，无水平泡，无电跟。EQ3-D 则具备了一个高端赤道仪的雏形：有水平泡，有带刻度的极轴镜，有预留电跟接口，有指北微调，有钢架。而且手拧很顺滑，没有可以感受出来的空程，装配也到位。所以其价格也是天差地别，EQ3 的市面售价普遍在 300 元左右，而一个信达的 EQ3D 则需要 1000 元以上、并且根据添加电跟钢脚等这些配置，价格也会不断上升。所以想通过名字上相仿来节约开支，功能上实际上天差地别。但当一个爱好者发现他这样做于事无补，其实目标还得是换一个 EQ3D，那么购置 EQ3 的资金就是完全不必要的了。现 EQ3 已经属于淘汰产品，同样的道理，Heq5 和其余混杂品牌的 eq5 赤道仪也不可以同日而语，其中 Heq5 赤道仪性能优越，性价比高，广泛使用并且产量大，是天文摄影入门者常常使用的入门型器材。



图 品质精良的 EQ3D 和粗制滥造的 EQ3

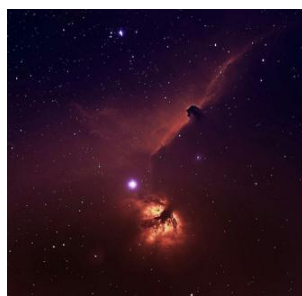
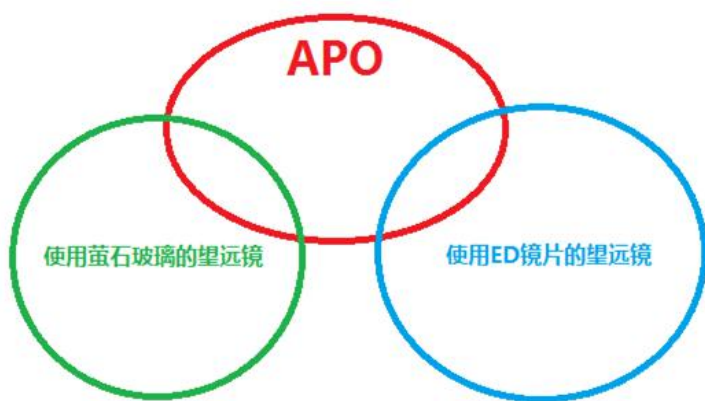
有关消色差

消色差物镜至少能校正轴上点的位置色差（红、蓝两色）、球差（黄绿光）、正弦差以及消除近轴点慧差。也就是说，在观测无论目视还是拍

摄，仅仅在视野最中心的一片区域可以达到相对好的图像，离中心区域越远、得到的像质会急剧下降。复消色差、平场复消色差物镜，不仅能校正红、绿、蓝三色光的色差，而且在同一焦点平面上造像，达到消除“剩余色差”（又叫做二级光谱）的效果，同时能校正红、蓝两色光的球差。复消色差的优点不仅体现在图像上的修正，由于各种修正后的图像使光汇聚于一点，在观测星体时，星点更细腻。举个例子——在焦点处的成像，由于普消只消除了部分的色差，其他色光则色散不能完全聚焦，它们发散在图像上，使得观测到的点光源（比如恒星）都很粗大。实际上，恒星遥遥不可窥视其外表，所看到的都应该是细腻的光点，所以普消所成的粗大星点并不是星星本身的面貌。这种现象我们叫它半宽很大，意思就是不能完全聚焦，使得观测点光源的像时，像从中心到四周的半径很大并且成发散状态。复消因为修正了各色色差，可以说从根本上就避免了这些问题，它分辨率高，象质好，有更高的有效放大率。用复消拍摄的作品，其星点都很细腻，华丽，锐度很高极具观赏性。由于复消性能很高，它的景深要比其他物镜小，所以它比其它种类物镜要昂贵也就合情合理了。

ED 与 APO

ED 玻璃是一种色散极低的玻璃，适用于各种消色差的镜头制作，通常是指日本小原生产的 FPL53 玻璃，具有优异的光学性能。类似的玻璃国内也有生产。而 APO 是一种光学标准，当色差被压到极低而不能被检测到的程度，像差彗差和球差等各色光学问题得到有效解决的物镜，成像从中心到四周的成像均匀清晰，各种性能都达到了要求的标准之后才叫做复消 APO。大多数都会使用一块 ED 玻璃和两块负透镜来制成 APO 标准的主镜（总共三片所以称为三片式，也有两片式、四片式）。有使用萤石玻璃来制作 APO 主镜。这样看来，APO 里面有一部分是用了 ED 玻璃，但有 ED 玻璃的主镜却未必达到了 APO 的标准。所以，这一部分的题目不是 ED 与 APO 的差别，这是因为 ED 和 APO 根本不是同一类的东西，更本没有可比性。



左边的图片是 APO 的摄影效果，右边是 ed 镜的摄影效果。她们都非常美丽但是注意右边图片星点的边缘，为了看清效果下面放了一张放大的效果图。看中间最亮最大的恒星，看起来貌似他是蓝色的但其实不是，这是

因为只采用 ED 玻璃而没有消除剩余色差。恒星本来并非这种颜色但是由于色差没有消除干净所以差生了这样的视觉效果是不真实的。所以你并不能说这是镜子直接拍摄的所以是真实的景象。如果你不会计较颜色问题或者你的处理技术高超，否则就最好不要使用 ED 镜来充当 APO 标准的望远镜。总结一下，ED 和 APO 是两种定义区域有部分重叠的两种不同的概念，他们之间并不等价或者说不完全不同。

半复消色差和复消色差

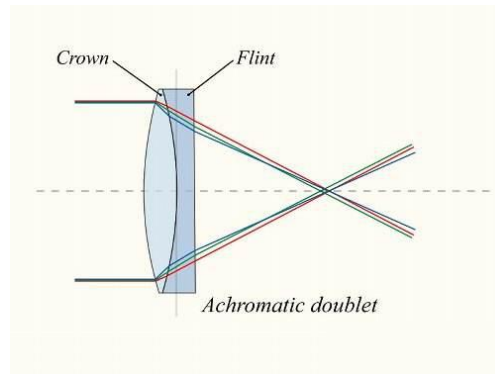
我们通过购买牛反来解决消色差的问题，而不会把目光转向一个伪复消色差的主镜。如果你要进行深空摄影，长时间的曝光都会使任何的色差加强数倍，使之显得非常明显。半复消色差或平场半复消色差物镜虽然能校正红、蓝两色光的球差和色差，但是天文摄影是在红蓝绿三个颜色通道都有大量的信息需要处理，所以但通过红蓝消色差是不能够得到满意的相片。所以想通过购买伪复消色差来接近复消色差通常是得不偿失的，因为伪复消色差的主镜虽然价格不比 APO，但也不便宜，也能够买一架像样的普消全套或者是信达牛反。通常购买一架伪复消色差的主镜不如去购置一台信达的牛反。

有关像差

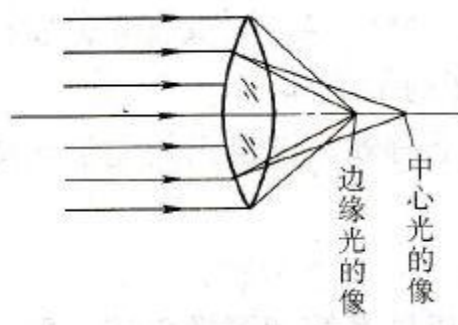
所谓像差指的就是光学系统所成的像和真实物体之间的差异缺陷就是像差了。有一点必须明确：任何光学系统都有像差，没有不存在像差的光学系统。眼睛看不出问题也不能够说明没有像差，而且“眼睛看得出”本身就不是一个严格区分条件的命题，有的人视觉敏锐、也不都跟视力有关。以前提到的色差、球差、慧差等都是像差，像差会直接影响我们的观测效果。

色差，即各色光折射率不同所引起的像差。若只分析像面的一个白色的点（白色即各种颜色的混合色光）在成像以后，各种色光的焦点光线其实并不是完全汇聚的，但是这时候确实是合焦的，但这个白色点看起来会是各种颜色发散的，发散严重的色光都会覆盖这个点。这时候我们再来看整个物体，把它想像成无数个点，每个物点都被一些色光覆盖，那么这个

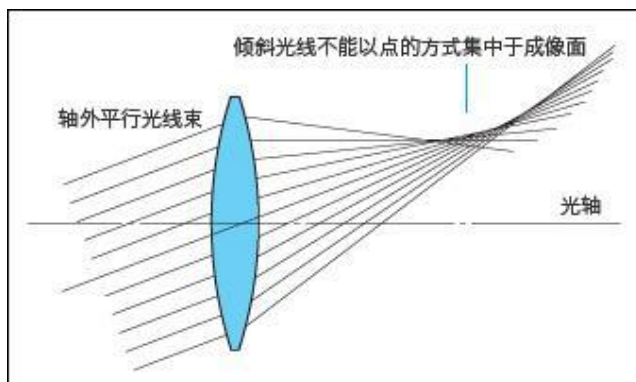
物像整体看起来就很模糊，虽然是五颜六色，但是失去了物体原有的模样，就没有仔细分辨的意义了。在前文章节里提到色差仅仅是描述在成像物体边缘会看到“彩色边子”，这是识别出色差的一个比较便捷的方法。但正如这一节所述，色差对于我们观测的影响绝不只是“彩色边子”。这一严重光学缺陷仅存在于折射光学系统，对于购买折射光学系统的同好需要着重考虑这一因素；对于购买反射的同好没有特别大的影响，但实际上大气和目镜也会产生色差，反射式的用户在追求较高度度的行星摄影或是目视的时候会考虑修正大气色差和使用ED目镜。



球差，是球面光学器件所引起的像差。球面光学器件的特点是从光学器件中央到四周，每个不同的距离光线汇聚的地方都不一样。对于视场中心的成像是相对清晰的，但是一旦离开中心区域就会模糊。这就好像买个大餐盘旁边都是漏的只有中间一小点能使用，所以球差是一种影响较为严重的初级像差。球差存在于使用了球面光学器件的地方，无论是折射式还是反射式。由于球面光学器件的生产成本较低、使用比较普及，因此在较底端的望远镜的制造过程中都使用这种光学器件。其中球面反射式望远镜的光学表现最为差劲，由于只有一个球面反射未经过任何的修正，球差会影响整个反射镜的光学表现。当下市面上已经出现了价格可接受的抛物面反射式望远镜，因此球面反射式望远镜已经被爱好者抛弃。球面折射式望远镜一般都会使用两片双分离或是胶合物镜来消除色差，同时呢，也消除了一部分球差。因此在入门级望远镜价位较为低端的领域，普消折射还是可以接受的。这就是为什么在器材推荐的顺序里，80eq为最低配置，向上即为抛物面的信达小黑了，因为新手没有必要吧资金都花费在一些粗制滥造的球反或者是普消上面。



慧差，是望远镜在靠近视野边缘处成像时，光线汇聚不到一点上的一种像差。彗差对于大孔径系统和望远系统影响较大，在视野边缘部分的点状物体看起来会像彗星一样：头部亮、带尾巴，慧差对于观测的影响是清晰度。为了修正这一像差，望远镜会装配有修正镜，好的修正镜价格都很高昂。



望远镜不是越大越好（怎样配置自己的天文设备）

天文爱好者入门的器材多半会是主镜、赤道仪以及各种配件都齐全的套装，比如 80DX 套装。而后如果需要更高级的设备，器材上的选择往往就有很多。更专业的天文仪器往往是每个部件都专门出售，购买望远镜不会附带赤道仪等支架系统，就是出售 OTA (Only Tube Available 只有主镜)。同样赤道仪也不会附送主镜导星等设备。这样在购置器材前，真的是得好好的补上一大节课，而往往在关心几个无关紧要的参数一脸懵，在购买之后发现随之带来的问题源源不断。

怎样去购置一套完整的设备，需要补习很多知识、多接受更多前辈的经验。在这里跟大家来分享一些经验。从决定自己所要深入的领域，决定自己目视、深空、广域深空、星野等等，然后再去选择镜子（之前有讲过没有万能的镜子）。从很大一部分程度上来讲，决定了自己的方向、就决定了你需要什么样的器材，而不可能去选择一种莫须有可能会有效果但不适合从事这个领域的设备。根据各章所述，各种结构的镜子所对应的观测目标：双筒巡天、相机配长焦镜头星野赤道仪拍星野或是广域深空、小口径折射 AP0 连带中等大小赤道仪拍摄深空，大口径长焦距的 RC、牛反或者折射就要大型赤道仪来打更深邃目标更小的星系。是有能力极高的同好使用施卡加装 F2 减焦用来深空摄影，但是大神只限于大神，极力不推荐新手打着又想深空又要目视的如意算盘去买 C8 等卡镜去拍摄深空。先不提狭小的视野，很长焦距的导星精度要求极高，根本不是新手能够应付得来的。其次就是花费上面，往往是支出更多、还不如直接购买两套设备来的划算，也省下大把时间。

记得本书的前言部分有一则约定提到，有不明事理的同好大呼“牛反大法好”、“小黑神镜”等口号，总是带有色眼镜来看待 AP0 使用者的不良现象，现在来为大家拨乱反正。比如说，同样是 F5 的 80AP0 和 150 牛反，牛反的确口径大，分辨率更高。在对拍摄同一目标比如 M31，150 牛反焦距长一些，方大程度更高可能视野中还拍不完整整个 M31。小黑需要的导星焦距和精度稍高、自重大，相反，小口径 AP0 可以搭配以 cem25 这样小巧的赤道仪实现一套较为轻便的搭配。在修正镜的加配上面，一个 80AP0 的原配平场镜市面售价大概在 500 元左右，而对于牛反配备彗差修正镜 MPCC，例如小黑和信达原厂 MPCC 就要 2200 元，和套装一个价钱、比主镜高出了不止一倍。绝大多数的爱好者没有一定的觉悟是不会给小黑上 MPCC 的，所以当发现拍摄出来的照片四周星点乱飞时，只能无奈的截取中心一部分作为一次拍摄的成果。就图像方面，AP0 的锐度（清晰度）和像质华丽的特性是非常棒的，在这方面 150 口径就未必就有那么大的优势了。此外小折射还有一定的便携性，密封的镜筒避免了镜筒内部空气对流的影响，这也是为什么绝大部分有点能力深空摄影爱好者，能够入 AP0 就选择 AP0 作为主镜的原因。而非“有钱乱显摆”，AP0 在星空摄影方面的威力是出了名的。

但是，前面的议题是有一个前提的，那就是针对于深空摄影。在口径和集光力方面，口径还是占主要影响因素。那么之所以推荐小黑，一是在 3000 以下的套装里面很少有口径能做这么大的牛反、对于新手的经济条件的要求不是特别高。相对于整套的望远镜，同样的价格只买一个 65q 主镜，牛反经济上面的优势不言而喻（但同样是在没有彗差修正镜的情况下，有

修正镜的情况下，65q 的价格还是比 150 牛反和修正镜的总价要低）。其次抛物牛反是没有折射镜存在的色差问题、一点点都没有，能够深空和行星两者兼得自然是大家喜爱的特性。目视方面，一个锐度高，所呈现的星空真实美丽，另一个是集光力强、亮度高，自带星芒的特性也使得观测者有着绚丽神奇的观测体验。

到这里之前的两段本人觉得十分别扭的对比，但是我觉得是有意义的，意在于从各个角度去考虑问题，帮助大家去学会分析自己的需求。如是我们看到两者在各个方面各有长短、也不可能统一概论之。所以结论就是一没有万能的镜子，只有最适合你的镜子；任何光学结构都有优缺点，没有所谓的完美望远镜。所以我又要在这里否定我之前的对比，因为根本就不能比。千万告诫大家不要以个人的需求去衡量望远镜，也不能直截了当，不能盖棺定论就什么什么好。自己衡量自己的需求，切莫再比较望远镜结构。

很多同好都一定会这样认为：自己所持有的设备越大就越好。确实，大口径长焦距有着小口径所达不到的极限星等、分辨率。但是书写到这里，读者应该能够再次明确一点：没有万能的镜子，也没有所谓完美无缺的光学系统，任何结构大小不同的镜子都有特殊的使用范围，并且根据其参数的不同所表现的图像也不尽相同。这与这一部分的问题有什么关联呢？有的，意思就是大型设备由有它自己的观测范围、小镜子也同样由他自己的使用环境。大型设备焦距长、口径大，在目视和拍摄深空小目标时具有更大的分辨率、放大效果。小型设备有着视野广泛、方便携带以及跟踪精度要求低（对赤道仪要求也低、导星压力小等等）。

这一议题的重点是，需要天爱去衡量自身的能力、不要一味追求价格高昂能力强劲的望远镜。一旦你购入了 10kg 的主镜，这意味着赤道仪的平衡主镜重量不少于 10kg（已达到不少于 20kg）；赤道仪的载重和精度也得跟上，这意味着更长焦距的导星和自重很高的赤道仪本体带着钢制三脚架，长焦距还需要相应的增加导星镜的焦距（比如有同好使用小 APO 导星），赤道仪本体可能就有 10kg，再加上钢脚三脚架、各种箱子和配件电脑 ccd 目镜等等等等，总重达到 50-60kg。那我可以负责的告诉你，即使有车，没有好的体力和恒心耐心，不到第二三次你就会考虑要换更便携的设备了，因为它们实在是太！重！了！所以在金钱、理论科学之外，竟然还有这诸多因素我们却一直忽略着。于此类似的因素：自身所处城市的天气情况、光污情况、自己是否具备便携移动的个人 PC、是否有车等，在购买之前，一定要考量清楚，希望大家不要被我们所追求梦想之外的东西所阻挡。观测时的器材知识与注意事项。

刚买回来的望远镜是非常宝贵的，在经历了开箱这一激动人心的历史性时刻以后，天爱们一定要好好疼爱自己的镜子。那么日常生活中有哪些要注意的事项呢？

防潮

真菌是一种很讨厌的生物，他真的是可以出现在任何你不想他出现的地方，比如望远镜的光学镜片上。霉变程度较轻的我们可以送去维修清洁，但如果霉变较为严重的话相当于我们的器材就报废了，如果因为我们平时疏于保护的话，那这种损失就太得不偿失了。因此，除了对器材做一些基本的准备和保护之外，我们还应做好防潮措施。在气候潮湿的南方尤其要注意这一点，在平时保存的时候要注意防潮。防潮的方法很简单，在平时存放望远镜等设备的箱子里多丢几个干燥剂，经常给望远镜通风等。如果望远镜一直放在潮湿而又密闭的器材箱，就极有可能长毛。

如果霉变的程度轻微，而且处在镜头、镜片的外侧可以尝试使用麂皮搭配以专业的镜头药水反复擦拭，切记不要刮蹭。但如果霉变的程度十分严重，或者长在无法清理的内部，那就大事不妙了。如果能够送去专业的维修处清理，一般价格不菲。除此之外，望远镜就只能报废了。



防寒热

我们知道当温度变化很大时，空气中的水会凝结在物体表面，比如进入室内的时候眼镜上会起雾。同样的事情会发生在望远镜上，后果是你会等上很久很久，这些水雾才有可能消去。如果水雾汇聚成股，会留下淡淡的水渍，很难清理，若是在镜头内部，比如折射式望远镜，那么就基本上

不可能清理得到了。原因是你得把镜头拆下来才能够清理到内测，而我们之前讲过，专业的折射镜头需要专门的人员来纠正装配，自己大意拆卸再去重组的结果往往是一次比一次差。那么我们需要平衡望远镜内外的温差。再把望远镜拿出室内的时候，不要轻易就打开盖子，而是先在室外静止 5-10 分钟，待整个系统内外温度平衡的时候就可以正常使用了。



除此之外还有一些其他的解决办法。购买一条望远镜发热带可以在冬天保持望远镜镜面不结霜。有的望远镜会加装散热的风扇，比如黑洞牌的牛反望远镜和星特朗的大口径施卡，这些大型的望远镜在室外平衡温度速度很慢，需要额外的辅助设备来帮助他们达到热平衡。双筒望远镜如果带有防水功能的，使用起来就会极其方便，开盖即用。没有防水功能的，也要做热平衡工作。



防摔

望远镜是光学科学仪器，不像手机可以要求其质量，相反一次致命伤就足以让他一命呜呼。即使没有明显的镜片碎裂，光轴也会有一定程度上

的倾斜。读过前文的读者可能已经知道，如果你手中的器材不是牛反的话就得返厂重新矫正光轴了。因此在平时的运输、组装和拆卸等过程中一定要严谨认真、不可马虎。

在运输过程中免不了磕磕碰碰，那么避免这种损伤，我们会逐一给器材配置一个器材箱，这样在路途上就可以避免一些小磕碰或是颠簸造成得损伤。

在组装的时候，一定要严格按照说明书组装、一定要考虑稳定性。比如这位博冠 150 马卡的使用者在组装的时候忽略了主镜和赤道仪鸠尾槽的方向性，装反后导致直角边没有螺纹固定，主镜从赤道仪上滑落导致重大经济损失。

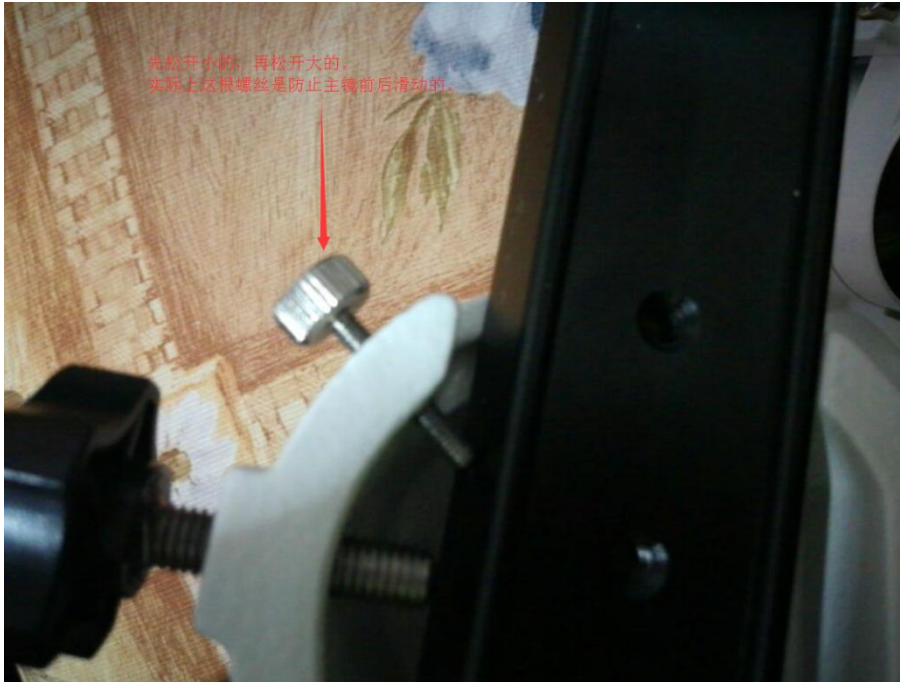


这场事故发生的原因，主要还是在望远镜的设计层面，采用直角梯形截面的鸠尾板就会无端引入一个方向的问题，而望远镜的说明书和镜体都没有做明确标识去警告使用者。一般的鸠尾板都采用等腰梯形的截面，防止镜体测滑摔落。事故的导火索是这位错误组装的天爱，这样严重的经济损失也只能由他一人来承担了。

与此同时，在组装完毕后，绝大部分的天爱都会忽略去做平衡。在使用带有平衡装置的支架比如：赤道仪和带平衡功能的经纬仪，都需要平衡两端质量。这一过程就好比市场买菜称菜的秤杆，在两边受力平衡以后打开赤经纬轴锁，无论你摆下任何角度的姿势，两轴都不会自动旋转。如果不做平衡，严重会导致主镜打在三脚架上，并且会磨损赤道仪的齿轮。磨损齿轮的长期后果是让转动轴卡死，很难转动，除非更换其中的齿轮配件，否则无法使用。

同样的在拆卸的过程中，也有许多注意事项。将赤道仪摆回初始位置，并锁死赤经纬轴锁是必要的。在拆下主镜时，尤其要注意鸠尾槽两个螺钉松开的先后顺序。先松开纵向的固定螺丝、再松开垂直于鸠尾槽的固定螺丝，在这些过程中双手要始终护着主镜防止滑落。纵向的螺丝是防止主镜

前后滑动的，比固定主镜的大螺钉要小一些。有些同好搞不清楚，先松开大的，再尝试松开纵向的然后发现打不开，以为是螺钉滑丝，怎么也取不下来，其实将大螺钉上紧，先松开纵向螺丝，再松开大螺钉就可以正常取下来了。



切记错误的顺序会让主镜承受很大的风险，此时只有一个纵向螺丝固定是极易出现器材事故的。总之，器材在我们心目中宝贵之极，一定要安全使用器材，不要发生器材事故。

隔窗观测

有些同好工作很忙，闲余偶尔观观星。出于方便就想隔着自家的窗户观测。如果这样做，我建议，收起器材去看看电视吧，为什么呢？如果隔一层窗户，就相当于在望远镜前加了一个平行玻璃板，而且就一般住户家里的窗户精度是不可能达到观测所需要的平整程度。而且透光率也不好，不管多好的望远镜，只要隔窗都会废掉。那好吧，我们打开窗户观测吧，然后你就会发现成像模糊不清，抖动非常巨大。这是因为窗户打开时会对室内产生对流，室室内外的气压差导致气流，气流时不时的扭曲光线，效果好比是视宁度极差的情况下去用高倍看行星，换面抖动异常根本无法合焦。

如果真的是因为条件约束观测，那么建议一定提前计划准备好。最底线的条件，也得是在自家阳台、或者是小区广场（即使那里光污染很严重）。新买回器材的同好往往不会去先学习知识，甚至呢连望远镜说明书也不会完整的看一遍。所以会有这样一种盲目的认知：看起来光洁的镜面和透镜就是好的光学器具。所以根本不会意识到窗户的玻璃是一种很粗糙的造物。在隔窗观测好几次以后，得出一个令人哭笑不得的结论：这个望远镜不行！那么我们现在知道，这种行为是不可取的。

寻星镜的校准

大家都看过抗战片里的狙击手通过瞄准镜百发百中。其实瞄准镜和枪管的两条直线是要狙击手自己校准的。同样的望远镜的辅镜—寻星镜也需要校对，而且拆卸一次校对一次。这并不是一个很麻烦的工作，熟练的情况下 1-2 分钟就可以搞定。但是比较准寻星镜就会给自己寻找目标带来极大的便利。

校对的目标，让主镜里看到的视野和寻星镜里看到的视野相同，这样在使用寻星镜寻找目标的时候，你很确定，主镜里也可以看到这个目标。寻星镜在安装到鸠尾槽之后，是通过支架上的三个螺丝来同步方向的。一边上紧之前，另外两个得提前适当的松一松。用蛮力顶寻星镜会造成镜体表面的划伤、变形。寻星镜也是有调焦的，位于目镜端。旋转目镜端进出直到目标清楚位置，切记不要把目镜端整个旋出。寻星镜不需要拆卸就可以清洁，如果要拆卸一定要记得边拆边记忆透镜组摆放的方向，顺序。校对的技巧，并不是非要把目标移到十字瞄准丝的中央，也可以差不离多少的地方、十字丝上、视野内靠近中心的地方等等都可以。但重点是你记得之前调整的位置，在寻找的时候移动到该位置。



除了寻星镜，导星镜的校准也是大同小异，他有两对固定环上的螺丝来固定、确定方向。寻星镜和导星镜的区别是，一个是无法更换目镜的小口径望远镜，一个是口径稍大一点的带调焦座可安装目镜、摄像头的一个小望远镜。寻星镜常用的口径不会超过 50，当然也有 50mm 口径的，但不是很实用，因为他不是主力观测工具。导星镜 30mm 起步，常见的 50、60 口径导星镜，超长焦距的大望远镜配以一个大口径、几百焦距一个望远镜来做导星镜，这个导星镜其实也相当于一个主镜了。



牛反的校准

名词解释

- 球牛：球面凹面镜主镜的牛顿反射式望远镜
- 抛牛：抛物面凹面镜主镜的牛顿反射式望远镜
- 普消：普通消色差，折射式望远镜的物镜使用的初步消除色差的望远镜
- 复消：复消色差，折射望远镜物镜使用的多步消除色差的望远镜
- 小双：小型手持双通望远镜
- 大双：大型双筒望远镜

本书中图片来源（感谢这些精美的图片的提供者）

.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....