



从双筒镜到远程台—— 业余天文爱好者的观测器材之路

(器材党的阶段小结)

2014 年 8 月第一版

目 录

前言	4
序章 天文爱好者的器材发展	5
第一章 双筒望远镜	6
一、手持式望远镜:	6
二、大型双筒望远镜（简称大双、大双筒）:	6
三、双筒望远镜的使用方法:	7
四、使用双筒观天的阶段:	13
五、大双筒的优势:	14
第二章 经纬仪	14
一、经纬仪简介	14
二、常见经纬仪介绍	15
三、经纬仪的使用方法	17
第三章 德式赤道仪	18
一、德式赤道仪简介	18
二、赤道仪的初始位置	19
三、简单的对极轴方法	19
四、常见赤道仪介绍	21
五、赤道仪的使用步骤（以艾顿 ZEQ25 为例）	22
六、常见的一些问题	24
第四章 单筒望远镜（折射式）	26
一、整体介绍	26
二、目视折射镜	28
三、摄影折射镜:	29
第五章 单筒望远镜（反射式）	32
一、反射式望远镜简介	32
二、常见牛反望远镜	33
三、牛反常见问题	35
四、特殊的牛反——DOB	39

第六章 单筒望远镜（折反射式）	40
一、折反射镜	40
二、施卡	40
三、马卡	41
四、常见问题	43
第七章 常见入门目镜	45
第八章 拍摄终端	46
一、单反相机（同微单、单电）	47
二、冷冻 CCD	49
三、行星摄像头	51
第九章 星野赤道仪	53
第十章 行星摄影	55
第十一章 深空摄影（远郊深空）	60
第十二章 深空摄影（城市深空）	63
第十三章 深空摄影（远程深空）	64
第十四章 器材路线规划	65
一、目视党	65
二、深空党	67
三、星野党	68
后记	69

前言

除了纯理论爱好者、天体物理爱好者之外，绝大多数的天文爱好者都如同古希腊的先贤一般，经常抬头仰望星空。自从伽利略 1609 年发明第一台天文望远镜以来，望远镜从此占据了天文爱好者心中重要的地位，对于很多入门者或者门外汉来说，单筒望远镜几乎等同于天文。因此，爱好者的起步，往往是从一台望远镜开始。本文主要面对起步阶段的新手，让新手看看自己在现阶段能做到什么，今后打怪练级要走什么路线，对于理论类知识介绍的比较少，基本倾向于实务，白话居多，希望能够给新手带来帮助，老鸟看了拍砖我乐意接受：)

杭州天文爱好者协会

序章 天文爱好者的器材发展



以上罗列了天文爱好者的基本门类，并和器材选择作了简单的关联。

以下按器材的分类做大致介绍和指引，如果是纯目视党，可以参考目视器材，如果是纯摄影党，可以参考摄影器材，如果是目视+摄影的，可以两者结合，以此类推。本文推荐(注意不是罗列到的)的器材坑爹的比较少，大部分经过同好及作者本人的验证。

第一章 双筒望远镜

双筒望远镜是天文器材中观测角度较广、价格比较低廉、无需器材操作基础、使用方法简单可靠的一类器材，因此成为老鸟推荐新手的入门首选。双筒望远镜适合观看的目标有：星云、星团、银河、星座（低倍广角望远镜）等。

通常，适用于天文的望远镜应具有如下特征：口径 40-50，放大倍数不超过 10 倍，倍率固定，具有多层镀膜，镀膜颜色通常为绿膜、蓝膜或紫膜，常见的红膜望远镜并不适合天文观测。

一、手持式望远镜：

推荐画王、裕众徒步系列双筒望远镜，规格有 7X50、10X50、8X45、8X42 等等。

下图：裕众徒步 10X50N 双筒望远镜



二、大型双筒望远镜（简称大双、大双筒）：

大型望远镜往往口径大于 70 毫米，放大倍率大于 10 倍，重量起码有 1-2 公斤或以上，常见的规格有 20X80、15X70、25X100、40X100 等等，大型双筒望远镜的口径和集光力远远大于手持望远镜，可以看

到更清晰、更暗弱的天体，但是由此带来了不便就是没法手持观看，需要配合三脚架来进行观测。

下图：25X100 大型双筒望远镜



三、双筒望远镜的使用方法：

1、寻找一个比较好的环境。在城市中，应以看到北极星为宜，再就是要认准天空中的路标——夏季可以看到头顶附近的夏季大三角；冬季可以在天顶偏南方向找到亮星极多的猎户座，另外，大部分季节可以借助北斗七星来开始天空的观测旅程，从认识的星座开始。有条件的观测者可以寻找更好的观测地，例如可以看见 4、5 等星的郊外，甚至开车去有一定海拔的、可以目视到银河的地方。我们还要牢记一点：天文观测，安全第一，由于是夜晚+人流量比较少的地区，应注意人身财产安全。

下图：目视银河的环境（安吉天荒坪）



2、配合合适的星图。最直观、最易得的星图，就是借助手机或PAD上的星图软件，例如 stellarium 在 PC、IOS、安卓系统均有下载，IOS 上的 starchat、安卓系统上的 mobile observatory、谷歌星空地图等，利用星图软件跟你所在的时间地点相匹配，做好准备工作。

下图：stellarium(安卓版)星图



下图：mobile observatory，除了星图，还可以看木星大红斑实时

位置、木卫实时位置、最近的天象、彗星等，强力推荐



3、观测目标。按图索骥地认识星空，将星图与天上的星座相匹配，此时你就会发现天空如有了地图一般，连绵连续，星星的排布也有了规律。使用双筒望远镜，首先要对准天空中较亮的恒星、行星或月亮（如有），完成对焦过程。

下图：双筒望远镜的结构（保罗式）



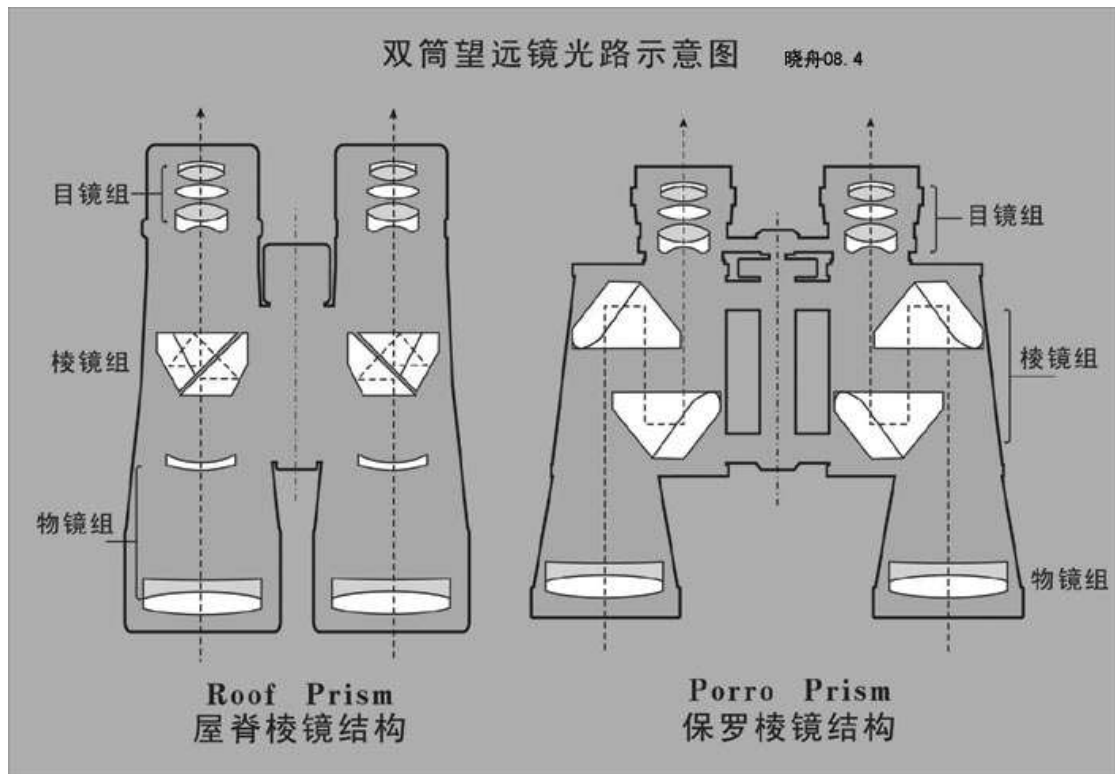
下图：双筒望远镜的结构（屋脊式）



下图：双筒望远镜的光学原理

双筒望远镜光路示意图

晓舟08.4



看了上面几个图，除了明白双筒望远镜常见的类型之外，也明白了双筒望远镜的对焦机构往往位于中轴附近，调焦的顺序是：先双眼睁开，对准目标亮星，调节焦距，直到星点变为最小。如果双眼视力不一致，有可能调节不到双眼同时看到针尖一般的小星点，此时应注意：先闭上右眼，左眼看左镜筒，调整到合焦；然后闭左眼，右眼看右镜筒，调节右目镜补偿旋钮（见图），调整到合焦。这样就完成了对焦与视力补偿的过程，再睁开双眼，双眼成像均合焦，望远镜也到了一个最佳的观测状态。

完成对焦以后，就正式进入观测项目。通常，使用 10 倍左右的双筒望远镜，在城市中可以观看到金星相位、土星（视力好的人可以看出土星是一个橄榄状的扁的星体）、月球环形山（6 倍以上可见）、M45 昴星团、M42 猎户座大星云；如果到了环境较好的郊区，可以观测疏散星团 M6、M7、M44、英仙座双星团等漂亮的星团，可以分解

出璀璨的星点。到了环境更好的地方，如果目视就隐约能看见银河，这才是双筒大显身手的时候。银心（人马、天蝎座）附近有大量的星团、星云，双筒还可以看到银河中尘埃的明暗变化，简直是视觉盛宴一般的享受。此时可以观测球状星团，可以看见 M13、M2、M4 等常见目标，M8、M16、M17、M20 等银河中的星云。

寻找深空目标的方法：在星图中开启 M 天体选项，就会显示梅西叶星表中的深空星体，对照星图上的星座和亮星，确认目标的大致位置，有时候需要用到星桥法。星桥法，顾名思义就是利用已知的亮星之间连线搭桥，来寻找一些肉眼看不到的目标。

最著名的星桥法要数找北极星，北斗七星勺口的两颗星，延长 5 倍距离，就可以看见北极星。

下图：星桥法找北极星



找深空目标也比较类似，星图中选取能看见的亮星，根据相对位置，采用连线、延长线、直角连线、中点、垂线等几何方法，帮助快

速寻星。

另一种深空观测方法就是巡天。可以由一个目标开始，上下左右地移动望远镜，一个天区一个天区地搜寻天体，移动时应牢记移动的方位和距离，以便判断所找到的星体与初始坐标或附近亮星之间的相对位置，找到了星体后与星图作比较，来确定你看到的是哪一个目标。

四、使用双筒观天的阶段：

入门阶段：熟悉双筒的使用，认识 1-2 个当季的星座，认识 10 颗左右的亮星，认识火星、水星、金星、土星、木星等行星；

进阶阶段：熟悉 30 个左右的星座，认知主要星座的亮星，观测数十个深空星体，逐步不依赖于星图；

高手阶段：观测大部分梅西叶天体，和部分 NGC、IC、SH 天体，可以独立找到彗星等暗弱目标，基本不需要星图，对巡天有一定心得。

下图：部分梅西耶天体（摄影图片，实际目视比较暗淡且没色彩）



五、大双筒的优势：

大双筒的口径大、倍率高，有效倍率、分辨率、极限星等、集光力等指标均优于手持双筒，而且部分大双筒具有天顶镜的结构（天顶镜是让光路折射 45 或 90 度的棱镜或反射镜结构），更方便观测角度比较高的天顶附近（小双筒看天顶，专治颈椎病），观看深空天体的效果尤其明显。

下图：APM/裕众 100ED 大双筒（45 度）



第二章 经纬仪

一、经纬仪简介

之所以把经纬仪单独列一章，主要是为了与赤道仪加以区别。对于仅目视的爱好者来说，经纬仪在目视方面比赤道仪更加方便，其对应关系为：手动经纬仪比手动赤道仪简单方便，自动寻星（GOTO）经纬仪比自动寻星赤道仪方便。经纬仪操作简单，就是两个维度：水平的旋转和上下的俯仰，无需对极轴，只要放平就可以了。

但是，经纬仪相对于赤道仪，比较不适合深空摄影，会出现场旋的现象。所谓场旋，其原理就是赤道仪的赤经轴与天极轴平行，围绕

赤道坐标系进行跟踪，而经纬仪是围绕地平坐标系进行跟踪，与赤道坐标系存在夹角，因此经纬仪拍的第一张照片和第二张照片之间存在一定的旋转角度，如果按照深空处理技法叠加起来，则会出现重影、变形等场旋现象。此外，长时间的行星摄影，使用经纬仪也会出现场旋，只不过影响比较小，因此经纬仪还是支持行星摄影的。（道布森 DOB 系统的原理跟经纬仪类似）

下图：地平坐标系与赤道坐标系的夹角

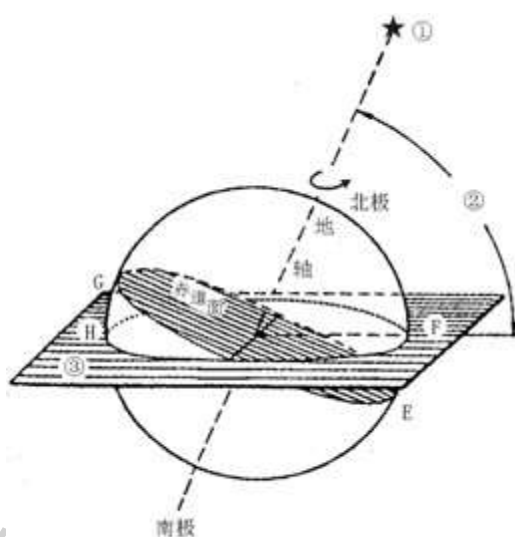


图 7-3

二、常见经纬仪介绍

常见的经纬仪有：AIM 经纬仪（手动），由 LXY 制造，是一种简单的依靠静摩擦力固定的经纬仪，该经纬仪做工精良、尺寸小巧，适合搭载 150mm 口径以内的牛反或 100 口径以内的折射望远镜，操作方式与相机云台比较类似。AIM 经纬仪没有微动，接驳普通相机三脚架，是便携的首选。

下图：AIM 经纬仪



晶华 Z2 经纬仪、天狼 TJ2（手动），在 LXY 经纬仪的功能上多了微动调节，可以对星体进行微调跟踪，在高倍观察时尤为有效，可以降低望远镜的抖动，便于跟踪目标，匹配的 1.5 寸钢制三脚架稳定性更高，可以承载更大的镜子。

下图：天狼 TJ2 经纬仪



裕众 SKYTEE 经纬仪（手动），一个比较奇特的经纬仪，可以搭载两台望远镜进行观看，或者在单侧搭载重型望远镜的同时，用另一侧保持平衡。

开信 ADVANCED GOTO、艾顿 MINI TOWER 等经纬仪，为计算机化 GOTO 经纬仪，可以通过控制手柄自动寻星、追星。

下图：开信 GOTO 经纬仪



星特朗 SE 系列经纬仪,经典的单叉臂经纬仪,具有 GOTO 功能,但是这个经纬仪适合镜身比较粗短的施卡、马卡镜,使用折射镜或者牛反的同好别买这个,看天顶不方便。米德单叉臂经纬仪与这个类似。(8SE 的便携极限可以使用一个登山包一个人携带)

下图: 星特朗 SE 经纬仪



星特朗 CPC 系列经纬仪,主要是星特朗施卡镜的标配,单独买不到,承载力很强,但是底盘沉重,搬动极为不便,该经纬仪可以搭载一个斜劈组件 WEDGE,变身为赤道仪。

三、经纬仪的使用方法

手动经纬仪的使用: 将望远镜的鸠尾板安装到经纬仪的鸠尾槽,大致让望远镜的重心落在鸠尾槽的位置,以免出现镜子固定不稳的情况。调整三脚架,使经纬仪尽量保持水平,然后调整经纬仪的松紧度,开始寻星观测即可。

GOTO 经纬仪的使用: 首先调好水平、安装好镜子,打开手柄,一般会让你输入你所在的时间地点,经度纬度,设置好以后开始做三

星校准，系统会让你选择当前天空中的亮星，选择其中一颗，经纬仪就会转动指向该星体，使用手柄的方向键调整，直到该星体位于目镜视野的中央，按下确认键，如此这般，把另外两颗星的校准也搞定，这样经纬仪的初始设置就完成了，接下来就是 GOTO，选择 GOTO 目标，望远镜就会自动找到该星并同时开始跟踪，流程完毕，开始你的星空旅程吧。（此状态下可以进行太阳、月亮、行星的跟踪拍摄）

第三章 德式赤道仪

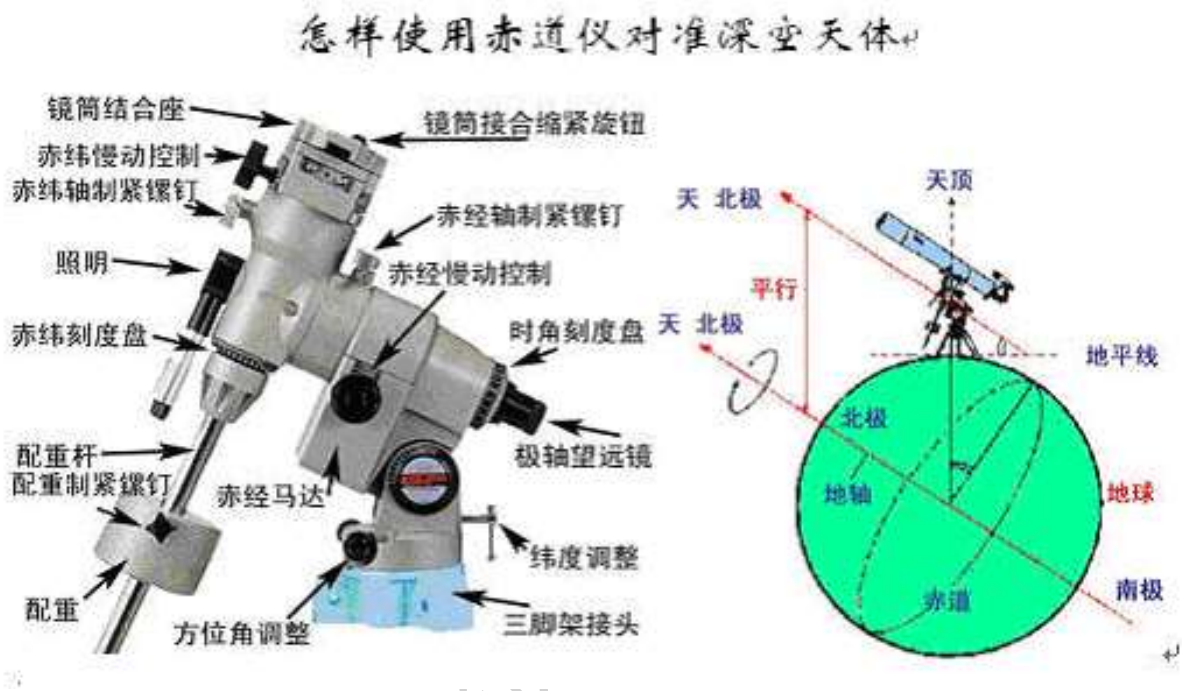
一、德式赤道仪简介

赤道仪部分，仅介绍德式赤道仪，包括德式赤道仪的变种——艾顿 ZEQ25、CEM60 赤道仪。另外的叉式、轭式等赤道仪，普通爱好者很难搞到，因此不予介绍。

德式赤道仪，是为了克服经纬仪的缺点而设计出来的，它的主要目的就是克服地球自转对观星的影响。地球自转的影响，想必很多地方介绍过了，简而言之，如果地球不自转，太阳和月亮就没有东升西落，但是地球自转了，星星在固定不变的望远镜里边也会移动，所以设计了赤道仪，跟踪星星的移动，这样目标就稳稳地在视野当中了。刚才在经纬仪的介绍中，提到的手动经纬仪，就需要微调来跟踪，赤道仪也需要跟踪，不过赤道仪的极轴跟地球极轴是平行的，因此，主要旋转赤经轴就可以实现跟踪，而不需要像经纬仪要频繁的调整水平垂直两个方向。

德式赤道仪最显著的特征是望远镜位于极轴的一侧，另一侧需要重锤来保持与主镜的平衡。详细结构见下图：

下图：德式赤道仪的结构



二、赤道仪的初始位置

由图可见，德式赤道仪的初始位置是重锤杆向下垂直地面，望远镜指向北天极（约等于北极星），保持三脚架水平，三脚架接头上（装上赤道仪本体前）有一颗凸出的螺丝对准北方，调节纬度调整螺杆，和方位角调整螺丝，在极轴镜中看见北极星，再按照极轴镜中的提示，将北极星放到正确（赤道仪说明书会给）的位置。

三、简单的对极轴方法

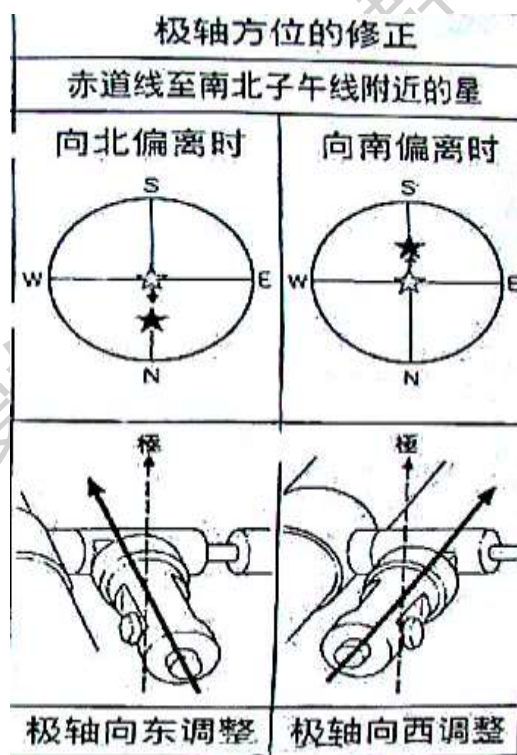
有人要问了，要是我看不到北极星呢？或者我在南阳台拍摄呢？

答案有的，可以使用漂移法。漂移法分两步，极轴方位角（水平方向的放置）的调整和高度角（俯仰）调整：

首先把赤道仪调整好水平，放置好初始位置，在主镜上装一个有十字丝的目镜，注意，打开赤道仪的跟踪功能。

方位角调整：操作赤道仪，把主镜对准一颗天顶附近，或者正南方高度比较高的亮星，放在目镜十字丝中间：

若星点出现南移，说明极轴偏东。（赤道仪方位角调整处）水平西移修正；若星点出现北移，说明极轴偏西。水平东移修正直到星点不发生偏移。



调整完方位角以后可以调整高度角，选一颗东方或者西方的亮星，放在十字丝中间：

如星点出现北移，说明仰角过高。（纬度调整处）降低仰角修正；如星点出现南移，说明仰角过低。增加仰角修正。

又有人说了，阳台视野狭小，东西方看不到星，怎么办？那就做 1/2 漂移法。先把赤道仪移动到北阳台（或者北面的楼道、窗口），利用北极星对好高度角，然后把赤道仪搬回南阳台，用南阳台的某颗亮星漂移，完成方位角的调整（无需再次调整高度角）。

学不会漂移法怎么办？办法：星特朗 AVX、CGEM 级别以上的赤道仪拥有 ALLSTAR 功能，可以帮助对极轴，在阳台也可以做到；艾顿赤道仪也有类似的功能，可以无需极轴镜来获得精确的极轴位置。

四、常见赤道仪介绍

国内普通爱好者常用的赤道仪，基本都为德式，按品牌可以这么划分：

信达，级别从低到高有 EQ3-D（小黑的标配，对极轴不方便，钢脚比铝脚稳固）、EQ3-W（比 EQ3-D 多极轴镜）、EQ3-PRO（比 EQ3-W 多了电跟、GOTO 手柄、导星）、HEQ5 跟踪版（比 HEQ5PRO 少了 GOTO 和导星）、HEQ5PRO（信达著名赤道仪，该品牌严格深空摄影的最低要求，同级别最重）、NEQ6（精度不错，载重比 HEQ5PRO 高，适合做 8-10 寸牛反的底盘）、AZEQ6（NEQ6 的升级，可以调整为经纬仪模式，有同时架设两架望远镜的能力）、EQ8（重型）。信达的优势：保有量大，比较稳定，经过了时间的考验，但是极轴镜等功能比较落后。

星特朗，EQ1（80EQ 的标配，晃）、CG4（同 EQ3-W）、CG5

(类似 HEQ5, 但精度稍差)、AVX (CG5 的升级改版, 具有独特 ALLSTAR 功能, 该品牌严格深空摄影的最低要求)、CGEM

(ALLSTAR, 略强于 NEQ6)、CGEM-DX (ALLSTAR, 比 CGEM 提高载重)、CGE-PRO (ALLSTAR, 重型)。星特朗的优势: 专利的 ALLSTAR 功能, 精度不输信达, 但是比信达略贵。

艾顿, SMARTEQ (便携的小型赤道仪)、ZEQ25 (与传统德式赤道仪有所区别, 该品牌严格深空摄影的最低要求, 同级别最轻便)、IEQ30 (德式赤道仪, 艾顿的型号 30 就代表载重 30 磅)、IEQ45(PRO) (载重 45 磅)、CEM60 (与传统德式赤道仪有所区别, 中央平衡设计, 具有码盘可以在意外断电后也不用归零) 艾顿的优势: 后起之秀, 对极轴方式简单方便, 轻自重、高载重, 但是毕竟是新的东西, 需要磨合。

以上三大品牌是价格、做工、精度都不错的品牌, 优先推荐。其他米德 (代表作 lxd75)、晶华 (代表作 je160je175)、博冠、开信、智通等品牌, 保有量比较小。另外有威信、高桥、ASA、LOSMANDY、派拉蒙等国外高端赤道仪, 属于土豪级别, 这类器材的拥有者基本不是新手, 不予介绍。

五、赤道仪的使用步骤 (以艾顿 ZEQ25 为例)

这里简单地将赤道仪的使用过程过一遍, 加深读者的记忆, 以 ZEQ25 为例, 其他型号的赤道仪有区别, 但大同小异。

- 1、三脚架水平放置, 突起处对准北方

-
- 2、赤道仪本体、重锤安装到位，高度角与所在地的纬度对应
 - 3、安装好主镜、寻星镜，调整好主镜与寻星镜（或指星笔）的同轴（两者指向同一颗星）（如果摄影，则要加上导星镜、相机、转接环、快门线、导星线等所有设备，在这里就要安装到位）
 - 4、松开赤经轴，调整平衡（重锤上下移动，做到两边像天平一般平衡），锁定赤经轴
 - 5、松开赤纬轴，调整平衡（主镜前后移动），锁定赤纬轴，调平衡完成
 - 6、接通电源，设定好所在地经纬度、时区（如果手柄提示GPSOK，系统会自动获取，通电的步骤也可以提前）
 - 7、根据手柄中的极轴星位置提示，对准北极星观看极轴镜，将北极星放置到对应的位置，对极轴完成
 - 8、进行一星校准或三星校准（我通常做一星，够用），当校准星位于望远镜视野中心，别忘记按 ENTER 键确认一下，校准完了GOTO 就会变得准确
 - 9、GOTO 到目标，观测（如果是摄影，那么先导星，导星曲线稳定了开始拍摄）

下图：ZEQ25 赤道仪+65QAPO



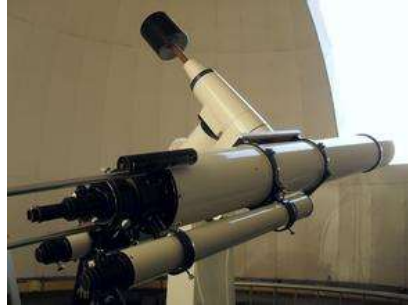
六、常见的一些问题

中天（深空摄影时用）：中天是德式赤道仪具有的一种现象，简单的来说，当望远镜指向不在中天位置（正南/北方这一条赤经轴线）时，通常是主镜高于赤道仪，例如看东方目标，主镜比较高且指向东方，重锤比较低，随着跟踪渐渐到了中天位置，主镜跟重锤一样高，过了中天，则重锤在上、主镜在下了。一旦过了中天，德式赤道仪的继续跟踪精度会下降，因此过了中天以后要重新指向目标一遍，翻转到另一边还是主镜高、重锤低的状态（有 GOTO 的赤道仪可以重新 GOTO 或者中天自动翻转）

下图：没过中天的赤道仪



下图：过(完)中天的赤道仪



打腿：由于德式赤道仪的结构所限，在某些角度由于主镜镜身比较长，会磕碰到赤道仪的三脚架，甚至卡顿、停止，严重时还会烧坏赤道仪的电机。虽然大多数赤道仪在打腿时候会强行停止，但打腿不但使得观测停止，还对赤道仪多少有点损伤，因此要尽量避免打腿。避免方法：尽量不过中天继续跟踪，或将三脚架更换为立柱（立柱占空间小，不容易打腿）

下图：上海 WFT 制作的斧头帮立柱



平衡问题：平衡没有做好，容易影响赤道仪精度，严重不平衡的时候赤道仪转不动，甚至损害电机、磨损齿轮，因此平衡问题至关重要，艾顿的平衡尤其敏感，信达/星特朗的没那么敏感，但不代表不重要。

重锤不够：主镜太重，原装重锤不够的时候可以增加重锤，或者买一根配套的延长杆。延长杆是最佳选择，延长了力臂达到平衡，

又很少增加整套系统的重量。

仰角、方位角调整：多数赤道仪仰角、方位角调整的螺丝是两颗相对的螺丝，只有一颗拧松、一颗拧紧这样才能调整，如果碰到拧不动，需要提前把对面的螺丝松开“让位置”。本地就有同好碰到强拧灰飞烟灭的悲剧结果，拧断螺丝而返厂。

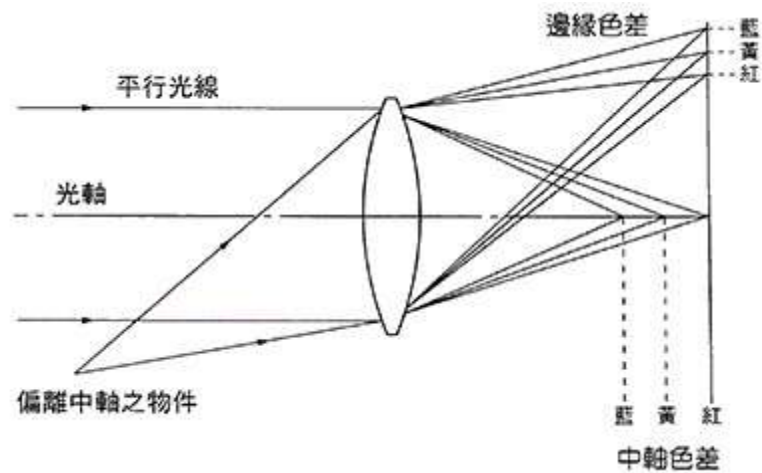
第四章 单筒望远镜（折射式）

一、整体介绍

介绍完底盘，接下来介绍折射式天文望远镜。伽利略发明的望远镜就是折射式，通常由物镜组（一片至多片）+目镜组（多片）+天顶镜（45-90 度的反射镜或者棱镜，便于观看天顶）+平场镜（深空摄影专用，可以消除视场边缘的畸变）等组成。

色差的解释：由于光学玻璃对光线中各种颜色的折射率不同，折射后各色光线不是重合的，因此形成了离散的二级光谱，用普通望远镜观看反差比较大的目标，有红绿色边缘，或紫边，这就是色差，在深空摄影上更明显。

下图：色差原理图



下图：普消望远镜拍摄的深空，色差紫边明显(星点变成紫色)



下图：牛反拍摄的 M42（当然这两张照片拍摄水平不一样,但这不是重点,下图的星点几乎没有色差，APO 也可以做到）



折射的类型有普消（普通消色差，通常要做到 F9 左右色差控

制才会比较好，F6 以下的不推荐，普消还分为胶合主镜和空气分离主镜，分离主镜相对好一些）、ED（镜头组中使用了一片低色散玻璃，消色差能力更强）、APO（复消色差结构，是折射镜中精度最高、消色差能力最强的，常见的 APO 中有一片日本小原 51 或 53 牌号的低色散玻璃，或者肖特低色散玻璃，更高级的型号采用了天然或者人工萤石）。按价格，普消 < ED < APO (51) < APO (53) < APO（萤石），按使用效果则相反，越贵的越好（这不废话嘛）。

二、目视折射镜

口径至少 80，焦比在 F7-F11 之间，F9 左右比较平衡，优点就是使用方便，指哪打哪，色差控制优良，锐度高，适用性广，基本不需要调整光轴，适合入门目视党。缺点：折射镜焦比长，镜筒往往做的比较长，携带不是很方便，同样价格买折射口径比牛反小，ED 和 APO 价格比较高。

下图：信达 100ED 折射镜



下图：号称入门神镜的星特朗 80EQ



三、摄影折射镜：

推荐从 APO 起步，不论加工精度、消色差能力、镜筒机械结构、成像质量均属于折射中的佼佼者，对于要求严苛的天文摄影来说，使用 APO 是相对严谨的，也是折腾最少的一条路。

常见摄影 APO：

锐星的 65Q、80APO、CF90、100Q、AL106、107PH、AL130 等，AL 代表铝制镜筒，CF 代表碳纤维镜筒，Q 则代表内置平场镜结构。（包括其代工品牌 AT、SV 等，品质基本一样）

裕众的 80APO、90APO，70SA（内置平场镜）等；

晶华/ES 的 80APO 等；

信达黑钻、龙鹏系列 APO；

TeleVue（美国）、TAKAHASHI（高桥）、APM/TMB（德国）、LZOS（俄罗斯）、VIXEN、PENTAX 等也是 APO 大厂，做工精良，但价格也比较土豪，这里不介绍。









APO 的选择，带有 53 玻璃或更高级别的为佳，内置平场镜的比外接平场镜的要方便。

下图：锐星 CF90-II 碳纤维 APO



成像圈：很容易被忽视的一个问题。各种望远镜在焦点都会投射一个圆形的成像面，成像面的大小应与摄影终端的面积相匹配（例如全画幅比 APS 大）

下图：传感器画幅对比图

感光元件	规格	尺寸
	全画幅	36 x 24 mm
 	APS-C	23.7 x 15.6 mm 22.5 x 15.0 mm
	Foveon X3	20.7 x 13.8 mm
	4/3英寸系统	17.8 x 13.4 mm
	2/3 英寸	8.8 x 6.6 mm
	1/1.8 英寸	7.18 x 5.32 mm
	1/2.5 英寸	5.38 x 4.39 mm

上图可见，如果望远镜成像圈只能支持 APS，那么搭配上全画幅的相机，拍摄就会出现暗角，照片四周一圈是无效区域，拍出来四角发暗，甚至不成像。

因此，选择 APO 时，应考虑到相机画幅与镜头的最佳成像圈相匹配，例如 65Q 就没法完美支持全画幅但 70SA 可以。

焦比：焦比就是镜头焦距与口径的比例，例如 150/750 的望远镜，口径 150，焦距 750，焦比就是 F5。焦比越大，同样口径获得的焦距越长，对于需要高倍数的行星观测就更有利。焦比越小，同口径前提下焦距就越短，这样的望远镜成像亮度更高，应用于目视可以便于观看亮度低的深空天体，应用于摄影，小焦比的摄影速度更快。举个例子，星特朗施卡的焦比是 F10，可以通过一个 FASTAR 系统将焦比减少到 F2，F2 曝光 30 秒的照片亮度可以比得上 F10 下面的 10 分钟效果，但是当然，F2 拍出来的目标要比 F10 在照片上小的多。

后截距：深空摄影中用到的概念，通常说的的是一个平场镜（或改正镜等）最后一片镜片到成像焦平面的距离，相机 CCD 刚好在这个距离拍照清晰，小于或者大于这个距离，可能会出现变形、模糊等情况。

深空摄影对焦方法：入门者（单反）可以使用鱼骨板或放大对焦，鱼骨板可以找相关教程，放大对焦就是需要用到相机的 liveview 功能，连接主镜后对准天空最亮的星点，粗调焦距到相机屏幕中看到这个星点，然后把显示比例放大到最大（别忘记调整位置，使得星点始终在屏幕范围内），进行第二次精细调焦，调到星点最为细小，取消 liveview，调焦完成，可以拍摄了，拍摄过程中不要碰调焦座（一般 APO 挂单反时候调焦完成不要试图锁定调焦锁，往往

会造成偏移失焦)。该方法也可以用于牛反、镜头(星野)等场合。

下图：鱼骨板对焦法图例



深空摄影简单的构图：找到深空目标以后不要急着开拍，而是首先要构图。对于比较亮的目标，开高 ISO 曝光 10-20 秒钟通常可以看见目标的影子，然后将目标移动到视野中心，开始正式拍摄。对于暗弱目标，甚至需要曝光几分钟才看见，构图往往需要反复调整，直到目标出现在中心位置。

折射镜(行星摄影)用多少倍率的增倍镜？ 折射镜通常 F6-F7，有些是 F9，用 3X 增倍镜最合适。

第五章 单筒望远镜（反射式）

一、反射式望远镜简介

反射式望远镜，主要部件是一个球面或者抛物面的凹面镜，较早的牛顿式反射镜，由凹面反射镜及平面副镜组成，后来衍生出马克苏托夫-牛顿、施密特-牛顿、施密特望远镜、施密特-卡塞格林、

经典卡塞格林、RC 等不同的结构。

下图：反射式 12 寸 RC 望远镜



普通爱好者用的最多的就是牛反结构，造价低廉、没有色差、单位价格可以获得最大的口径，集光力、分辨率等指标均很出色，但是牛反也有缺点，体积较大、重量重、目镜位置位于侧面使用习惯不方便、光轴比较敏感需要调整、镀膜容易被氧化（这是个误解早期的牛反有，现在的牛反镀膜经过处理，用个 10 年都没问题）、怕风（牛大招风）等。

牛反通常分为球面和抛物面的主镜。球面镜存在球差，当焦比达到 F9，可以有效抑制球差，但当焦比小于 F9，有些球面镜甚至达到了 F5，那么就会影响观测。抛物面镜则修正了球差，但由于抛物面的磨制比球面技术难度大，因此抛物面主镜价格比较高。一般天文望远镜，应该选用抛物面作为最低标准，球面镜目前已淘汰（凤凰、博冠等一些品牌仍在使用的球面镜）。

二、常见牛反望远镜

信达 skywatcher，之所以将信达排在第一位，就是因为信达保

有量大、出品的牛反几乎都是抛物面镜、主镜加工精度合格、价格适中、作品众多。信达牛反有 130/650（小小黑，小小黑摄影版）、150/750（小黑、小黑摄影版）、200/800、200/1000（大黑）、254/1000、254/1250（老黑），还有光阑版、线性调焦版、碳桶版的 200/800。信达的全系列均可以作为行星、深空、目视的主镜。

下图：经典入门牛反信达小黑



星特朗，与信达牛反同一个厂家，产品类似但比较低端，例如 130EQ、150 等，基本是入门者在使用。

晶华/ES，也生产抛物面牛反，使用者不多（但是都教授用的是晶华牛反）。

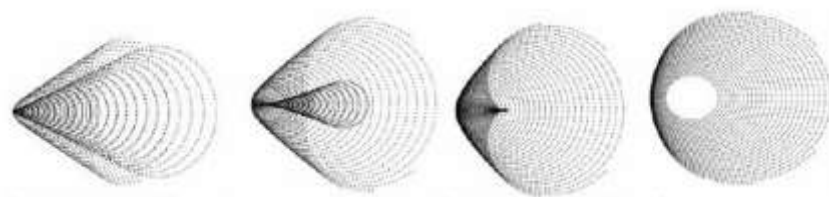
振旺 ZWO（王师傅），是磨镜师傅王珍煦的作品，精度还比较高，F4-F6 左右的比较常见，可以单独购买 DIY，或者购买成品主镜，产品有桁架结构的 200、254、300 等，还有最近推出的 150/600 碳桶版本。

其他 ASA、高桥、AT 等也有牛反，暂无介绍。

三、牛反常见问题

彗差与 MPCC: 牛反成像存在彗差，边缘的星点会离散，呈现彗星一般的形状。而 MPCC（彗差改正镜）则设计用来消除彗差。由于牛反有 F4、F5 等较多的焦比，因此选择 MPCC 应该与主镜的焦比相匹配，否则效果不好，另外 MPCC 要注意后截距的问题，还有长度较长的 MPCC（信达二代、TV 二代）有可能在合焦的情况下还深入主镜一定距离，会对成像的星点造成一定影响。行星摄影和要求不高的目视，可以不配 MPCC。

下图：彗差模拟图



光轴调整: 牛反的光轴调整其实并不可怕。调整牛反光轴需要一个道具：加长版光轴校准目镜。

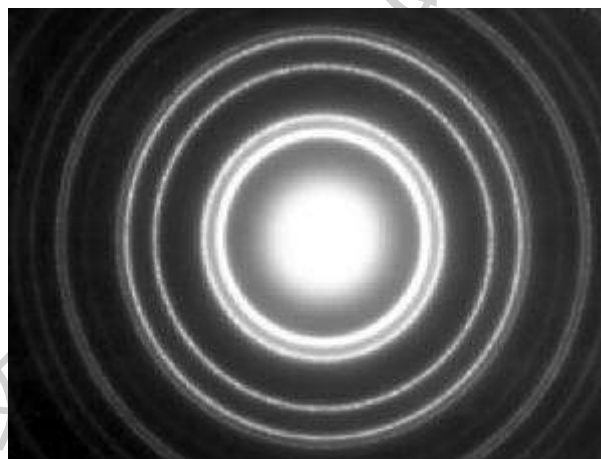
下图：加长光轴校准目镜



有了这目镜以后，参考网上的教程，先调整副镜位置（拧动副镜背面的三颗调节螺丝，注意慢慢拧，防止偏离程度太大），使主镜中央的标记在十字丝中间；再调整主镜屁股上的三颗螺丝，使主

镜标记、校准目镜在主镜上的投影、十字丝三者完全重合，这样就完成了初步的校准。接下来用星点校准主镜，在天气比较好的时候，主镜指向一颗星并合焦，目镜使用最高倍的，有条件的还可以加上巴罗，或者可以用 QHY5 之类的摄像头代替目镜来成像。然后从合焦位置稍稍偏离焦点（散焦），此时如果光轴不正，你就可以看到星点在中间，周围有一圈圈的散焦光斑，但是光斑并不是同心圆，而是有一定的偏离。此时微调主镜屁股的三个螺丝，使得光斑变成一个尽量标准的同心圆，然后固定好主镜的光轴调整螺丝（注意不能拧过紧，可能造成主镜受压变形）这样就完成了牛反的光轴校准。

下图：衍射环（同心圆代表光轴正）



下图：主镜光轴调整螺丝（瘦的三颗是固定螺丝不是调整螺丝）



消光：一般牛反镜筒内侧虽然使用了消光漆，但实际消光效果

并不完美，做好消光，可以提高反差、蜘蛛架（副镜十字支架）的消光可以减少过大的星芒。可以选用带背胶的高级黑植绒，剪成条状，仔细贴好牛反的内表面，完成消光。

防风：牛反一般在 5 级以上风力的时候，不采取防风措施无法进行深空拍摄作业。关于风力等级的简单判定方法：

0 级静风，风平浪静，烟往上冲。

1 级软风，烟示方向，斜指天空。

2 级轻风，人有感觉，树叶微动。

3 级微风，树叶摇动，旗展风中。

4 级和风，灰尘四起，纸片风送。

5 级清风，塘水起波，小树摇动。

6 级强风，举伞困难，电线嗡嗡。

7 级疾风，迎风难行，大树鞠躬。

8 级大风，折断树枝，江湖浪猛。

9 级烈风，屋顶受损，吹毁烟囱。

解决方法：寻找有围墙的地方、有挡风障碍物的地方、或者使用天文帐篷。风力较大时候，甚至不出动牛反，改用其他小体积主镜。

下图：天文帐篷



我应该买多大的牛反？是不是越大越清楚，放大倍率越高，这样的**好**？不是。牛反的体积比较大，10 寸牛反有 1.2 米长、近 30 厘米粗，10 多公斤重量，女生、小个子、爬楼梯的都吃不消长期使用，购买牛反，首先要考虑平时观测是否方便、是否有车，如果不具备条件，那么 150 或 200（F4）左右的牛反是最佳选择。虽然大口径牛反集光力很强，但如果不经常使用或者没有好环境使用也失去了意义。

如果我有条件，牛反的威力有多强？大口径牛反是深空利器，10 寸以上在环境好的地方可以看见 M20 三叶星云的裂缝、M33 星系的旋臂、M13 等球状星团的恒星也可以一颗颗分解开来，非常震撼。但是对环境的要求，至少要目视银河，而且高山为佳。

小黑够用吗？会不会不够大？不是，小黑深空、行星有很多佳作，不过需要选择好的赤道仪，并且熟悉牛反的使用，150 口径在很多方面是够用的。

牛反（行星摄影）适合多大的增倍镜？由于牛反通常是 F4 或者 F5，而行星拍摄 F20-30 左右在大多数地方适合，因此牛反用户应该购买 5X 增倍镜，作为行星拍摄的首选。天气不好的地方，可以用 3X。

四、特殊的牛反——DOB

由美国著名天文科普活动家约翰·道布森（John Dobson）于 1950 年代开始设计制作的一种牛反望远镜，是地平式的变种。由于牛反重心位于主镜处，另外加大口径造成目镜位置过高，因此把主镜降低到靠近地面的地方，取消赤道仪改成类似经纬仪的模式。

下图：信达 10 寸 DOB



DOB 是大口径望远镜的廉价解决方案，并且相对便携（同样口径），花几千元就可以买到 10 寸口径的镜子，凭借其大口径成为行星和深空观测的利器。

下图：深圳同好坐照使用 DOB10 拍摄的土星



第六章 单筒望远镜（折反射式）

一、折反射镜

折反射式是为了改良反射镜的一些不便之处而设计的望远镜，常见的有施密特-卡塞格林（施卡）、马克苏托夫-卡塞格林（马卡）、马克苏托夫-牛顿（马牛）等，本文介绍施卡和马卡。

二、施卡

施卡镜是各类常见光学结构中，同等口径最为短小、最为轻便的望远镜，主镜位于望远镜底部，是球面反射镜，望远镜前端有一块精细研磨的施密特改正镜，光线通过改正镜到达主镜后，反射回改正镜上面固定的副镜，第二次反射到目镜处成像。因此光路相当于折叠了好几次，主镜可以做的很短小。

下图：星特朗施卡镜 8SE



施卡的主要用途：目视、行星摄影。施卡虽然可以用于深空摄影，但是由于施卡的焦距太长（1000mm 以上），不是很适合新手进行深空拍摄。

8 寸的施卡就拥有 2000mm 的长焦距，因此行星观测、星团观测是施卡的拿手好戏。

常见施卡有星特朗 C8、C9.25、C11、C14，米德 8 寸等，这两个牌子差不多。

下图：8 寸施卡拍摄的木星（老莫作品）



三、马卡

马卡的光学结构与施卡类似，就是将施密特改正镜换成马克苏

托夫的弯月形改正镜，但是弯月镜比较厚，因此同口径马卡比施卡重，但由于马卡的副镜比较小，遮挡光路少，因此同口径马卡的锐度比施卡更高。

马卡焦比通常是 F12-15，用途为观看小面积星体、行星，尤其行星是马卡的强项。

常见马卡有星特朗 127SLT(带 GOTO 经纬仪)、信达 127、150、180、博冠 90、150 等，马卡口径至少要 127 才比较好，180 马卡的重量很重，需要有相匹配的重型赤道仪。

下图：水犹寒使用 150 口径马卡拍摄的土星



下图：博冠 150 马卡（只推荐主镜，不推荐原装赤道仪）



四、常见问题

光轴：施卡、马卡都需要矫正光轴，施卡的光轴校准机构在副镜上，副镜上面有三个螺丝，小心调整这三个螺丝，使得星点在目镜端的光斑变成同心圆即可。马卡的调整机构在主镜这一端，方法也类似。

下图：施卡的光轴调整螺丝（副镜盖上三个圆的螺丝）



消光：原装施卡的消光效果比较一般，内壁还是有反光现象，可以购置消光绒，剪成条状，拆开改正镜（上图主镜周围有一圈塑料垫圈，垂直于主镜的螺丝可拧开，务必小心），把主镜内壁、还有中央的圆筒内外贴上消光绒，然后按原位置放回主镜（镜筒上有标记）。

下图：没有消光的施卡，内壁反光



调焦：施卡原装单速调焦，拍摄行星时候不是很方便，可以选择羽毛调焦（美帝产品，比较贵但是好用，施卡用的分内调和外调两种），来实现精细调焦。

下图：我的 APO、牛反与施卡合影（施卡上装的羽毛调焦）



HD 施卡和普通版本的区别：HD 版本的改进有几个，增加了散热孔，可以让施卡尽快达到热平衡，减少镜筒内气流扰动对图像质量的影响；增加了主镜锁，减少因为内调焦造成的主镜移位而带来的画质下降；增加了平场镜，改善了深空拍摄时候像场边缘的画质。其他并无本质区别。

施卡（行星摄影）适合多少倍数的增倍镜？施卡原生焦比是 F10，天气（主要是透明度、视宁度等）一般时，用 2X 比较合适，天气很好，可以用 3X，5X 一般不建议用。

施卡看深空，放大倍率太高怎么办？可以选择 PL40mm 目镜，或者 GSO 的 50mm 目镜，或者选用 0.64X 的减焦镜（仅用于目视），可以有效增加视场角度。

马卡可以拍摄深空吗？可以。但是普通马卡的成像圈比较小，拍摄出来周围有暗角，另外马卡焦比大、焦距长，导星会比较困难。

马卡（行星摄影）用多少倍数的增倍镜？马卡适合 2X。

第七章 常见入门目镜

作为目视党，目镜必不可少，而且非常重要。简单介绍一下入门的目镜，经典目镜有冉斯登、凯尔纳、惠更斯等结构，现在不太常见，比较入门的目镜就是普罗素目镜。

普罗素（PL）：4mm-40mm，价格低廉，光学优良，锐度高，但是视场比较窄小，PL40 之类的长焦目镜出瞳（肉眼成像）距离长，使用舒适度一般。

阿贝无畸变目镜（OR）：无畸变，锐度和反差高，视场比 PL 更小，适合短焦目视行星，舒适度一般。

PLANO 目镜：有定焦和变焦的，视场通常有 60 多度，观测舒适，光学素质较好，该系列目镜中以中长焦为佳。

WA 目镜：宽视角目镜，比 PL 的视野大，价格比较便宜。

UW 目镜：星特朗和 ORION（实际等于星特朗）有该系列目镜，66 度视角，观看还算舒适，但是除了中心区域，边缘区域的视场畸变很大。

SWA 目镜：视场达到 70 度，有裕众、博冠等品牌，其中裕众的还采用了旋升眼罩观测舒适。这个目镜的色差比较大，买长焦为宜，适合看深空。

ES82 度系列目镜：600 元以下目镜中的佼佼者，视场极广，要转动眼球才能看见全部视野，锐度较高，反差一般，适合行星、深空，但是也有一定的畸变。（星特朗 82 度基本类似）

ES68 度系列目镜：像场比较平，光学素质高，观看舒服。

TMB 目镜：常见的 100 多元山寨货，基本都带有内置巴罗结构，色差、畸变均有，但是在这个价位里面算不错，旋升眼罩，观测舒适，适合行星。

TMB 目镜（正品）、TV 目镜、高桥、猫头鹰、蔡司、KOWA、莱卡、施华洛世奇目镜：比较高端，新手拥有比较少。

目镜的个人体会因素比较大，跟主镜素质和环境因素也直接相关，基本上属于一分钱一分货，因此不多介绍，更多的需要自己体会。

第八章 拍摄终端

拍摄终端，常见的有单反相机（APS 和全画幅）、数码相机（少见）、冷冻 CCD（深空专用，高端设备，分为黑白和彩色）、行星

摄像头（一般是 CMOS，作用还有导星）、微单等。

本文仅简单介绍终端的使用大概，软件和后期处理没有涉及，需要自行查阅资料。

一、单反相机（同微单、单电）

主要介绍深空拍摄。佳能、尼康、索尼、宾得等常见单反均可拍摄深空，或者拍摄月面。单反拍摄深空，除了准备足够的电池（至少两块）之外，还需要一根定时快门线（普通不定时快门线不推荐）。

赤道仪、主镜就绪，单反对焦完毕、导星就绪，就可以对着目标拍摄深空照片（亮场）了，根据所在地光害情况，以照片整体不泛白为最低要求（光害越大的地方，ISO 开的越低、曝光时间也要相应降低）。一般深空拍摄，ISO 不超过 800，彗星之类的需要跟时间赛跑的，或者高感特别强的单反，可以开到 1600。单张拍摄时间，环境好的地方可以达到 5-10 分钟，甚至更长。

对于 M42、M8、M31 这类中心很明亮的目标，单张时间长的照片要拍一组，半分钟、1 分钟曝光的也要拍一组，到时候用 HDR 技巧处理，防止中心部分因为过曝而失去细节。

此外，还需要拍摄暗场（为了去掉相机固有的噪点和坏点）。暗场的 ISO、快门参数跟亮场相同，区别就是暗场是盖镜头盖拍的，一般暗场简单一点可以拍 6 张。拍摄暗场最好在拍摄完亮场后就当场完成，因为单反的噪点跟温度有关，相同的温度，暗场就越准确。

有条件的还需要拍摄平场（为了去除照片亮度不均匀还有相机

CMOS、镜头上的灰尘影响), 没时间拍摄平场的, 可以尝试 PIX LE 软件的人工平场。

拍完暗场亮场平场以后, 一组基本的深空图像就到位了, 使用 DSS、MDL、CCDSTACK 等软件完成叠加, 后期处理, 出图。

适合天文的单反: 近年来出现的绝大多数型号都可以适用, 常见型号有宾得 K5 及以上、尼康 D5100 及以上、佳能 450D 级以上, 索尼单反及微单, 等等。

关于改机: 普通单反 CMOS 前面的滤镜除了隔绝红外线, 还隔绝了 H α 等天文目标发射的谱线, 这样一来对于发射星云等目标, 未改机单反的效果就不太明显。改机针对这一缺点, 去掉原装滤镜, 安装一片红外截止滤镜回去 (或其他滤镜), 单反就能更大限度的获取来自遥远星体的光线信号, 从而增强效果。改机对于巴纳德环、马头星云、猎户座星云等目标具有较好的效果。但是改机有较大的缺点就是改机以后白平衡会发生变化, 改完以后不方便进行日常拍摄, 需要配置专门的 OWB 滤镜来还原相机正常功能, 因此改机请慎重考虑, 最好专门用一台单反来改机。

下图: 未改机拍摄发射星云 M8



下图：改机拍摄发射星云 M8



下图：改机后、前的日常拍摄白平衡变化示意图



二、冷冻 CCD

冷冻 CCD 采用高量子效率 (QE)、低噪声的 CCD，加入半导体制冷片而开发的天文专业相机。冷冻 CCD 可以降温 20-50 度，即使是夏天也降到很低的温度，将热噪声大大降低，因此拍摄出来

的照片背景相当纯净,并且有更高的图像层次在后期处理具有优势。冷冻 CCD 的画幅有各种大小,配合不同的主镜适合拍不同的目标,因此土豪朋友即使喜欢冷冻 CCD,也不要贸然购买。

黑白冷冻 CCD: 可以用 LRGB (分别对应亮度、红、绿、蓝四个通道) 滤镜分别拍摄各通道的信息,再用软件合成彩色,更可以配合 Ha、Sii、Oiii、Hb 等窄带滤镜,来增强反差。窄带滤镜能够极大程度上对抗城市光害,天气好的时候甚至在大城市的市中心也可以实现拍摄。窄带滤镜主要针对发射星云等目标,对于星系、星团等连续光谱的目标不适用 (LRGB 适用)。

下图: 黑白冷冻 CCD QHY9M



窄带滤镜: 窄带是针对宽带而言的,窄带滤镜就是在某一个特定的波长可以透过光线的滤镜,其他不需要的波段基本截止,从而避免杂光干扰,避免城市里的汞灯、钠灯、天光等光害影响。

常见的窄带波段有: Hb (486nm), OIII (496nm、501nm), Ha (656nm) 以及 SII (672nm)。

下图: 使用窄带滤镜拍摄的马头星云



彩色冷冻 CCD：彩色的比较方便，不需要加滤镜即可拍摄出彩色照片，但是彩色冷冻 CCD 除了 QE 比较低之外，对环境也比较挑剔（彩色不适合配合窄带，因此没有大杀器窄带的辅助），适合环境比较好的朋友使用，或者作为拍摄 RGB 通道，与黑白 CCD 拍摄的 L 通道进行合成（借色）。

冷冻 CCD 主要品牌有：QHY、SBIG、ATIK 等，还有一些土豪级别的，QHY 是国产的，相对物美价廉。

三、行星摄像头

最廉价的行星摄像头，可以用视频聊天的家用摄像头改装。但入门还是推荐 QHY5ii 系列和 ASI120 系列。因为摄像头价格不贵，上述两系列 1000 多元就可以买到，而性能却是 1000 元以下其他型号望尘莫及的。

彩色：QHY5L-2-C、QHY5P-C、ASI120MC

黑白：QHY5L-2-M、QHY5-2、ASI120MM、ASI120MM-S

下图：ASI120MM 黑白行星摄像头（可导星）



彩色和黑白的均可以**导星**（用摄像头连接导星镜对准目标，一旦出现偏差就自动校正，可以修正赤道仪的误差 PE），而且新款的都带有 ST4 独立导星接口比较方便。但是以导星为主的话还是推荐黑白的，灵敏度比较高。

行星拍摄，使用彩色的无需滤镜可以直接拍摄，黑白摄像头需要购买 LRGB 滤镜还有滤镜轮，拍摄以后合成彩色图片，但是最终拍摄效果，黑白的要略强于彩色。行星拍摄软件有 EZP（QHY）、SHARPCAP、FIRECAPTURE 等等。

下图：国外爱好者使用摄像头+望远镜拍摄的高水平火星



深空拍摄，摄像头也可以客串，曝光时间不宜太长，5-20 秒左右最多，多张叠加（通常要数百张），可以玩玩。

第九章 星野赤道仪

星野赤道仪，顾名思义是进行星野摄影的小型赤道仪。星野摄影主要指利用广角镜头和单反相机，进行银河或其他广域天区的拍摄，多数是具有地面背景和广阔星空的美丽图片。

下图：星野摄影佳作



星野摄影对器材要求比较简单，通常有单反、广角镜头、三脚架、定时快门线就可以进行拍摄，而有了星野赤道仪，跟踪曝光时间可以延长到几分钟，甚至十几分钟，这样不但可以拍摄出更暗弱的细节，甚至部分星野赤道仪可以支持 200mm 左右的镜头，拍摄一些细节更丰富的广域深空。

星野赤道仪的载重往往在 3-5 公斤以内，正好承载一个相机+镜头，往往是单轴跟踪设计，仅有赤经轴没有赤纬轴，对准极轴以后，使用云台构图即可进行拍摄，非常简单方便。但是，星野摄影对环境的要求比较高，通常能目视银河、又有比较漂亮的地景的地方，适合星野创作。

常见的星野赤道仪有：

威信 polarie（便携卡片星野）、GP（小型化的德式赤道仪）系列；晶华 JE120（小型化的德式赤道仪）；艾顿 SkyTracker（便携卡片星野）、SkyGuider（大载重高精度可导星）、SmartEQ（有 GOTO 功能可导星）、信达大星野（大载重高精度可导星）、哈雷星野（DIY 精品）、剪刀脚（机械式高精度赤道仪）等等，以上罗列的星野赤

道仪，在规定范围内使用，均可拍摄出令人满意的照片，排名不分先后。

下图：威信卡片式星野赤道仪



第十章 行星摄影

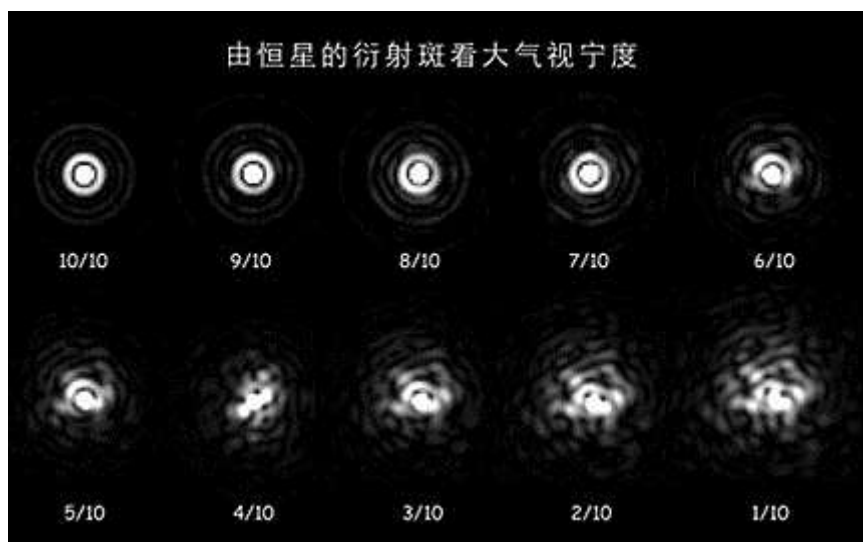
一、行星摄影简介

行星拍摄可以在市区进行，光害影响较小，因此非常适合新手入门，也可以掌握寻星、校准、赤道仪操作、软件操作等技能，为以后去郊外进行深空拍摄打好基础。通常采用视频叠加拍摄行星，需要跟踪性能良好的赤道仪、经纬仪+合适的主镜+增倍镜（巴罗），最好是具有自动跟踪功能。

二、行星摄影的基本方法

行星摄影相对深空摄影，从器材配置到实战操作均比较简单。但是并不意味着能够很轻易的拍出令人满意的行星照片，因为行星拍摄一个很重要的因素，就是环境，包括视宁度（大气稳定度）和视净度（大气透明度）。

下图：从星点衍射斑判断视宁度的水平



从图中可以看到，视宁度不佳时，空气的扰动严重影响目标成像，甚至看不出目标的本来面目。因此，行星摄影贵在坚持，抓住天气好的时间反复拍摄，终有遇到好视宁度的一天。新手一次两次，甚至一个月两个月没拍好，不总是代表你的水平不够，坚持拍摄会有惊喜。

行星拍摄的准备工作的比较简单，先把主镜、赤道仪搬到适合拍摄的空地或阳台，安装设备并完成极轴校准和目标校准，调整好主镜的光轴（牛反和施卡尤为重要），调整好寻星镜与主镜的同轴，并在主镜中用低倍目镜找到目标，然后换上高倍目镜，让行星处在视场的中央。

下一步，取下目镜，将连接好软件的行星摄像头安装到目镜接口，并调整至合焦状态（一开始要把曝光时间、灵敏度等指标调略高些，方便找到目标），调整好白平衡和曝光参数，并拍摄好暗场。之后就是正式拍摄了，如果发现行星在视频中的位置发生位移，此时可以用赤道仪或经纬仪的手柄方向键将行星纠正回屏幕中心。

行星拍摄软件通常拍摄出来的是 AVI 等格式的视频，比较占

硬盘空间,拍摄日面、月面时候用较大分辨率,拍摄其他行星时候,适当降低分辨率不但节省硬盘空间,还可以提高每秒拍摄的帧率,并且图像质量也并不会下降。

拍摄完视频之后,用 REGISTAX 或 ASI2 等视频叠加软件处理、锐化调整得到最终图片,自转比较快的木星等,可以用 WINJUPOS 等软件辅助。

三、常见行星拍摄目标

太阳: 太阳属于比较特殊的行星,观测、拍摄太阳有专用的减光设备,否则**绝不能直接拿望远镜对准太阳**,会造成失明或烧毁器材的后果。另外,观测结束后应将望远镜及时收纳,防止因阳光长时间聚焦发热而造成事故。

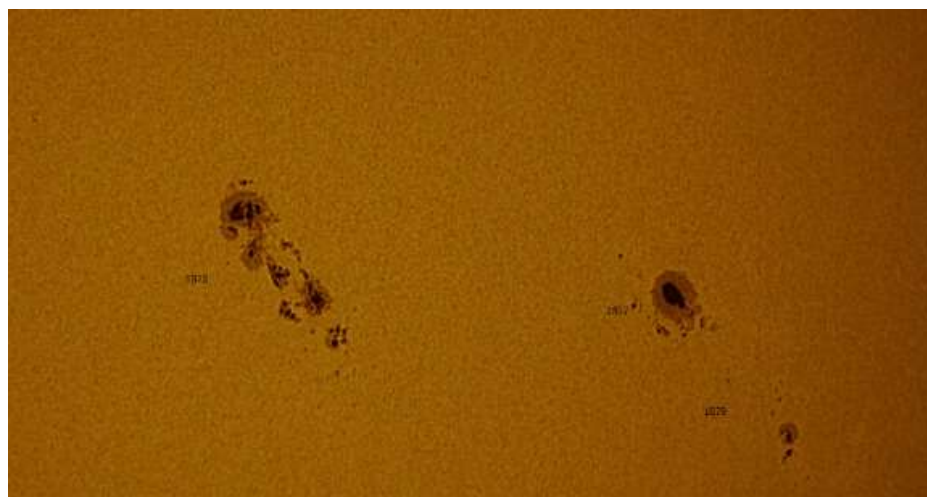
太阳的观测只要天气晴朗均可进行,可选用的器材有常见的折射、反射、折反射望远镜等,目前比较通用的减光措施就是巴德膜,巴德膜分为目视和摄影的两种,透光强度有所区别。巴德膜的使用要点:使用前应检查巴德膜是否有破损,另外巴德膜的表面应当是略微松驰的(过于绷紧的巴德膜有破裂风险)。

对准太阳: 用望远镜对准太阳对新手来说比较吃力,因为太阳太亮,寻星镜此时也无法使用,在没有配置寻日器的普通望远镜上有一个简便方法:将望远镜粗略指向太阳,再调整至望远镜在地面投影最小,此时套上焦距最长的目镜,往往太阳已经在视野中可以看见了,加以微调就找到了太阳。

观测项目: 巴德膜观测太阳通常可以看见太阳表面的黑子群,

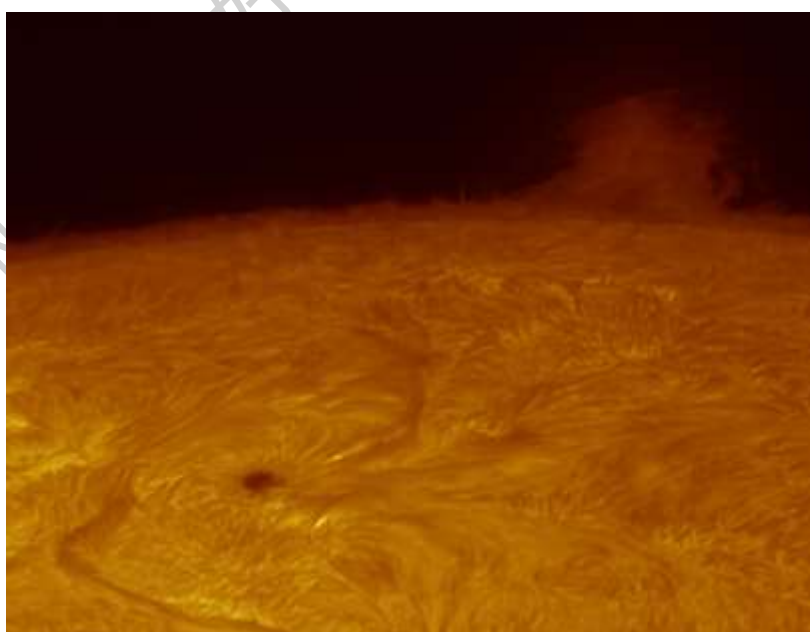
黑子活跃的时候常常有若干大小不一的黑子群，比较壮观，高倍率或太阳摄影还可以看到太阳表面的米粒组织精细结构。

下图：爱好者使用巴德膜拍摄的太阳表面局部



另一种太阳摄影，要使用专业器材——日珥镜。日珥镜是一种窄带望远镜，极大限度的过滤太阳光线，让我们可以观测到太阳的色球层和壮观的日珥喷发。

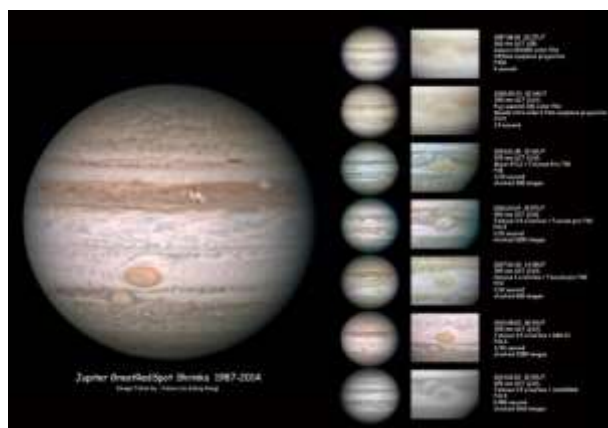
下图：爱好者使用日珥镜拍摄的太阳表面



木星：冬季比较适合，主要看点：大红斑、木星云带、小白斑、

木星卫星。器材建议 127 口径以上的马卡（配 2X）、150 以上的施卡（配 2-3X）、130 口径以上的牛反（配 3-5X）、100 口径以上的折射（配 3X），用摄像头进行拍摄，视频叠加处理。

下图：爱好者刘佳能拍摄的木星



土星：春夏之交的季节，器材同上，主要看点：土星光环、土星云带、土星极区六边形、土星卫星。

金星：秋冬季傍晚，西方天空，器材同上，主要看点：金星相位变化、金星凌日（罕见现象）。

火星：同土星，主要看点：火星极冠、火星云层变化。

天王星、海王星：大口径（8 寸及以上），高精度赤道仪拍摄，主要看点：能拍摄出天王星、海王星的圆面形状已经很了不起。

冥王星：大口径高精度，还需要长时间曝光，比照片可看见有一颗移动的星点，难度极高，不建议新手尝试。

月面：高分辨率的摄像头拍摄视频叠加（一般拍摄比较简单，如果放大倍率大比较费时间，还需要分区域拍摄，最后用同一参数批量处理，叠加好以后用 PTGUI 等软件合成全月面，效果很好），或者用望远镜接单反进行拍摄。一般来说，月面明暗交接处的拍摄

效果最好，因此如果天气允许，可以每个晚上都拍一次，细节均不相同。

下图：爱好者使用施卡镜进行月面摄影



第十一章 深空摄影（远郊深空）

远郊深空，是深空摄影党最普遍的一种形式。由于城市日渐增长的光害和雾霾，已经很难适用常规的拍摄方式，因此，城市远郊深空拍摄也是一种无奈的选择。

远郊深空，最好要找有电力、食宿补给、交通便利、光害比较小、比较安全的地方，海拔高度要尽量高一点。例如杭州附近的天荒坪，是个远郊深空的好地方，山顶附近 800 米左右的高度，光害情况相对较小，受雾霾影响小，有农家乐可以住宿、吃饭、补给，农家乐顶上有一百多平米的平顶并且造了一米多高的挡风围墙，成为了江浙沪深空玩家常去的地方。

出发前的准备：看好来回的路线、拍摄的地点和环境，选择交

通方式和拍摄的时间计划，看好当天和第二天的天气预报、卫星云图，最好是多个气象预报来源以防不测。看好星图确认当晚要看、要拍的目标并列好清单，笔记本电脑中装好各种驱动和拍摄必备软件，需要的教程之类的文档，当然，可以带 MM 或者跟随高手同行，再好不过：)

此外，深空摄影跟月相也有重大关联，满月、凸月会造成较大的光害，降低深空目标反差，最好选择农历月底月初的时间窗口拍摄，或者避开上弦月、下弦月中天的时间。

下图：月相变化



远郊深空的器材准备清单：

远郊深空出门前一定要列好清单，装箱时候一一核对，防止忘带，深空摄影是一整套系统的组合，缺一不可。

主摄影器材：主镜、赤道仪、相机（电池充足，照片格式设定为 RAW，参数设置好）、导星镜、导星摄像头、笔记本（拍摄、导星用）

辅助器材：接环、延长桶、指星笔（做赤道仪校准）、寻星镜

(做赤道仪校准)、发热除雾带(山上容易起雾,镜头结露的话,拍摄就无法进行,南方地区非常重要!）、排插(最好带两个孔的插头,另一端插口尽量多)、线材(线材比较多,不要忘记功亏一篑)、滤镜、快门线、电源线、电池(蓄电池、锂电池、电瓶,没有市电的地方要带足)、红光手电、光轴校准设备(牛反等用)、鱼骨板等。

其他准备:驱蚊药品、饮食饮水、足够的衣服(高山夜晚寒冷)、充满电的手机(并通知家人你所去的地点,最好找个同去的伙伴作为紧急联系人),其他后勤保障设施等。

下图:典型的深空设备,主镜+导星+赤道仪+笔记本+相机



拍摄过程中的注意事项:拍摄过程中,如果旁边有别的同好在拍摄或观测,勿使用指星笔,勿大声喧哗,勿在器材附近来回走动(震动影响拍片),注意勿踩到器材、电线,勿滥用手电(灯光对人眼和拍摄照片造成影响),勿遮挡望远镜。拍摄过程中,还应定期检查导星情况、镜头结露情况、笔记本运行情况、赤道仪中天情况。拍摄接近尾声,勿忘拍摄好暗场,勿忘收拾设备,勿留下垃圾。

第十二章 深空摄影（城市深空）

城市深空是很多人的梦想，在阳台、楼顶、空旷地拍摄深空多么惬意。但是普通城市的光害就已经令人抓狂，城市深空到底出路在何方？

可以使用光害滤镜，最好搭配改机单反使用，拍摄效果会有一定程度的提升；可以使用黑白冷冻 CCD+窄带，此招对付光害比较有效，单张曝光时间甚至可以达到 10-20 分钟。

另外，城市深空最好选取较好的天气（例如我就只在可以肉眼看到北极星的天气下拍摄），一来不至于失望，二来拍摄出的效果也会比较好，天气不好的时候，勉强看见几颗星星，那种天气还是目视或者拍摄行星为妙。

城市深空的另一作用就是可以养兵千日，用兵一时。城市里的爱好者到远郊拍摄的机会，由于时间天气等原因，一年下来也不是很多，因此在家中就可以把深空拍摄的基本技巧、后期处理、器材使用等先熟悉起来，这样远郊深空就得心应手了，不管出片结果如何，技能水平有了提高，也是一种进步。

图：爱好者 why 在上海市中心拍摄的猎户座星云



第十三章 深空摄影（远程深空）

远程深空，普通爱好者的终极梦想，拥有自己的远程天文台。天文环境日渐恶化的今天，有此想法并付诸实践的同好也越来越多。我目前也走到了这一阶段的大门口，向着没有雾霾、很少光害的未来进发。

远程台的建设难度比较大，除了优良的选址、充足的资金、到位的技术、可靠的设计之外，远程台还是一项复杂的系统性工程。

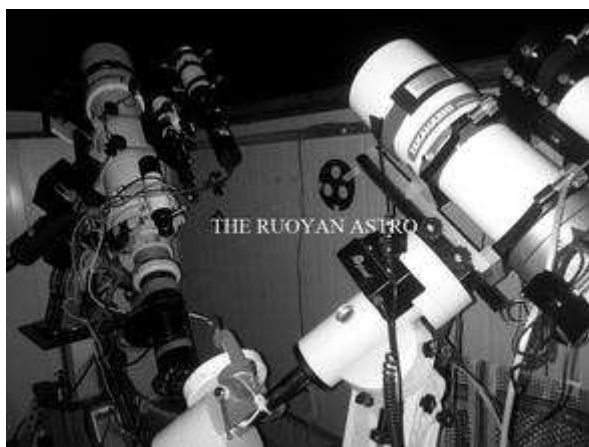
主要涉及的难点有：基建，要考虑通车、通电、通网。建台，要考虑防水、防雷、防火、防盗、防尘、防潮、防断电，以“维稳”为要务。远程台的建设考虑应尽量周详，包括远程开关屋顶、云量监控、远程控制计算机、远程控制赤道仪拍摄、远程控制通断电，远程实现校准、拍摄、导星等等，更要考虑应急预案，以及做好奔赴现场进行维修的准备。

目前主流的方式是彩钢平移屋顶，远程桌面控制，用继电器和平移门电机、齿条传动滑轨实现屋顶的开合，用 ASCOM 连接天文

设备进行远程控制拍摄,用远程唤醒来实现通电等,方案日趋成熟。

远程台的建设,国内的高兴老师、若岩天文台等先驱已经付诸实践并取得了令人瞩目的成果,越来越多的个人天文台出现,今后将走向更加成熟的阶段。

下图: 若岩远程天文台



本章只是留了个伏笔,未完待续:)

第十四章 器材路线规划

最后,对于普通爱好者,进行一个器材路线规划的小结,仅仅代表我个人体会,爱好者大可以不按部就班,直接跳到高阶也未尝不可。(仅提供给实用主义者,器材发烧友和折腾党可能不太合适)

一、目视党

入门爱好者可以买一个 8X45、10X50 之类的保罗望远镜作为入门镜,画王系列、裕众徒步系列、MS 系列都不错,如果希望便携,可以选择 8X42 及以上规格的屋脊镜。天文爱好者几乎人人都

有一个双筒镜，除了观天，还可以旅游观景，即使看天文的时间比较少也不浪费，一个小双筒就可以大大拓展我们的视野。

双筒的升级路线主要看个人爱好及经济实力，大双筒需要上稳固的脚架，观看的目标偏向于深空，最好选择带有 45 度天顶（兼顾观景）或 90 度天顶（专看星空）的型号，使用比较舒适。

单筒入门阶段，可以选用 80EQ 或 80DX（很多人的路线，其实选配经纬仪的 80 折射镜也不错），实际上 80 口径的望远镜到了较好的环境里边，可以看很多深空天体，另外进行简单的行星拍摄是可以实现的。

比较理想的目视入门镜，可以选择 100 口径的折射镜（有条件 ED 更好），配合一台经纬仪（有条件 GOTO）。经纬仪可以快速找寻目标，对于熟悉星座、天区、星体具有快速提高的效果。当然，搭配一个好的星图，并且到较好的环境是十分必要的，好环境看一晚上，胜过不好的环境看一个月。

入门镜的另外一种选择，可以是马卡、施卡（主要观看行星，兼顾看景），或者牛反（行星、深空为主，但是对新手来说不太容易，另外观景不适合）

到了进阶阶段，如果偏爱深空，且有条件到光害小的地方，考虑 DOB。例如 DOB16 寸投资一万多，但可以看很多深空的细节，是视觉的享受，DOB8、10、12 等等，也可以根据自身条件选择。有限资金看深空效果最好的，非 DOB 莫属。

如果偏重行星、去郊外机会少，则可以选择 150 马卡、C8 及

以上型号，目视拍摄两不误。

二、深空党

深空党，首先要具有**经济条件**。一套比较成熟的深空拍摄器材（有些入门器材也可以玩玩深空，例如小黑+EQ3D）起步资金需要一万左右，甚至还略高一些，即使全套二手器材下来，不含相机也得将近一万。如果暂时没有经济条件的，还是等待合适的机会比较好。

观测条件。深空设备一套下来，基本上重量在 15 公斤以上，甚至达到 50、100 公斤，家里没有电梯的同好，一定要深思熟虑，选择比较轻便的赤道仪和主镜（规划器材搭配，尽量一个人搬 1-2 次可以完成，否则极不方便），切莫好大喜功。另外居住在光害地区、没有车出门不方便的、需要搭车或者搭乘公共交通工具的，也需要选择一套便携设备。没办法方便移动的设备，只有在楼顶使用，部分同好因此器材积灰，甚至放弃深空念头，足以借鉴。

另一个观测条件就是，附近找一个适合拍摄的地点，最好找到比较熟悉深空摄影的同好帮助，会比自己在环境不佳的地方独自琢磨进步快的多。

赤道仪选择。对于深空摄影者，最佳的入门器材就是一台比较好的赤道仪，个人建议 HEQ5、AVX、ZEQ25 三台中选择一台，当然晶华、威信、米德等同档次赤道仪，或者国外的高档产品也可以。赤道仪的精度和易用程度直接关系着深空的成败，一些不好用

的赤道仪在浪费时间精力的同时,对于使用者的习惯培养和水平提高也不是好事。

主镜选择。如果一开始就决定了要入深空的坑,最好是不要折腾太多低端主镜。另外,考虑主镜对拍摄终端的画幅支持,以及自己感兴趣的目标焦段(例如喜欢星系的,主镜焦距最好有至少1000mm,喜欢拍摄星云等大面积目标的,主镜焦距300-800)。

折射镜建议一开始就上APO,买之前多看看该APO的作品,以及听取评价和建议(不要玩普消、普通ED镜)。反射镜比较廉价,小黑或者小小黑摄影版可以起步,最好还需要配上相应的MPCC,以修正彗差。马卡施卡拍摄深空,一般人我不建议,很难搞。另外有一条路,如果本来就爱好摄影,手头有200mm以上的中长焦镜头(最好是大光圈、定焦头),可以先不要买主镜,这类镜头色差控制优异、曝光需求时间短,足以度过入门到进阶这个阶段,且对相机的支持比较好。

其他设备。导星可选择主流的50口径双螺旋调焦导星镜+QHY5或ASI导星摄像头,没什么问题;相机手头有单反先用起来,有条件的可以改机,有一定单反拍摄基础后上CCD(第一台CCD建议黑白,黑白可以拍窄带,可以做彩色做不到的事情,彩色CCD如果环境够好,也可以选择,相对廉价)。

三、星野党

星野党,可以有星野赤道仪,也可以没有。没有星野赤道仪的,

如果有广角镜头，也可以进行几十秒的短曝光叠加，脱线问题也不明显。但是星野党也并不如想象中的省钱省力，因为寻找一个好的环境、好的地景，还是要花时间精力的，一些星野高手本身就是摄影师。星野赤道仪的另一种作用，可以作为便携深空的替补，例如用 200-300mm 的镜头，配合一个载重比较大的星野赤道仪去追逐彗星、追逐日月食，进行机动作战。

后记

第一次写新手指导文章，水平有限，希望对新手能有些许帮助，观点难免偏颇，仅为个人体会。本文中引用的图片和文字有部分来源于网络，尊重原作者的版权。作者对本文拥有解释权。

msloo

2014-8-20