

使用天文望远镜和行星相机拍摄的满月 (Dyno)



低成本天文摄影

入门攻略：

如何以“天文”的方式拍摄月亮（上）

低成本天文摄影入门系列旨在通过尽可能低成本、低技术门槛，但又不失系统性、细致性和专业性的方式给完全零基础的读者讲述在拍摄及后期方面均与日常题材摄影不同的天文摄影。笔者希望这一系列能够让读者可以大致明白“天文的”摄影是怎样的，并敢于尝试拍出自己的第一张“天文的”照片。

如果你是第一次拿起这本杂志的读者，一定会惊叹于作品展示环节里面壮美的星系星云，细节惊人的土星木星，或是被高倍率放大依旧清晰度极高的月面环形山。然而他们的作者却往往并非国家级的天文台或是科研团体，而就是在我们身边的个人摄影师和天文爱好者们。

如果你不只一次阅读这一系列的杂志，或许早已有了想要尝试天文摄影的想法，却在查阅资料后发现天文摄影的拍摄条件苛刻，技术难度极高，经济投入

巨大而被屡次劝退。而这个系列想要告诉你：天文摄影并不是一个远在天边的东西，我们每个人在家门口也可以尽可能低的成本感受天文摄影的魅力。

| 天文摄影为什么总是显得“高高在上”？

原因无外乎三点：“费钱”、“烧脑”、“看运气”。

经济成本无疑是劝退绝大多数人的第一关。摄影圈有句人尽皆知的自嘲叫“单反穷三代”，就是指摄影器材的经济投入简直是无底洞，而作为小众领域的

夜空摄影及准专业级别的深空摄影则更甚。一套准专业级别的拍摄深空题材（星云、星系）的器材，包括电动赤道仪、专业摄星镜、制冷相机，以及一系列必要的配件，通常要人民币两万多元起步，而上限则难以估计；而不专注于深空摄影，多数时间拍摄银河等广域星空题材看似使用日常数码单反就能完成，但这里题材往往需要好的天气环境和地面景观，以至于银河摄影师们为追求好的效果往往会跋山涉水，其中的交通成本和户外设备也是不小的投入。

而仅仅有充足的预算还是不够的。深空摄影的后期需要用到专业的软件，这里软件通常比较复杂，需要一些专业知识才能了解个中原理，而且部分软件因为没有（质量较好的）汉化还需要有一点英文基础。这对于一些可能目前还不能够熟练使用Photoshop的人来说会是不小的挑战。而这仅仅是停留在技术层面：天文摄影的后期制作既要满足科学的需求，同时也要兼顾美学的表达。

即使你同时拥有了充足的购置器材预算和学习拍摄及后期能力，也不能随心所欲地进行天文摄影——因为天气条件的制约。大部分天文摄影对于环境的要求比较严苛，阴天自不必说，往往一点风，光污染，都会对拍摄造成影响。

| 拍摄月亮是天文摄影的第一步

上面的话或许听起来倍感劝退。不过天文摄影里有一个方便所有人参与的题材——拍摄月亮。

拍摄月亮对器材的投入可以很低。或许在你的印象里又大又清晰的月亮需要用最好的数码相机配上巨炮一般的昂贵超长焦镜头才能完成；但实际上使用天文器材辅以特殊的后期处理方式就可以凭借极低的成本实现同样甚至更优的效果——你的全部投入成本可能低到只够买一台二手入门级单反的钱，还不带镜头的那种。

在入门阶段拍摄过程中，拍摄月亮的难度要远远低于其他题材的天文摄影，所需要的后期软件也都是容易获取的；更重要的是，你在家门口或者楼下就可以完成拍摄一枚月亮的工作，而无需特意选择光污染小的地方——事实上对于其它题材的天文摄影来说，月亮就是“光污染”本身。笔者自己也有为了方便科普选择直接在路灯下向公众展示拍摄月亮的经历。

同时拍摄月亮的成就感也不会低于其它题材的天文摄影，尤其是对于可能还不太懂摄影的你来说，这将



图1 疫情时期之前笔者和团队进行的路边天文科普。当时为了更方便更多人参与，我们直接选择了在商场门外的路灯下，实际上路灯对拍摄月亮的影响很小。

是一次巨大的飞跃。想想看，当你的朋友们还在努力用高端手机尝试“AI”拍月亮时，你已经可以用天文器材扎扎实实地拍出比手机效果好上百倍的月面图像了。只要稍作努力，你就是全票圈数一数二的靓仔。

这样一看是不是发现天文拍摄也没有想象中那么难？接下来，我们就要从零开始，一步一步完成我们的拍摄目标

| 从零开始的月亮拍摄

如果你是第一次尝试此类拍摄，请在行动前和我一起在心里默念：

器材：“又不是不能用”

拍摄：“能拍到就行”

后期：“能完胜手机拍摄，在朋友圈狠狠出一次风头就是胜利”

以下的文字内容也都是以“这是你的第一次拍摄”为条件展开的，其中必然存在不够严谨的地方。但作为新手，我们最重要的是拥有敢去拍的勇气和完成“拍到”的基本任务，享受其中的乐趣才是最重要的，一开始就过分严谨是很容易丧失兴趣的。

● 器材的选择与购置

既然是摄影就需要相机和镜头。我们要使用的相机是专业的行星摄像头，而镜头则是天文望远镜。

和一般的摄像头（如监控设备等）相比，行星相机输出的图像是未经压缩的纯原生图像，不经过任何的机内压缩、降噪等处理，便于进行专业的后期工作，同时部分行星相机会在一些特殊波段，如红外和紫外等，进行特别的优化。不过，专业行星相机虽有“专业”二字，但价格却十分亲民。只要把望远镜自带的目镜取下，换上相机，再稍加调试，它们就可以工作了。笔者所使用的行星摄像头的型号是QHY5III462C（彩色）相机和QHY5L-II-M（黑白）相机，前者大概需要一千元出头，后者仅需几百元就能入手。这样的成本大幅低于数码单反的价格。由于行星摄影的特性，需要通过录制高帧率视频的方式记录素材，而芯片尺寸小，采用原始格式记录数据的行星摄像头可以更好满足需求。



图2 行星相机QHY5III462C相机，采用USB3.0接口，并配备多枚滤镜，能够满足专业级别的行星及月面拍摄需求。

为了保证跟踪的方便性，我们至少需要一台带有电动功能经纬仪支架的望远镜。和传统的手动支架不同，电动支架可以通过手柄对赤道仪/经纬仪实现细微的控制。电动跟踪的意义在于最大程度对冲地球自转所造成的星体运动现象。虽然受预算和技术所限，我们的电动跟踪设备肯定存在跟踪不精确的情况，但至少比手动控制的三脚架要方便稳定多了。

其中，电动支架不一定需要赤道仪（三轴），采用成本更低的地平式经纬仪（仅有水平和垂直双轴）也可以满足需求，当然如果预算足够还是赤道仪会更好一些。如果可以的话最好选择一款带电池供电的（专业赤道仪往往没有，入门级别反而常见），这样

你就省去了户外电源的预算或者找一楼邻居借插线板的沟通成本。

望远镜方面可以选择折射式，反射式，折反式（包括施卡和马卡）等，可根据预算自行选择。笔者个人推荐零基础的入门者使用折射式望远镜，相比之下价格低廉，易于维护，轻巧便携。而折射镜根据结构和用料不同又可分为普消（普通消色差）镜，ED镜及APO镜。在相同口径下，三者的成像质量表现及价格的感人程度均是APO大于ED大于普消。笔者推荐想要认真练习天文摄影或是预算较多的情况下还是尽可能选择ED镜及以上级别的专业折射镜——我们毕竟还是想要低成本达成目标嘛。新人入门试个水，不寒颤。笔者文中用来示范的就是一台星特朗基础款的普消折射望远镜+电动地平式底座套装，全新市场价（整套）大约一千元出头，算是最入门的款式了。



图3 星特朗LCM60套装，自带电动经纬仪支架

至于其它配件，准备一台笔记本电脑（能开机即可），负责行星相机的控制及供电。需要注意的是，如果你的行星相机是USB3.0的接口，那么你的笔记本电脑也要具备USB3.0接口，这样才能发挥设备的性能。另外准备一部手机，作为指南针和定位使用。

(tips: 由于望远镜的焦距、口径, 以及行星相机的特性不同, 我们手上的设备不一定能拍摄下整个月亮。以笔者的这套设备为例, 它大概能容纳下1/4的满月。我们可以在Stellarium(免费软件: 虚拟天文馆)里面输入自己望远镜和相机cmos的规格, 便可以知道自己的设备的拍摄区域大概有多大。)

● 拍摄前的准备

我们的拍摄基本原理是前期拍摄大量单张, 通过后期叠加获得细节, 因此我们前期需要拍摄原生格式的视频(每一帧可视为一个单张)来快速获得单张图片。

如果你是第一次拍摄, 那么笔者建议输出黑白图像即可(即使你使用的是彩色相机)。原因有以下几条:

1. 因为即使相机带自动白平衡功能, 也需要经历后期手动校准、debayer转色等程序, 这对于一个不懂后期原理的新手来讲还是较为麻烦的, 因此我们在首次拍摄时尽量回避这些;

2. 如果你的后期不够熟练的话, 图像上的彩色噪点会让你觉得很棘手;

3. 如果你的望远镜是低价的入门款, 那么很可能存在着较为严重的色差, 这又增添了后期的处理难度。

4. 黑白的银色月亮也很好看。

◆ 调试设备

有了上面这一套简约但不简陋的器材, 我们就可以择日拍摄了。由于我们需要使用笔记本电脑控制行星相机, 在拍摄之前, 需要把行星相机连接电脑, 根据产品官网说明安装好相机驱动及拍摄软件。拍摄软件推荐SharpCap, 功能齐全, 界面简单, 且最新的4.0版本有了汉化(笔者亦参与了其中部分工作), 较为容易上手。不过SharpCap只能在windows系统上使用, 仅有mac笔记本的可以使用firecapture, 功能类似。出发前尽可能在家里先调试一下, 确保各部件功能正常。

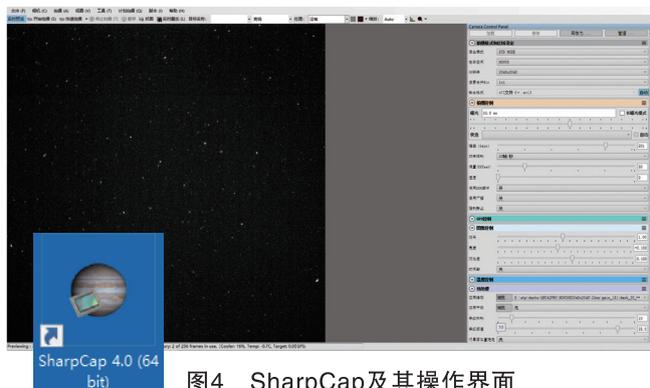


图4 SharpCap及其操作界面

◆ 熟悉软件(以SharpCap为例)

如果你是第一次拍摄, 最好在实战前先简单熟悉一下软件。SharpCap右侧的操作界面看上去比较生疏, 但我们只需要了解其中几个重要功能, 其余选项保持默认即可。

曝光时长: 由于我们前期要拍摄视频格式, 为了保证帧率, 曝光时长尽量低于你的行星相机能到达的最大帧率。例如你的设备最大帧率为100帧每秒(100fps), 则曝光时长最好应低于1/100s(10ms)。这个参数我们可以预先设置成一个固定值。

gain(增益): 我们可以把它简单理解为日常生活中的iso。gain值越大, 画面越亮。这个参数我们可以在拍摄过程中进行现场调节。

白平衡: 虽然很重要, 但由于我们拍摄黑白图像, 这个选项暂时不需要管了。

USB带宽(USB Traffic): 影响数据读写速度, 即录制速度的快慢。以QH5III462C为例, 当带宽数值设置为0时, 录制帧率最高。

◆ 对焦测试

如果你是新手, 笔者推荐白天在家就要进行基本的对焦测试。行星相机不像手机摄像头那样通过点一点就能对焦, 我们需要通过旋转望远镜上的对焦组件来完成合焦。如果白天没有一定准备, 晚上外出拍摄看到的画面基本上是糊糊的一片, 比较影响目标的寻找。当然, 熟练了之后这一环节就不再是问题了。

对焦调节也很简单: 我们在白天将望远镜对准很远处的建筑或者高山, 转动望远镜的调焦组件使画面清晰为止。

◆ 安排计划

拍摄前要确定好月亮升落的时间以及你计划的拍摄地点能不能看到月亮。这一条看似冗余, 但有些新

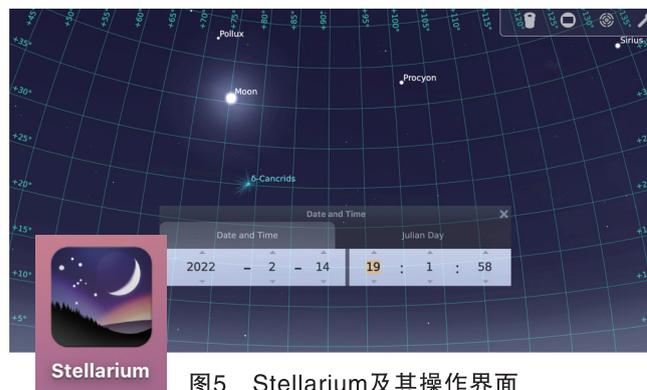


图5 Stellarium及其操作界面

手确实会因为过于兴奋在晚饭后兴冲冲外出拍摄，然后发现月亮后半夜才会从地平线上升起来。

这里推荐使用Stellarium，在软件里面输入你所在的位置和时间，就可以显示一定时间内你所在的地点的月亮起落。

● 拍摄时间、地点及天气的选择

虽然你一定十分渴望拍摄满月时分的“白玉盘”，但其实拍摄月亮效果最佳的时间是弦月前后的阶段（大概二分之一到四分之三月），这一时间段月亮受光面积较大同时还有一部分阴影，月面细节和对比都很好，容易凸显出球面的立体感。当然在任何能看见月亮的时间段都是可以拍摄的，拍摄一轮完整的月相是每一个天文摄影爱好者的必修课。

如前文所述，拍摄月亮可以选择的地点比较灵活，通常选择角度较为开阔的平坦地面即可。虽然拍摄月亮不用太在意光污染，但第一次拍摄最好还是要回避一下强烈的点光源（比如路灯），它们可能会干扰你寻找目标。

天气方面除了晴朗干燥无云（或少云）外，风力大小也是一个重要的参考指标。这里要引入一个“视宁度”的概念，我们可以暂时把它简单理解为大气的扰动程度，它很大程度上决定了前期素材质量的好坏。大气扰动程度越低，视宁度越好，拍摄效果越好。另外风力

过大也会导致望远镜和支架出现晃动，这会严重干扰到设备的自动跟踪，对入门级经纬仪来说尤甚。

| 正式拍摄!

选择好合适的时间地点，我们就可以外出拍摄啦！组装好设备，使底座尽可能保持水平。通常经纬仪上方都会有一个水平泡，保证气泡在中心即可。

● 初始位置及校准

严肃的天文摄影在拍摄前需要进行严格的校准，如赤道仪要进行极轴校准、地平式经纬仪进行三星校准等。但鉴于我们是第一次拍摄，可能星都认不出来，拍摄的又是月亮，就不做校准了，将设备尽可能水平指北即可（不要急着把望远镜对准目标），可以根据手机自带的指南针功能尽可能规范地摆放。如果你使用的是双轴的地平式，注意按照说明书确认设备的水平指北状态是怎样的，尤其对于L形经纬仪，要注意当望远镜物镜指北时，望远镜应该是在左侧还是右侧。如果弄反了的话你会看到画面里的月亮欢快地划出一道弧线飞出屏幕，这就失去了跟踪的意义。

（tips：对于赤道仪，严格来说我们需要进行极轴校准，但鉴于简化拍摄且拍摄对象又是相对较大的月亮，我们可以选择直接忽略此步骤。只需要额外将极轴（俯仰轴）手动调节至和当地纬度一致。当地纬度使用手机定位即可。）



图6 调整gain值后的月球画面

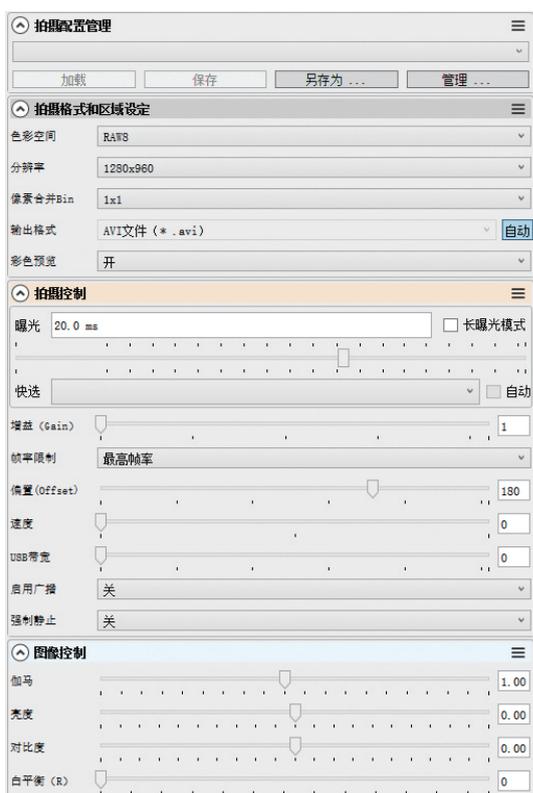


图7 SharpCap拍摄参数设置页面

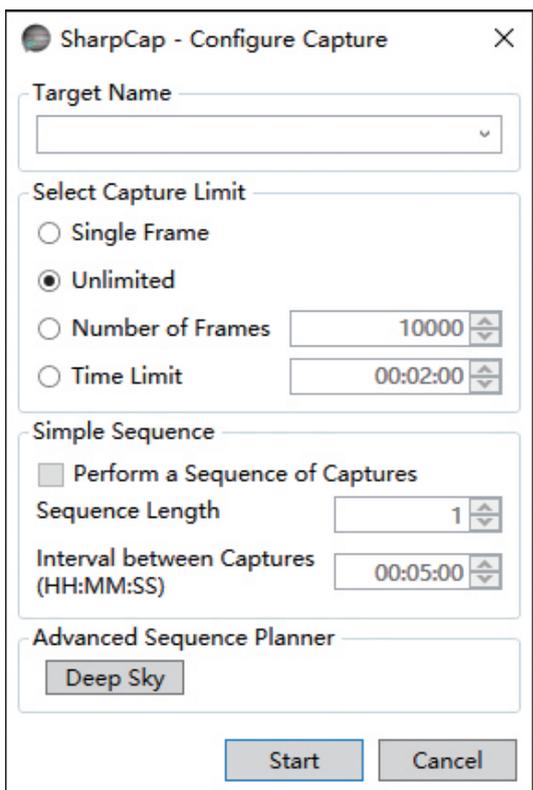


图8 设置SharpCap无限制拍摄

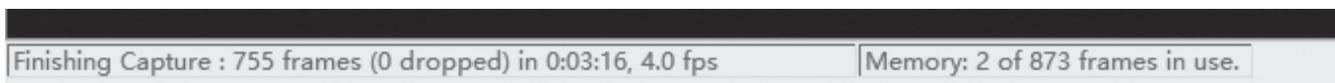


图9 SharpCap软件左下角显示目前设备的帧率以及拍摄了多少帧

(责任编辑 李时雨)

● 寻找目标及对焦

打开电源开关。关于手控器我们直接放弃它内置自动跟踪功能，因为这一类的手控器往往逻辑复杂，而且我们还没有进行严格的校准，自动跟踪会存在很大误差。我们直接认准手控器上面的上下左右四个键进行手动寻找。

这里有一个小技巧：我们先通过“瞄准”的方式将设备大致对准月亮，然后在SharpCap内提高gain值，此时画面会变亮（即使有很多噪点也没有关系），去捕捉屏幕上较亮的一侧（就是月亮所在的一侧），然后操作经纬仪慢慢向其靠拢。随着离月亮越来越近，画面亮度会越来越大，此时我们可以慢慢降低gain值，调低画面亮度。

重复以上步骤，直到月亮进入画面中心为止。此时画面可能看起来还是“糊”的，因为我们白天只做了大致的调焦，现在还需要进行进一步的对焦。如果你的望远镜自带高精度调焦钮那就再好不过了。

(Tips: 受环境影响，我们在电脑屏幕上的直出画面的清晰度往往不会达到你的期望值，不过不用担心，这非常正常，我们只需要做到最大程度的对焦准确即可。在正式开始录制之前，我们要通过调整gain值压暗整个画面（如图6），以保证后期叠加后画面不过曝）

● 素材录制

正式录制前确认以下参数：

色彩空间：RAW8

分辨率：最大（一般为默认）

输出模式：AVI文件 (*.avi)

曝光：不超过最高帧率的倒数

gain值：一定不要使画面太亮！要略低于正常亮度（避免多张叠加后过曝）

其余默认即可。

点击“拍摄”——“开始拍摄”——“无限制（Unlimited）”，如图8。保存位置一定要选择一个比较大的硬盘，因为未经压缩的avi文件非常大，通常录制两三分钟就会消耗几十GB的内存。

(tips: 你或许会发现月亮在画面上有一定速度的运动，这是因为我们未经过校准设备精度不够造成的，不过问题不大，我们可以微调，让月亮尽可能保证在画面中央。如果你的设备不能容纳整个月亮，那么可以录制月亮的边缘部分，让画面有立体感)

软件的左下角会显示目前设备的帧率以及拍摄了多少帧，如图9。第一次拍摄我们只要录制2000到3000帧即可，如果你的跟踪足够稳定或且电脑性能足够优秀，可以录制更多帧。

到这里我们就已经胜利了一半，接下来我们就可以在家里慢慢进行后期处理了。（未完待续）

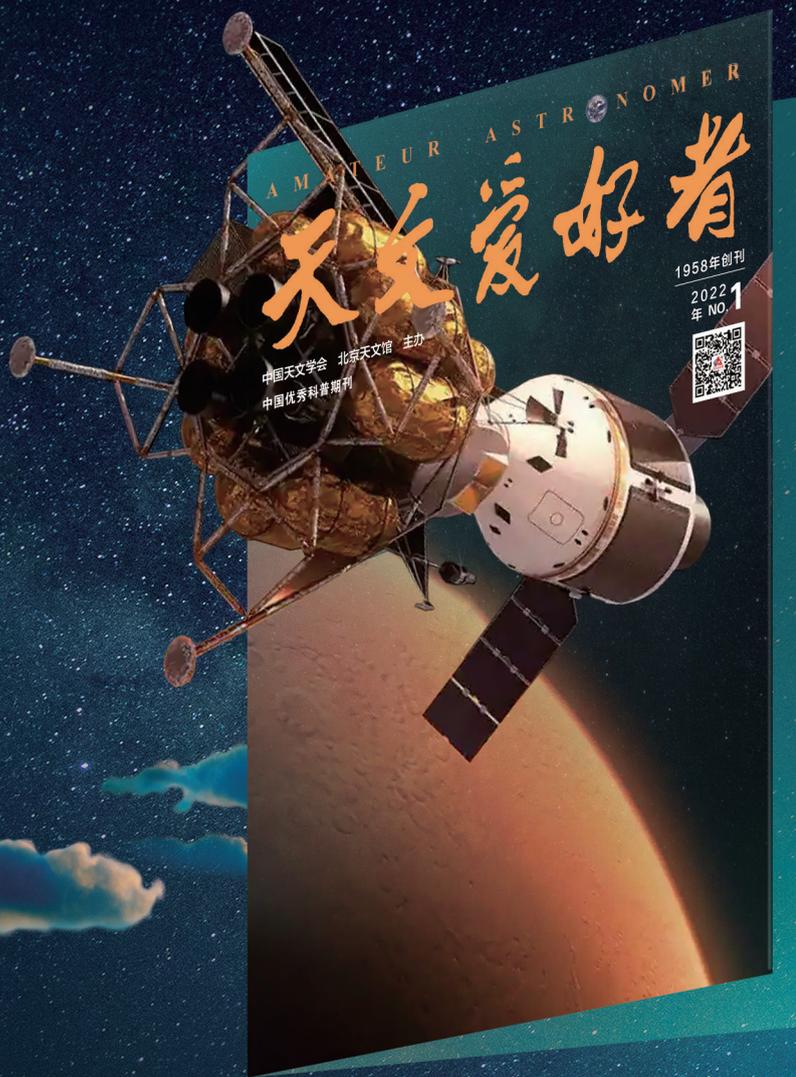
1958年创刊 中国优秀科普期刊

中国天文学会 北京天文馆主办

是我国创刊最早、影响力最大的天文科普期刊

累计发行已经 超过1300万册

办刊宗旨：追踪天文热点、探索宇宙奥秘、启迪智慧、陶冶情操



天文爱好者

AMATEUR

中国优秀科普期刊

ASTRONOMER



订阅方式

邮局订阅：统一邮发代号2-352

中国邮政报刊订阅网：<https://mail.11185.cn>

网络订阅：淘宝、天猫搜索“天文爱好者”杂志

《天文爱好者》杂志公众号

联系方式

投稿邮箱：aitianwen9@126.com

社址：北京市西城区西直门外大街138号

邮编：100044

官方微博：<http://weibo.com/aitianwen>

官方微信：天文爱好者杂志（tianwenaihaozhezazhi）

每月
期刊

22元

全12
年期

264元

QHY533M

专业深空制冷相机

深空摄影入门利器

零辉光高素质CMOS



天文摄影装备



StarMASTER

集成式智能天文电脑

一站式控制望远镜、赤道仪、相机等部件，智能校准



QHY5III462C

专业行星相机

USB3.0高帧率拍摄

月面拍摄入门良品

近红外增强，还原行星细节



光速视觉（北京）科技有限公司
地址：北京市昌平区能源东路1号奇点中心A座503室
网址：<https://www.qhyccd.cn/>
全球服务热线：010-80709022-602