

第 1 章—準備工作

制定觀測計畫

我們希望這本手冊能為您提供在如何觀測變星，以及如何向 AAVSO 國際資料庫提交您的觀測結果這兩方面的指導和幫助。除了這本手冊之外，您還可以在新會員包裹*（New Member Package）和 AAVSO 網站（<http://www.aavso.org>）的“New Observers”部分找到另一些非常有用的資訊。請您仔細閱讀這些材料。如果您有任何問題，可以聯繫 AAVSO，我們會盡力幫助您解決。

*註：每年向 AAVSO 提供一定資金支助，就可以獲得會員資格。會員並不一定是觀測者，觀測者也並不一定是會員。如果您在成為會員時還不是觀測者，AAVSO 會為您提供“新會員包裹”，近年來它是一張包含所需資料的 DVD 光碟。

讓我們開始

選擇哪些變星是你希望監測的，準備好必要的觀測器材，選擇合適的觀測地點，以及確定您希望進行觀測的時間和頻率，這些都是制定成功的觀測計畫的一部分。為了能做出最有價值的變星觀測，您應該根據自己的興趣方向、經驗、器材以及觀測地的條件來制定您的觀測計畫。即使您一個月只提交一個數據，也是為變星天文學做出了重要的貢獻；我們相信您能從中獲得巨大的快樂。

您會得到很多幫助

有時候，沒有什麼能夠代替您親自的操作和練習。為了更好地幫助那些尋求幫助的新觀測者，AAVSO 有一項輔導項目，旨在盡可能地聯繫起同一地區的經驗程度不同的觀測者，以使觀測者能夠獲得更加實用和方便的指導。有關此項目的訊息您可以在新會員包裹中找到。

AAVSO 還提供另外一個對所有觀測者都開放的資源，即“AAVSO Discussion”小組。這是一個基於電子郵件的討論小組。在這裡，觀測者可以提出問題或是發表意見，然後其他 AAVSO 成員和觀測者可以回覆他們。關於如何取得這項服務的訊息，

也可以在新會員包裹和 AAVSO 的網站上找到。

儘管在這本手冊裡，我們對變星觀測的介紹聽起來非常簡單，但對初學者來說，這個過程可能會非常具有挑戰性，有時甚至看起來是不可能完成的。這是非常正常的！我們在此預作說明，是因為很多人在一開始就因為困難而洩氣，並認為事情不會變好。我們再次向您保證，只需要一點練習，情況就會好得多。



奧地利的 AAVSO 觀測者彼得·萊因哈德（Peter Reinhard）建立的“青年天文俱樂部”的部分成員。

我應該觀測哪些變星？

我們強烈建議初級的目視觀測者從“容易觀測的變星”（Stars Easy to Observe）列表中的變星開始觀測。（這張列表可以在新會員包裹和 AAVSO 網站上找到。）這張列表包括了在全世界不同地點、不同季節可以看到的變星，因此您需要從中挑選出在您的觀測地、器材以及觀測日期下可見的星。如果您的目標不在拱極區，那麼隨著日期的推移，您需要向您的計畫中加入一些新的目標，並同時移去一些之前觀測的星，因為它們在晚上將不再位於地平線之上。

擴展您的計畫

當您有了一些經驗，並且對變星觀測的工作感到輕鬆舒適，您可能會希望觀測一些超過“容易觀測的變星”之列的目標。比如，您可以通過電子郵件訂閱 Alert Notice（緊急通知）和 Special Notice（特

別通知)，瞭解到一些對特殊目標的觀測請求。這些請求和其它更高級的觀測項目都會列在 AAVSO 網站的“Observing Campaigns”的部分。



瑪麗·格蘭南(Mary Glennon)和她的7×50 雙筒鏡

在您制定及以後擴展您的觀測計畫時，您需要考慮的因素有：

地理位置——您的觀測計畫的規模會受到觀測地的位置、地形（地面平整度、周圍遮擋等）以及您在這裡能夠達到的觀測頻率的影響。

天氣條件——觀測地的晴夜越多，我們越建議您去觀測那些需要每夜監測的目標，比如激變星和北冕座 R 型變星（更多訊息見本手冊第 4 章）。如果觀測地上空只有不到 20% 的時間是晴天，那麼我們建議您觀測那些變化緩慢、週期較長的變星，因為對它們來說，即使是每月一次的觀測也是很有價值的。

光污染——觀測地的光污染情況會極大地影響您對觀測目標的選擇。我們建議城市中的觀測者專心觀測那些比較明亮的目標，而在暗夜下的觀測者則應當儘量發揮他們觀測器材的極限。很多最活躍的 AAVSO 觀測者都是在光污染非常嚴重的條件下工作的！

觀測地的條件

變星的目視觀測並不一定要在一個偏遠、暗黑的觀測地進行。“您每個月所能進行觀測的次數，反比於觀測地離開家的距離。”用這句天文觀測的老話來形容變星觀測真是再合適不過了。在您家的後院，也許是中等光污染的天空下，每星期做幾次觀測，與每個月驅車兩個小時到一個偏遠、暗黑的觀測地做一次觀測相比，無論效率還是您獲得的樂趣都要高得多。要在變星觀測領域取得成功，讓您的觀測計畫與您的觀測地和器材條件相適應，比其他任何因素都來得重要。特別值得注意的是，AAVSO 有很多領頭的觀測者現在都在城市裡居住和觀測。

有了更多經驗

觀測老手會希望觀測那些只在晨昏矇影裡出現的目標。在這些時候進行的觀測特別有價值，這是因為在晨昏矇影中觀測帶來的困難，使得那些快要進入和剛剛離開它們的“不可觀測時期”（seasonal gap）的星的觀測數據異常缺乏。在一顆星的“不可觀測時期”，它只有在白天才會升到地平線之上，這一時期最多會持續幾個月。在午夜之後對東方天空進行的觀測也有特別的價值，因為大多數觀測者都活躍在午夜之前，而那時這些目標還沒有升起。



哈頓·梅納里在城市中進行觀測

需要的器材

光學器材

成功的變星觀測需要您的興趣、堅持以及合適的光學器材。對於明亮的目標來說，一副好的雙筒鏡甚或僅僅用肉眼就已經足夠了；而對於更暗的目標，您則需要一架便攜或固定式的天文望遠鏡。更多關於光學器材的訊息您可以在各種雜誌或者網路上找到（更多資源的訊息見附錄 3）。

雙筒鏡——無論對初學者還是富有經驗的觀測老手，雙筒鏡都是非常棒的變星觀測工具。雙筒鏡攜帶方便、使用簡單；它們的視場相對比較大，因此用它們找到變星的位置非常容易。用一副品質上乘的雙筒可以做很多事情。一般來說，手持的 7x50 或 10x50 的雙筒鏡在變星觀測中是最實用的。更高倍率的雙筒用起來也不錯，但它們通常需要支架來固定。

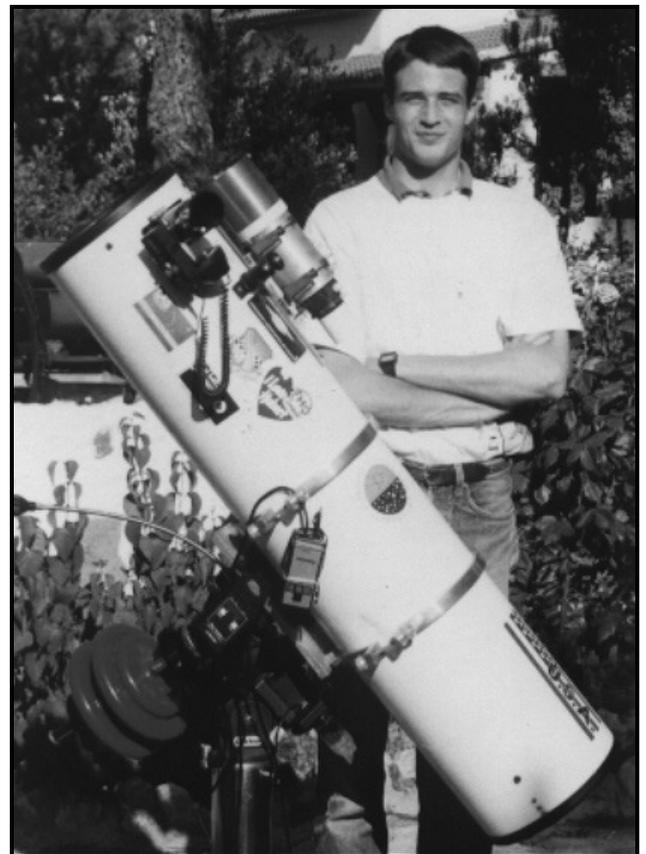
天文望遠鏡——在變星觀測領域，沒有所謂“理想”的天文望遠鏡：每一台鏡子都有它獨特的優勢。作為變星觀測者，您可以使用任何品牌、任何規格、任何種類的望遠鏡。您自己的望遠鏡就是最好的！在變星觀測者中最流行的是口徑 15cm（6 英寸）或更大的短焦（F/4 到 F/8）牛頓式反射望遠鏡。它們通常比其它設計要便宜得多，而且相對容易製造。近幾年來，施密特-卡塞格林式和馬克蘇托夫式望遠鏡，憑藉它們緊湊的設計，在觀測者中也頗受歡迎。

尋星鏡——給您的天文望遠鏡裝上一個能夠用來找到變星所在天區的好工具非常重要。帶有圓圈或十字絲的標準尋星鏡，或者不帶放大的紅點尋星鏡都可以用於變星觀測。在尋星鏡的使用上，不同的觀測者尤其有不同的偏好。因此，如果您已經在使用並熟悉了其中一種裝置，請您至少在短時間裡保持下去；不要強迫自己使用不喜歡的方式，那沒有任何意義。

目鏡——一只低倍率、廣視場的目鏡是觀測變星時一個重要的裝備，它使觀測者的視野裡能容納更多

的星。高倍率的目鏡是不必要的，除非您在觀測非常暗的星（接近您望遠鏡的極限），或是目標處在密集的星場當中。目鏡規格的選擇與您望遠鏡的規格和種類密切相關。我們建議您準備 2 或 3 只目鏡：其中一隻應當是低倍率的（20-70 倍），用來尋星及觀測比較亮的目標，而另一只應當是高倍率的以觀測暗弱的目標。高品質的目鏡（尤其是在高倍率下）可以提供像差更小的星點，這在觀測暗星時就等於提高了極限星等。一只高倍率、消色差的 2x 或 3x 的增倍鏡也是很有用的裝備。更多關於目鏡的介紹見下頁。

腳架——赤道式或地平式腳架都可以很好地在變星觀測中使用。腳架的穩定對避免星象的抖動至關重要。電動跟蹤馬達可能在高倍率下會有所幫助，但其實很多觀測者並不使用它。



尼古拉斯·奧利瓦 (Nicholas Oliva) 和他的牛頓式反射望遠鏡

目鏡小論 卡爾·費埃爾，AAVSO 會員、觀測者

對於目鏡各參數的簡單瞭解，對您選擇認證星圖的規格、設定對目鏡中能看到景象的預期、以及盡可能發揮您的器材的能力都會有很大的幫助。下面我們將為您展開關於它們的更深入的討論。

出瞳距離——出瞳距離指的是能夠看到清晰無暈的整個視場時，您的眼睛和目鏡最後一片鏡片的距離。一般來說，目鏡產生的放大倍率越高，從目鏡中射出的光線越窄，而且您的眼睛需要離目鏡越近。一些目鏡的設計或放大率要求眼睛和鏡片貼得很近，這尤其會給戴眼鏡的觀測者帶來問題，並且也會使那些爲了獲得滿意的視場而不得不把睫毛貼到目鏡上的觀測者感到不適。如果一隻目鏡能讓您的眼睛在距離目鏡有一段距離（比如說 8-20 毫米）的時候仍能看到清晰、無暈的全視野，那麼我們就稱它是“長出瞳”的。幸運的是，現在已經有很多專門設計的長出瞳目鏡了。

視場——實際上這裡有兩個概念：實際視場（TF）和直觀視場（AF）。實際視場指的是通過您的光學系統能看到的天空的實際範圍，它跟目鏡提供的放大倍率有關。肉眼（即放大率爲 1）直接看到的視野的張角就是實際視場的一個例子。直觀視場指的是目鏡自己的視場。（在通過目鏡觀測時，您會發現只有一個圓圈內有照明，圓圈以外都是黑暗的。這個圓圈對眼睛的張角就是目鏡的視場。）直觀視場和目鏡筒的直徑有關。一台電視監控器固定的顯示框就是直觀視場的一個例子。（這個顯示器的大小即直觀視場不會變，但是從中卻可以展現從廣闊到精細的各種尺度的圖像。）

估計系統實際視場的一個常用的經驗方法是我們將在 13 頁“另外的觀測提示”一節給出的星點漂移法，用一顆星通過視場的時間來估計實際視場的大小。如果您已知目鏡的視場和系統的放大率，那麼也可以用下面的公式來估計實際視場：

$$TF=AF/M$$

比如，一隻視場 50°的目鏡，如果在某個主鏡下放大率是 40 倍，那麼此時的實際視場就是 1.25 度，對應著天空中大約滿月直徑 2.5 倍大小的天區。

出瞳直徑——出瞳直徑就是從目鏡中射出的平行光線的寬度。（當您在觀測時把眼睛遠離目鏡，就會看到目鏡上好像只有一個“洞”是透光的，這就是這個系統的“出瞳”。）使用目鏡觀測時，眼睛對星光的響應會受到出瞳的限制：如果出瞳比 7mm 要大，就會有從目鏡射出的光被“浪費”了，因爲 7mm 是一個健康年輕人的眼睛適應黑暗後，其瞳孔所能散開的最大直徑；如果出瞳小於 2mm，那麼從目鏡射出的光太少，以致對於一顆本來就不很亮的星，您可能根本就察覺不到它。

如果您知道目鏡的焦距（FL）和系統的焦比（FR），可以用下面的公式估計出瞳（EP）：

$$EP=FL/FR$$

這樣，一隻焦距爲 25mm 的目鏡，裝在焦比爲 10 的主鏡上，其出瞳直徑就是 2.5mm。如果您不知道主鏡的焦比，可以用主鏡焦距除以主鏡口徑計算出它。

通過放大率提高對比——對於同一台主鏡，所用目鏡的放大率越高，觀測時進入眼睛的總光量就越少。不過，適當地增大倍率，通常可以提高星與星之間、或星與天空背景之間的對比度；這個效應可以幫助您在有一定光污染的天空中進行觀測。觀測者經常會發現，在不完全黑暗的天空下，10x 50 的雙筒鏡比 7x50 的要好用一些。這對天文望遠鏡也是一樣。您會發現，在勉強能看到某顆星時，如果把低倍目鏡換成中等倍率的，比如說，把 20x換成 40x，那麼視場中的狀況會變得舒服得多。

齊焦目鏡——相同廠商製造的設計相似的目鏡，經常會做成相互齊焦的，這樣您在更換目鏡的時候不用再次調焦，用起來會很方便。您也可以自己動手做一套“齊焦”目鏡：您只要在不同的目鏡下面套上數量不同的套環或者從塑膠管上剪下的合適長度自製的套筒就可以了。

目鏡設計——目鏡的設計種類非常多。以前的目鏡設計多是兩片式的，新型的目鏡則可能會有八片的設計。一些設計在低倍到中等倍率表現最好，還有一些在從低到高各倍率都有上佳的表現。選擇“正確”的目鏡，您要考慮到所計畫觀測的目標，您對放大率、解析度、視場的要求，以及您希望投入在這方面的資金的情況。下表給出了常見的幾種類型的目鏡在出瞳距離、直觀視場和價格方面的粗略的比較。

	出瞳距離	直觀視場(度)	價格
	相對凱爾納		相對凱爾納
凱爾納	(短)	36-45	(低)
阿貝無畸變	中等	40-50	適中
普羅梭	中等	48-52	適中
埃爾弗廣視場	長	60-70	適中
“超廣角”	長	52-85	非常高

星圖集

一本星圖集或者用電子星圖軟體製作的小比例尺星圖將非常有助於您熟悉星座間的關係，並幫助您瞭解不同的變星在星空中的大概位置。星圖和電子星圖的選擇有很多，這完全取決於您自己的需要和偏好。在附錄 3 的“閱讀材料”裡我們為您列出了其中的一些。

AAVSO 認證星圖

當您已經找到了變星的大致位置，您就需要 AAVSO 認證星圖來認證變星並估計它的亮度。本手冊的下一章將仔細為您介紹 AAVSO 的變星認證星圖和 AAVSO 網站上用以生成它們的變星繪圖器 (Variable Star Plotter, VSP)。

鐘或手錶

您的錶要能在比較暗的環境中讀數。對於大多數變星，錶應當至少精確到一兩分鐘；對於有些類型的變星，比如食變星、閃光星、或者天琴座 RR 型變星，則需要精確到幾秒之內。

有很多方法可以校準您的錶，比如使用 GPS 或者使用通過無線電接收校準信號的錶。在網路上您也可以找到精確的時間，比如美國的 USNO Master Clock (請訪問 <http://tycho.usno.navy.mil/simpletime.html>)，Windows 系統本身也有與網路時間同步的功能。另外，在臺灣，也有地方提供電話報時服務，報時電話為 117。

保留觀測記錄的方法

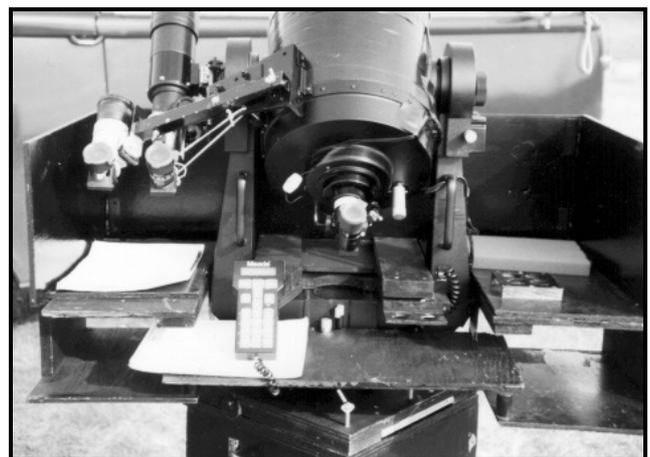
您需要一種方法使您的觀測記錄有效地保留下來。在這方面，觀測者們發明了很多不同的方法。有些人會把一夜的所有資料寫到觀測日誌裡，以後再把它們抄寫到以不同的星分類的資料單裡。另一些人會將各變星的資料表放望遠鏡旁邊，觀測時隨手就能拿到，並把觀測結果記錄到上面。還有一些人乾脆直接把他們的資料登錄到電腦裡。無論使用哪種方法，非常重要的一點是，您一定不要使自己的觀測受到之前記錄的影響。另外，在記錄下每顆星的資料後，都請您立即仔細地檢查一下您記錄的資料是否準確。

觀測架台

大多數觀測者都會使用一張桌子來放觀測用的星圖、記錄表以及其它的東西。很多人還使用自己製作的小篷子或蓋子以避免紙張被風吹走或被露水打濕。您可以用一隻被布或紙罩住的紅光手電筒，或者調到足夠暗的可調光手電筒來照明您的星圖。這樣做不會對您已經適應黑暗的眼睛造成明顯的影響。多年來，為了使在黑暗環境下進行的觀測更方便、舒適和高效，AAVSO 的觀測者們想出了各種各樣的方法。下面兩張圖片展示了他們的創造，也許會對您有所啟發。



埃達巴赫 (Ed Halbach) 的觀測手推車



傑克諾比 (Jack Nordby) 的“旋轉工作臺”