

美國變星觀測者協會

目視變星觀測手冊



程思淼 譯

2012 年 1 月

美國變星觀測者協會(AAVSO)

美國麻塞諸塞州劍橋，海灣州路 49 號

49 Bay State Road

Cambridge, Massachusetts 02138 U. S. A.

電話：617-354-0484

傳真：617-354-0665

電子郵件：aavso@aavso.org

網址：<http://www.aavso.org>

AAVSO
Manual for Visual Observing
of Variable Stars
Revised Edition
January 2010
(with updates made in April 2011)

根據美國變星觀測者協會 2010 年 1 月修訂、2011 年 4 月更新版本譯出

COPYRIGHT 2012

by the American Association of Variable Star Observers

©美國變星觀測者協會2012

49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138
U. S. A.

ISBN 1-878174-97-5

譯者電子郵箱：edmond4850@sina.com

我與變星的故事

“美國變星觀測者協會（AAVSO）是全世界最大的變星愛好者組織。”四年前重讀我的天文啓蒙書——傅學海等先生所著的《星星的故事》時，這樣一句話映入眼簾。如此，我邂逅了 AAVSO。

2007 年隆冬，剛上初二的我第一次沐浴在雙子座流星雨優雅的步伐中，同行的還有大名鼎鼎的 17P 彗星。第一次在寒風中做報表，我便愛上了這份工作——這份為科學研究積累資料的工作。在這積土成山的壯麗中，沒有每一粒沙的渺小，有的只是作為山的一部分的崇高。我被深深地迷住了。2008 年 6 月 8 日，我第一次通過望遠鏡看到了變星。那時我找星還很不熟練，像 R Aql 這樣的變星，我幾乎要找半個小時。時光飛逝，我在變星觀測方面的經驗和興趣也迅速提高。在變星觀測中，我再次感受到了那種由衷的快樂——正如 AAVSO 所強調的，在觀測並把資料提交到組織總部的時候，一個天文愛好者就這樣為科學的探索做出了重要的貢獻，這是多麼不可思議而又激動人心的事情啊！接下來的三年，我不僅每次到野外觀測都一定要做變星觀測直到筋疲力盡，而且也接受了 AAVSO“城市觀測”的理念，晴天時就在位於市中心的家裡拿起雙筒。在變星觀測中，我熟識了雙筒鏡的巨大威力、親眼見到了星星近千倍的亮度變化；更重要的，在 AAVSO，我找到了家一般溫暖的感覺：這三年來，我不僅收到了各種有用的文件、書籍，還收到了 AAVSO 寄來的新年賀卡、信件，甚至一份“優秀初級觀測者”的證書！

我逐漸對變星的觀測熟悉了。2010 年 4 月，我跌跌撞撞地翻譯了一篇介紹北冕座 R 型變星的論文。感謝北京天文館《天文愛好者》雜誌編輯部李鑒老師辛勤的工作，我得以在雜誌第 7 期上發表了自己的第一篇文章。無論是從成為天文愛好者，還是從成為變星愛好者以來，我都得到了國內外無數天文圈前輩和同好的無私幫助，把這無數熱情無私的幫助傳遞下去，我感到這是我的責任——我深深為之感動。2010 年暑假，我開始把自己三年來觀測變星的經驗和想法寫下來，李鑒老師欣然接受了我的稿件。發表在 2010 年 9 月-2011 年 2 月《天愛》上的六篇《變星觀測攻略》，雖然現在看來寫得有些倉促，字句有欠斟酌，錯字也很有一些，但確是誠心希望它們能早日對愛好者朋友有所幫助。受 AAVSO “Variable Stars of the Season” 的啓發，我和李鑒老師商議從 2010 年 11 月起在《天文愛好者》上連載 12 篇《本月變星》/《每月變星》，為讀者提供即時的變星資訊。雖然受雜誌本身特點的限制，我們仍然不能提供像新星甚至是超新星的即時資訊，但是我們對長週期變星和半週期變星的預報，甚至對我自己的觀測也時有幫助，使我頗感欣慰。變星觀測也好，天文科普也好，這樣的大事業，似乎少了哪個人人都並沒有什麼。但無論如何，我在這份壯麗事業的創造者之列——這難道還不是我所能享有的最光榮的稱號嗎？

在中國，知道變星，知道 AAVSO 的愛好者並不多。在 2009 年的 AAVSO 年報中，我曾遺憾地看到，上報資料的中國愛好者竟只有一個人！但在與 AAVSO 諸位老師的交流中，我瞭解到中國愛好者的重要。Matthew Templeton 博士曾熱情地對我說，有了中國愛好者的加入，AAVSO 的觀測者就能覆蓋全經度，可以不間斷地進行“接力”監測了！我們的資料會有意義：這是對中國變星觀測者價值最大的肯定，但我也深深體會到我們在這方面工作的不足。在最美好的中學時代，變星成為我最大的樂趣之一，更確切地說，是我最好的朋友。在觀測流星雨的時候，我總不免癡癡地生出些甜蜜的幻想來：戀人相依在一起，欣賞天際劃過的流星，那是多麼美麗動人的情景啊！流星的氣質，與那夏夜銀河的，多少都是優雅。但變星卻是孤獨的。流星觀測當然辛苦，但多少還能有些美妙的想望；可在夜深人靜之際，有誰會惦念那滴水成冰的荒郊野外的一位變星觀測者的辛勞呢？然而，正是與這位孤獨的朋友相伴，使我習慣了孤獨，依戀起孤獨來。有道是，“必自立而能立於人”，又云“幸福源在獨處時”。故當先置德靈於心，才氣於身，而後求諧同於他人。如此，縱他人永不諧我，我亦自諧。至於摯友、伴侶，天之恩賜也。自諧者，生活之幸福已翩然至，何急求於人耶？

孤獨的幸福，然而溫暖的友誼，這便是變星和 AAVSO 在我生命最美好的三年裡留下的永遠的痕跡。

譯序

譯者有心翻譯這本手冊，大概是兩年前的事情了。當時偶見《手冊》之中譯，文字甚為難懂。這當然不能責怪原譯者，畢竟不在中國生活多年，中文又係世界極難之語言，生疏之後寫作難免不夠通順。但是這責任難道不應落在我輩中國學人肩上麼？我便憑初生牛犢之心，奮力著手翻譯。但當時英語基礎甚薄，譯過幾段便不得不擱筆了。前幾日重校那幾段文字，竟發現好些令人捧腹之誤讀，可見當時學力著實甚弱。然而雖初試受挫，我卻始終掛念著這份中譯：一方面願有高人重譯，為國內愛好者造福，另一方面也願自己早日能親自把它介紹給國內天文圈。經過前年春幾乎字字查詞典地譯出了一篇介紹北冕座 R 型變星的文章，後又自作了數篇變星觀測方法的介紹文章，重新起筆翻譯這本《手冊》約是去年九月。是時剛從波蘭參加天文競賽結束回國，又恰獲知 M101 星系中超新星 SN 2011FE 爆發的消息，甚為激動。雖由於正值高三，不得不放棄全部野外觀測計畫而終於沒能一睹其芳容，但激蕩的心潮卻使我重想起《手冊》剛起頭的譯稿來。

說實話，在這次打算翻譯《手冊》之前，我幾乎全部的觀測技術和經驗都是從實踐中得來的。因此，在翻譯的四個月裡，我常有這樣的疑慮：既然自己都能全憑實踐獲得至少看來是足夠用的觀測經驗，這本指導性的《手冊》的意義何在？再者，以自己接觸 AAVSO 的經歷，相互交流時英語是必不可缺的，然而既然有能力閱讀英文，又何以有讀者會來讀這本中譯呢？關於第一個問題，這實際上是對總結性書籍存在意義的普遍質疑。然而，一旦工作起來，每當我有這樣的想法，不消幾天它定能自然消退，而我便能重又信心滿滿地繼續翻譯。這是因為，很顯然地，即使經過三年半的觀測實踐，甚至自己還撰文介紹這個領域，但在這本《手冊》當中，我還是能不時地發現很多極有教益的見解、極為實用的經驗和極富新意的創造。它們不斷地告訴我說：“先生，您對‘教科書’這個詞的成見恐怕太深了。”第二個問題則是對譯文存在意義的質疑。我不得不承認，這個質疑實在是太站不住腳了：難道所有文章一定要是為立志走出國門的讀者看的嗎？前幾日讀到摩西·孟德爾松翻譯盧梭《論不平等》為德文的故事，若有所悟：難道德國民眾要啓蒙，便非要去讀盧梭先生的法文著作不可？由此看來，認為讀者若想學習文章內容，就非要學習原文語言，甚至認為如果不懂原文語言，從譯文中不可能得到教益，這種無端歧視外語薄弱讀者對文章內容學習和領悟能力的想法，大概只是譯者因業巨力薄而灰心時找的藉口罷。

《手冊》原文系 2010 年修訂版，以今 2012 年看來，實屬舊版，而其舊又尤以涉及網路之內容為甚。自原文出版以來，AAVSO 網站已換面數次，增刪了很多內容，故每涉及一處連結，譯者皆小心求證，除特殊說明之外，盡已將原文更正以為新版網站可用。《手冊》所引用的網站中的操作介面，亦已更新。特別要說明的是，因“變星繪圖器”的新版操作介面與上一版相比更新不少，故譯者將第二章相關文字的順序做了較大調整，並增刪了一些段落。在附錄三的列表中，譯者增加了幾種中國讀者易於得到的、對變星觀測可能有用的星圖。正文中的人名，對於歷史人物，皆直接翻譯為漢語，並附一張人名索引表於全書最後；對於當代人名，第一次出現時在中譯名後加括弧寫出原文。附錄四中除極知名的項目、人名或地名譯為漢語，其餘皆保持原文（此因譯者才疏學淺，不敢保證全譯正確之故；《天文愛好者》雜誌曾有連載文章介紹諸巡天項目，讀者有心可閱之）。為使版面儘量與原文一致，也由於譯者實在無精力將每一處更改附於最後，對於原文中一些明顯的錯誤或說明未清、易引起歧義之處，譯文中皆直接做了修改，並未特別標明。

誠願這本譯文能激發廣大中文世界天文愛好者們對目視變星觀測這個領域的興趣，並對讀者諸君有所裨益！

譯者 二〇一二年一月於北京家中

2010 修訂版前言

我們非常高興能向讀者呈獻出這本修訂版《目視變星觀測手冊》。這本手冊意在給讀者進行變星觀測提供一個全面的導引。這本手冊將為您提供由專家撰寫的變星觀測方法，以及如何向 AAVSO 報告您的觀測資料。

如果您是一個觀測新手，這本手冊將是很重要並且實用的工具——在這裡您可以找到開始進行變星觀測所需要的所有資訊。而如果是一個老手，您也會發現這是一本實用的參考書、查找方便的資料書或是用來溫習觀測方法的教科書，它將幫助您探索變星觀測的新領域。

這本手冊將帶領您熟悉變星觀測的標準程式——這對於進行觀測和把資料提交給 AAVSO 非常重要。

您會發現這本手冊中的資訊編排方式非常實用：章節的安排按照難度和主題的順序。手冊中有很多獨立的資料頁，以便觀測者將這些重要資料單獨拿出，夾在觀測記錄本或塑膠夾裡。

無論您是初學者還是一位有經驗的觀測者，或者您僅僅是希望瞭解更多有關變星觀測的知識，我們都希望這本手冊能幫助您學習變星觀測的基礎知識，提高您使用望遠鏡觀測的水準，還有就是能讓您在為變星天文學事業做出貢獻時感到享受和滿足。

這本手冊中的資訊是由 AAVSO 技術組的薩拉·J·柏克（Sara J. Beck）從 AAVSO 的各種出版物中收集並整理的。我真誠地感謝薩拉為準備這本手冊做出的優秀的工作。

另外，很多 AAVSO 會員和總部的工作人員為這本手冊貢獻了有價值的意見和建議。非常感謝卡爾·費埃爾（Carl Feehrer）、彼得·吉爾博特（Peter Guilbault）、蓋因·漢森（Gene Hanson）、哈頓·梅納里（Haldun Menali）、保羅·諾里斯（Paul Norris）、約翰·歐奈爾（John O'Neill）、倫·洛伊爾（Ron Royer）、邁克爾·薩拉迪伽（Michael Saladyga）、麥克·西蒙森（Mike Simonsen）和道·韋爾奇（Doug Welch）。

阿納·A·漢頓（Arne A. Henden）

AAVSO 主任

……事實上，只有在變星觀測領域，業餘愛好者才能讓他們並不昂貴的器材實際地派上用場，更進一步說，在更廣闊的領域裡應用於對科學知識的探求。

—— 威廉·泰勒·歐科特，1911

目錄

前言	iii
引言	v-vi
什麼是變星？	v
為什麼要研究變星？	v
目視觀測的價值是甚麼？	v
AAVSO 是什麼？	vi
對天文組知的服務	vi
對觀測者和教育者的服務	vi
第 1 章 準備工作	1-5
制定觀測計畫	1
需要的器材	3
第 2 章 變星星圖	6-10
第 3 章 進行觀測	11-18
觀測步驟說明	11
另外的觀測提示	13-17
視野	13
證認星圖中的方向	13-14
星等標度	15
極限星等	15-16
變星的證認	16
估計變星的亮度	16-17
保留記錄	17
第 4 章 關於變星	19-27
變星的命名	19
<i>哈佛編號和 AUID</i>	19-21
表 4.1 星座名稱及簡寫	20
變星的類型	23-27
<i>什麼是光變曲線？</i>	23
第 5 章 確定日期	28-33
逐步說明	28
計算範例	29
第 6 章 制定一個觀測計畫	34-36
制定一個計畫	34
一般的觀測流程	35
一些有用的 AAVSO 出版物	36
第 7 章 向 AAVSO 提交觀測結果	37-41
提交報告	37-38
AAVSO 目視報告格式	39-41
第 8 章 觀測示範	42-49
附錄 1 變星的長期光變曲線樣本	50-57
附錄 2 AAVSO 諸專項小組	58
附錄 3 更多資源	59-60
附錄 4 變星的名字	61-63
索引	64

引言

什麼是變星？

變星指那些亮度變化的恆星。在誕生之初和步入老年時恆星的亮度往往會波動。亮度變化的原因可能是內在的（膨脹、收縮、爆發等），也可能是外在的因素，比如幾顆恆星相互的掩食。到 2009 年大約有 25 萬已知或疑似的變星被編號。如果測量足夠精確，大多數恆星——包括太陽和北極星——其亮度都有變化。

為什麼要研究變星？

對變星的研究是非常重要的，因為它提供了恆星物理屬性、自然狀態和演化的基本資訊。通過變星的觀測資料，我們可以確定它們的距離、質量、半徑、內部及外部結構、組成、溫度和光度等參數。由於專業天文學家根本不可能有時間和資源去整合數千顆變星亮度變化的資料，業餘者通過觀測變星並向 AAVSO 或類似組織提交他們的觀測資料，就會為科學做出切實有用的貢獻。

在 19 世紀中期，編製《波恩巡天星圖及星表》的德國天文學家弗里德里希·威廉·奧古斯特·阿爾格蘭德（1799–1875）最早意識到了認真的業餘觀測者貢獻的重要性。1844 年，當只有 30 顆變星被確認時，阿爾格蘭德在一篇文章中寫到：“……我迫切地要把這些至今一直被嚴重忽視的變星放到所有熱愛星空的人們的心中。希望你們能將有益的工作與樂趣結合起來，在為增加人類的知識做出重要貢獻的同時增加自己的快樂……”現在又何嘗不是如此呢？

目視觀測的價值是什麼？

近來有很多關於目視觀測者怎樣才能對科學做出真正貢獻的討論。什麼樣的變星讓天文學家感興趣？什麼樣的觀測最有可能帶來對恆星性質的新的瞭解？CCD 擁有更高的精確度，無數的巡天項目覆蓋天空；當它們越來越多，如果想要對科學做出有意義的貢獻，目視觀測者將不得不更有選擇性地進行觀測。但是目視觀測者還是有很多可以觀測的目標。

沒有任何一個巡天項目能夠在每個夜晚用所有波段對全天進行觀測。舉個例子，ASAS-3 大約每三個晚上為一個輪次。它在 V 波段的有效觀測亮度範圍是 8 到 13.5 等，並且只觀測南天極到大約赤緯+28 度的天區。因此，如果不考慮 ASAS 正在準備的一個類似的北天巡天，那麼 ASAS-3 覆蓋範圍以北的廣大天區對目視觀測者來說就仍是可用的目標。不能保證這些資料會釋出——還有一些巡天也正在進行，但這些資料也並沒有釋出。所以，在它們釋出之前，這些巡天絲毫不會影響到目視觀測的價值。

對於目視觀測者來說還有很多目標可以監測。這些變星的活動要求更高的觀測頻率——如果我們的觀測耽誤了幾天，對它們的科學研究就幾乎不可能了。這些活動包括激變星的爆發、北冕座 R 型變星急速的變暗以及其它一些不尋常的快速的活動。

大多數巡天並不花太多時間觀測正在接近太陽的恆星，同時對早晨天空中剛剛離開太陽的恆星也沒有足夠的關注。所以觀測日落後很快落下或黎明前剛升起的恆星對目視觀測者來說將有很大收穫。

沒有巡天項目能觀測亮於 8 等的恆星，獨立的 CCD 觀測者也傾向於避開這樣亮度的恆星。能達到這個亮度，或者總是比它亮的恆星，將是留給目視觀測者進行長期觀測的好目標。如今，裸眼與雙筒變星是留給目視觀測者的領域。

同時，擁有可以觀測到暗於 13 等恆星的大望遠鏡的觀測者，仍然可以通過觀測亮度在 ASAS 星等覆蓋下限與很多計畫中的新巡天的星等上限之間的星，為科學做出貢獻。

AAVSO 是什麼？

美國變星觀測者協會（AAVSO）是由對變星感興趣的業餘愛好者與專業天文學家們組成的一個全球性非盈利的從事科學、教育事業的組織。1911 年由一位執業律師兼業餘天文學家威廉·泰勒·歐科特和哈佛大學天文臺主任愛德華·C·皮克林創建，一直到 1954 年成爲一個獨立的非官方研究組織之前，AAVSO 都是哈佛大學天文臺的一部分。我們的宗旨始終是：將業餘觀測者的大量變星觀測資料統一標準，以及收集、評估、分析、出版並存檔，使專業天文學家、教育者和學生能夠使用它們。總部設在美國麻塞諸塞州劍橋的 AAVSO 是世界上最大的變星觀測者協會：到 2009 年，我們已有 47 個國家的超過 2000 位會員。

到 2009 年，AAVSO 的檔案中共保存了對超過 11,000 顆恆星的超過 180 萬個觀測。來自世界各地的超過 1500 名觀測者每年可以提交大約 100 萬觀測資料。這些觀測在檢查並沒有發現錯誤後就進入到 AAVSO 國際資料庫中。這個資料庫是 1911 年以來 AAVSO 的所有觀測者們能力、熱忱和忘我精神的結晶。

對天文組織的服務

AAVSO 的資料，包括出版的和未出版的，都可通過 AAVSO 網站（<http://www.aavso.org>）或通過向 AAVSO 總部提出申請向全世界天文學家發送。天文學家們可能因爲以下原因需要 AAVSO 的服務：

1. 某些不尋常的恆星活動的即時資訊；
2. 協助制定及執行用陸基大望遠鏡或衛星上的儀器進行的變星觀測專案；
3. 在陸基或太空望遠鏡觀測時協助對目標星的光學觀測並即時提供它們的活動情況；
4. 包含有對應的光譜、測光、偏振及多波段觀測等資料的 AAVSO 光學觀測資料；
5. 用 AAVSO 的長期資料對恆星的活動進行統計分析。

AAVSO 與專業天文學家間關於即時資訊和多波段觀測的合作使很多觀測項目得以順利進行，尤其是那些使用衛星的項目。其中包括 Apollo-Soyuz、HEAO 1、HEAO 2、IUE、EXOSAT、HIPPARCOS、HST、RXTE、EUVE、Chandra、XMM-Newton、Gravity Probe B、CGRO、HETE-2、Swift 和 INTEGRAL 等衛星的觀測。由於 AAVSO 的即時通知，它們得以觀測到很多極爲罕見的天體活動。

對觀測者和教育者的服務

通過接收變星觀測者的觀測資料，把它們收錄進 AAVSO 資料庫並公開以使它們能爲專業天文學家所用，AAVSO 幫助愛好者爲天文學做出了貢獻。當您的觀測資料進入 AAVSO 國際資料庫，未來的研究就可以用到它們了，因此您也就有機會爲未來及現在的科學研究做出貢獻。

根據各人的要求，AAVSO 可以幫助個人觀測者、天文俱樂部、小學、中學或大學等制定合適的觀測方案。這樣，觀測者、學生和大學的天文系就可以最大程度地利用好他們的資源，進行有價值的科學研究。AAVSO 也可以協助傳授觀測技術以及爲觀測方案中應包含哪些星提供建議。

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7x50 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。

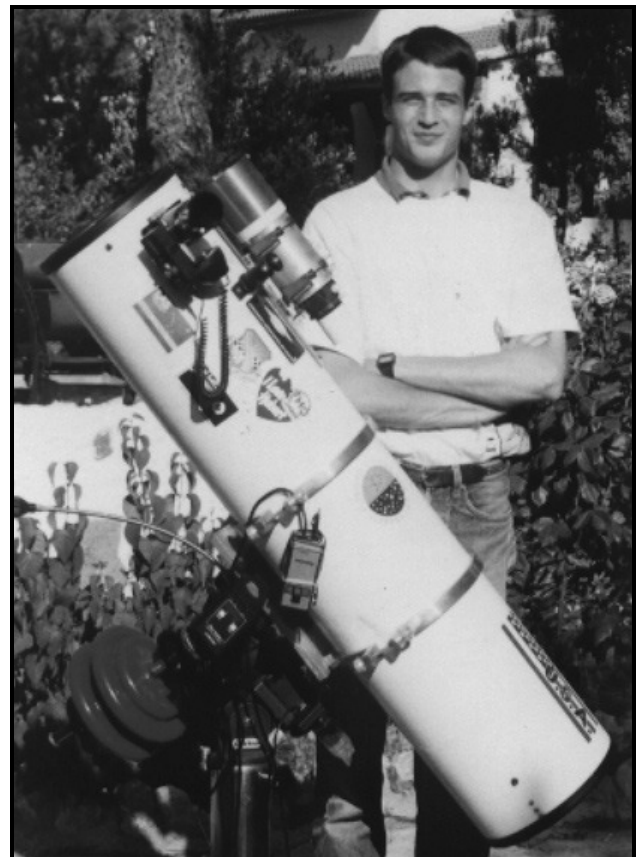
天文望遠鏡——在變星觀測領域，沒有所謂“理想”的天文望遠鏡：每一台鏡子都有它獨特的優勢。作為變星觀測者，您可以使用任何品牌、任何規格、任何種類的望遠鏡。您自己的望遠鏡就是最好的！在變星觀測者中最流行的是口徑 15cm（6 英寸）或更大的短焦（F/4 到 F/8）牛頓式反射望遠鏡。它們通常比其它設計要便宜得多，而且相對容易製造。近幾年來，施密特-卡塞格林式和馬克蘇托夫式望遠鏡，憑藉它們緊湊的設計，在觀測者中也頗受歡迎。

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。

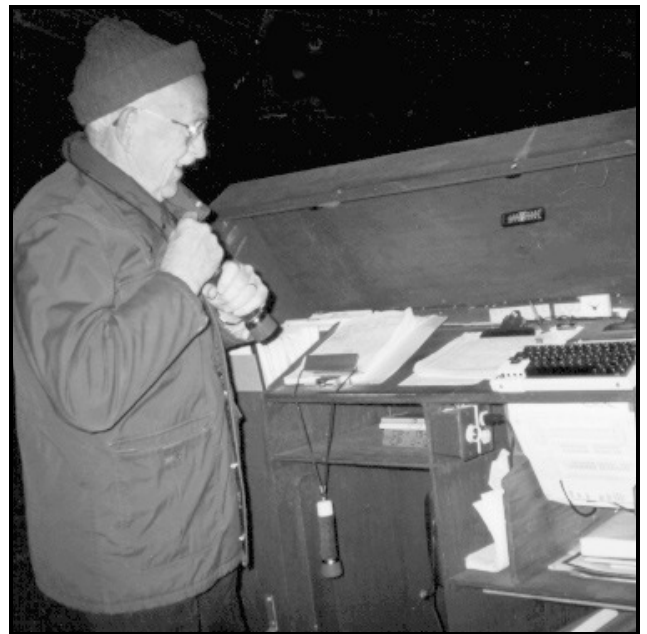
有很多方法可以校準您的錶，比如使用 GPS 或者使用通過無線電接收校準信號的錶。在網路上您也可以找到精確的時間，比如美國的 USNO Master Clock (請訪問 <http://tycho.usno.navy.mil/simpletime.html>)，Windows 系統本身也有與網路時間同步的功能。另外，在臺灣，也有地方提供電話報時服務，報時電話為 117。

保留觀測記錄的方法

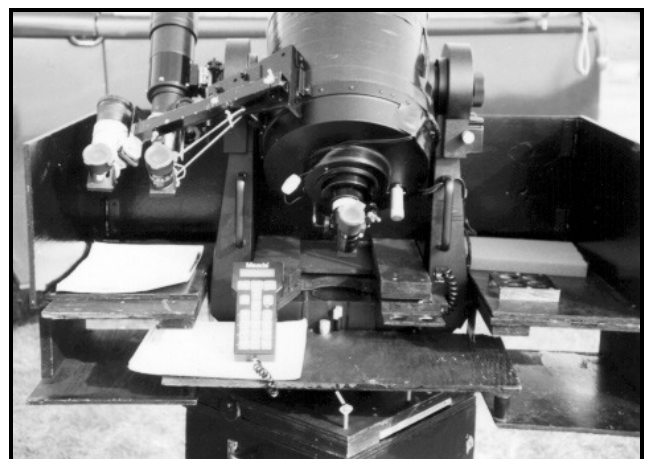
您需要一種方法使您的觀測記錄有效地保留下來。在這方面，觀測者們發明了很多不同的方法。有些人會把一夜的所有資料寫到觀測日誌裡，以後再把它們抄寫到以不同的星分類的資料單裡。另一些人會將各變星的資料表放望遠鏡旁邊，觀測時隨手就能拿到，並把觀測結果記錄到上面。還有一些人乾脆直接把他們的資料登錄到電腦裡。無論使用哪種方法，非常重要的一點是，您一定不要使自己的觀測受到之前記錄的影響。另外，在記錄下每顆星的資料後，都請您立即仔細地檢查一下您記錄的資料是否準確。

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”

第 2 章—變星星圖

找到一顆變星所在的位置是一項需要學習的技能。您需要使用標有標準目視星等序列比較星的尋星及認證星圖，這樣您的觀測才能準確而有效。我們建議您使用這樣的星圖，因為它可以避免因所使用的序列不同而導致的同一顆比較星亮度卻不一樣的尷尬情況。

現在，您可以通過 AAVSO 網站上線上的變星繪圖器（Variable Star Plotter，VSP）生成標準的 AAVSO 認證星圖。它們已經完全替代了以前那些古老的、天區位置固定的紙本或電子星圖。

VSP 小指南

我們將通過一個簡單而典型的例子（獅子座 R）向您演示生成一張星圖是多麼容易。閱讀時請參考圖 2.2。

首先，進入 VSP 網頁（<http://www.aavso.org/vsp>）操作介面。

1. 在 Name 欄輸入您要找的變星的名字（比如這裡是 R Leo），不用區分大小寫。
2. 在 “Predefined Chart Scale” 下拉框中選擇星圖的規格。在本例中我們選擇 “B”（相當於視野 3.0 度）。
3. 其餘欄均不做改動即可。
4. 按一下 “Plot Chart” 按鈕。

然後一個新的視窗會打開並以 png 格式顯示出星圖，您可以列印或保存這張星圖。在本例中生成的星圖如圖 2.1 所示。

接下來我們將為您一一說明在 VSP 中各填選框的意義。在後面標有星號（*）的是必填/選項目。

在剛開始的時候，我們建議您在預設的星圖規格中選擇。您觀測所需的星圖的規格取決於您所使用的器材，表 2.1 給出了詳細的說明。“快速製圖” 為您提供了選擇預設星圖的途徑：

Name*（星名）——輸入變星的名字（變星的命名將在本手冊第 4 章詳細敘述）。

PREDEFINED CHART SCALE*（預設規格）——這個下拉框允許您按照老式的星圖規格設置星圖的視野。在選框中您會看到這些代碼：“A”、“B”等等。“A”表示星圖的視野 15 度，極限星等 9 等。

“B”表示星圖的視野 3 度，極限星等 11 等。您需要使用一張或一系列的認證星圖：以能覆蓋您所觀測目標的光變範圍為準。當然，這和您使用的器材的極限星等也有關係。表 2.1 列出了各種規格星圖的更詳細的情況。

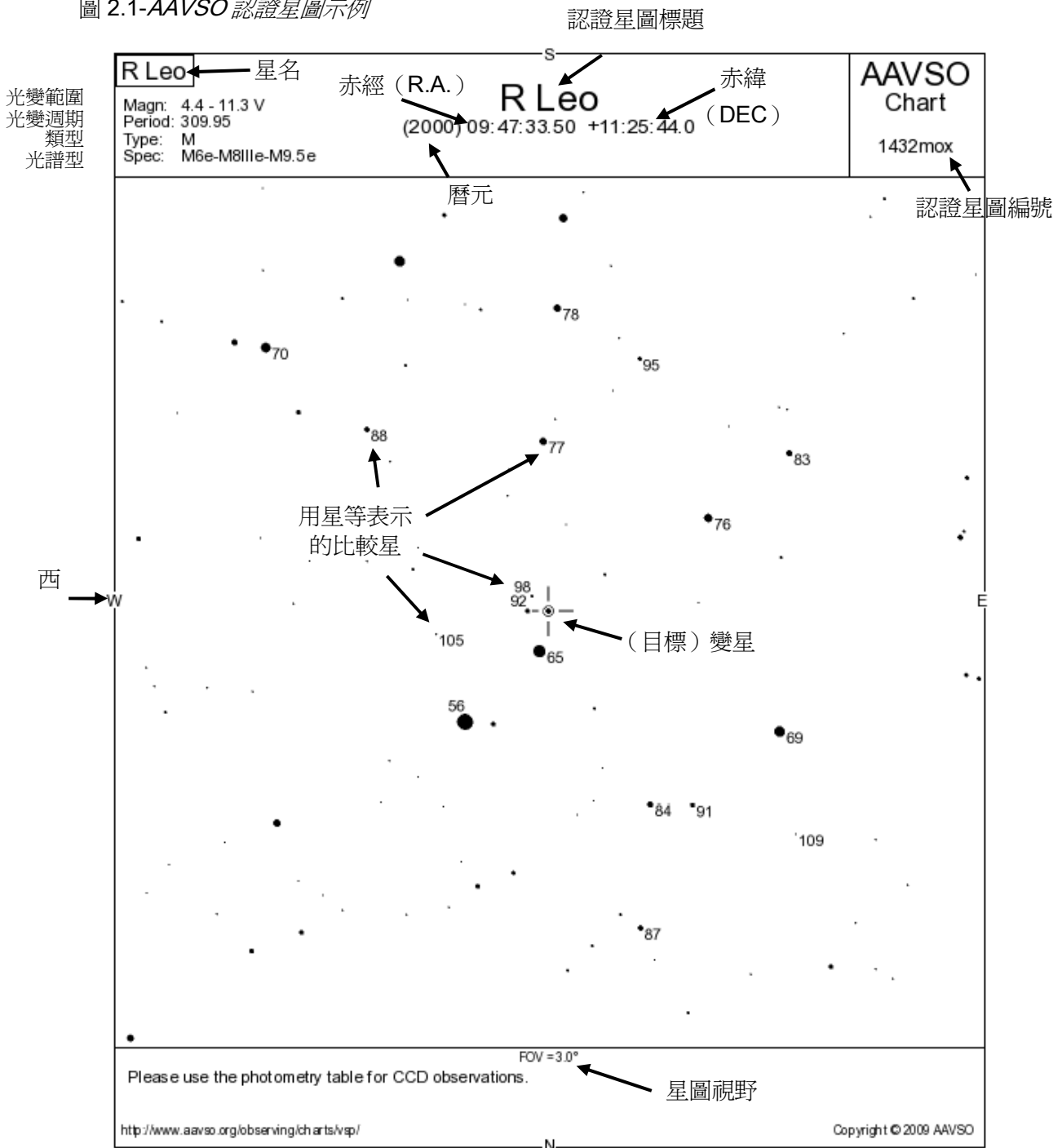
CHART ORIENTATION*（星圖中的方向）——“Reversed”表示星圖是鏡像的，鏡像的星圖中東西方向是顛倒的，這是為那些光路中有奇數個反射表面的望遠鏡（如施密特-卡塞格林系統或帶有 90 度天頂鏡的折射鏡）準備的。詳見第 3 章 13、14 頁。

Field Photometry*（測光）——這個選項是為 CCD 或 PEP 觀測者準備的。他們可能會需要獲得比較星的更精確的測光數據。選擇 “Photometry Table”，您將會得到一張多波段測光的表格，而不再是一張星圖。

當您的經驗愈來愈豐富，您會希望按自己的需要製作星圖。您會輸入自己想要的視野（0-900 角分），而不是使用預設的規格。如果您觀測的是一顆在密集的銀河裡的變星，您可能會希望調整極限星等以減少過密的星場。您也可以通過改變北和東的方向來改變星圖中的方向。下面是“自己設定製圖參數”時可能需要填/選的：

Chart ID（認證星圖編號）——每次生成的認證星圖都有它唯一的編號，標記在星圖的右上角。在報告您的觀測時，會需要這個由數字和字母組成的編號。如果您想重新繪製一幅之前生成過的星圖（比如它不小心丟失了），那麼您可以在 Chart ID 欄中輸入那張星圖的編號，這樣就相當於複製了原來的那幅星圖，所有當初的設置都不會改變。當您希望與其他人分享您使用的星圖的數據時，也可以使用這種方法。

圖 2.1-AAVSO 認證星圖示例



Location (位置) ——輸入您希望作為星圖中心的赤經 (R.A.) 和赤緯 (DEC) 位置。如果您輸入的是座標，那麼您一定要用空格 “ ” 或冒號 “:” 將座標的時/度、分、秒隔開。如果您想通過變星名稱繪圖，請在“快速製圖”部分填上它，這裡可空，其餘不變。

Title (標題) ——標題指的是您希望顯示在星圖最頂部的詞或短句。標題欄不是必須輸入的，不過一個簡潔的標題將會非常實用。一個包含星名和星圖樣

式的標題，比如“獅子座 R，規格 B”。標題較大的字型大小在夜間將更容易辨認，而標出星圖的規格將會使觀測方便許多。如果您在這一欄中不輸入內容，星名將會自動出現在生成星圖的標題位置上。

Comment (注解) ——注解欄同樣可以什麼也不填，但如果您生成的星圖有特殊的用途而又在標題中解釋不清楚，那麼您就可以在這裡說明。注解將會出現在生成星圖的最底部。

FOV* (視野) ——這是指以角分度量的星圖的視野 (field of view)。可輸入的數值範圍是 0-900 (角分)。如果您已經使用了 “Plot a chart of this scale” 下拉清單，這一欄會由系統自動輸入。

Mag. Limit* (極限星等) ——指星圖視場中的極限星等。也就是說比這個星等暗的星將不會在生成的星圖上繪出。請注意不要把極限星等設得太暗，因為如果您要繪製的天區在銀河區域，那麼您有可能因此得到一幅完全被黑點充滿的星圖！

Resolution* (解析度) ——這將影響您在電腦螢幕上看到的認證星圖的大小。解析度 75dpi 是大多數網頁默認的設置，更高的解析度將提供更高的圖像品質，但圖片也會更大，這樣它可能就不能直接列印到一頁紙上。如果您對此不是很瞭解，或許使用預設值是最好的選擇。

North/East* (方向) ——這一欄是您用來根據自己的器材制定星圖中的方向的。例如，當您使用雙筒鏡時，您就應該為您需要的星圖選擇 North up (上北)、East left (左東)。如果您使用的是一台裝有 90 度天頂鏡的施卡鏡或折射鏡，您可以選擇鏡像的星圖 (AR、BR、CR，等等)，或者選擇 North down (下北)、East left (左東)。您可以在第 3 章中瞭解到更多關於星圖中的方向的知識。

DSS Image* (DSS 圖像) ——在預設情況下，繪製出的是以實心圓代表恆星的黑白的星圖。如果您希望生成一張真實的天區的照片，選擇 “Yes”，系統就會為您繪製一幅數位化的巡天底片的圖片。在這種模式下繪製將會比不用它花費多得多的時間，因此除非有特殊需要 (如河外星系的超新星觀測)，我們不建議您使用。

Other Variables* (其它變星) ——有時候，在一個區域可以找到不只一顆變星。如果您希望顯示這些變星 (除了位於中心的您輸入的變星之外)，請注意後兩個選項。《變星總表》(GCVS) 中一般都是較知名的變星；而如果您選擇了 “All” (標出視場中所有的變星)，則視場中將會標出很多新發現的疑似的變星，它們很可能會使視場變得擁擠不堪。

“LABELS TO HAVE LINES” (比較星標籤與星連線)

“OUTPUT” (輸出格式：輸出網頁還是列印格式?)

表 2.1-認證星圖規格

	比例尺 (張角/毫米)	視野	適合的望遠鏡
A	5 角分	15 度	雙筒鏡
B	1 角分	3 度	小口徑望遠鏡
C	40 角秒	2 度	3-4 吋
D	20 角秒	1 度	>4 吋 (106mm)
E	10 角秒	30 角分	大口徑望遠鏡
F	5 角秒	15 角分	大口徑望遠鏡
G	2.5 角秒	7.5 角分	大口徑望遠鏡

有關認證星圖的描述

每張星圖的左上角部分都為您提供了關於這顆變星的很多訊息。首先是它的名字，在名字下面分別是：光變範圍、光變週期、變星類型和光譜類型。這顆變星曆元 2000 的位置在星圖的標題下面給出，其中赤經的座標以時、分、秒度量，赤緯的座標以度、分、秒度量。這張星圖最後更新的時間顯示在星圖的右下角。星圖的視野會以角度或角分為單位標記在星圖下方的空白處。AAVSO 星圖用白色背景上的黑色實心圓點來表示恆星；圓點的大小，尤其是對比較星來說，表明了它的相對亮度。當然，您在望遠鏡裡實際看到的恆星都會是點狀的。

星圖的右上角顯示的是這張認證星圖的編號。每張星圖都有自己唯一的編號，並且在提交觀測報告時您需要輸入這個編號 (見第 7 章)。您或其他任何人都可以用這個編號再次生成這張星圖 (再次生成時您只需要在 Chart ID 欄輸入這個編號即可。在我們這個例子中，它就是 “1432mox”)。

在變星周圍的一些我們知道它們具有穩定亮度的恆星，我們稱為 “比較星”。我們可以通過它們對變星的亮度進行估計。要辨識一顆星是否是比較星，就看它是否在星圖中被標出了星等。我們在星圖上標出的星等保留了一位小數，並且省略了小數點以避免跟星點混淆。比如，“6.5 等” 在星圖中將標記為 “65”。通常情況下，星等標記的文字方塊的一角會剛好位於它所標記的星的圓點的邊緣；實在做不到時我們則會在它們之間連上一條短線。您也可以選擇全部連上線。

圖 2.2-變星繪圖器 (VSP) 操作介面

VARIABLE STAR PLOTTER

WHAT IS THIS?

The Variable Star Plotter (VSP) is the AAVSO's online chart plotting program that dynamically plots star charts for any location on the sky, or for any named object currently in the Variable Star Index (VSX). By creating charts this way, every chart utilizes the most current data available. Through the use of unique Chart IDs generated by the Variable Star Plotter, one user can plot a chart, and another user in different part of the world can plot an identical chart by simply using the same Chart ID. The Variable Star Plotter is the tool you should use to create any chart that you would like to use.

WHAT CAN I DO?

By entering an object name or its coordinates on the sky, the Variable Star Plotter can produce a star chart for that object or location, and tailor it to your specific observing requirements. Many different parameters are adjustable via this interface, allowing you to get the perfect chart for the job. Customizable field of view, print resolution, magnitude limit, and orientation can be set for any chart plotted, or these values can be auto-assigned by selecting from one of the legacy chart scales familiar to many of our long-time observers. The charts produced by this tool include comparison star sequences for visual magnitude estimations.

HOW CAN I GET HELP?

We have two help guides available for the Variable Star Plotter in Portable Document Format (PDF). These document may be read using the free Adobe Reader program. The One-page Help Guide is a concise reference sheet for the VSP interface, and the Detailed Help Guide is a more in-depth narrative on how to use this tool. If you need further assistance, send us an E-mail at aavso@aavso.org. We also have instructions for a GET method API to directly plot charts from your web site or custom software.

PLOT A QUICK CHART... 快速製圖...

WHAT IS THE NAME, DESIGNATION, OR AUID OF THE OBJECT?
Required if no coordinates are provided below

R Leo
星名：獅子座 R

CHOOSE A PREDEFINED CHART SCALE
A is larger, slower; G is smaller, faster.

B

以“B”規格製圖

CHOOSE A CHART ORIENTATION

Visual
 Reversed
 CCD

DO YOU WANT A CHART OR A LIST OF FIELD PHOTOMETRY?

Chart
 Photometry Table

自己設定製圖參數

PLOT CHART

OR CUSTOMIZE YOUR CHART

DO YOU HAVE A CHART ID?
A Chart ID will allow you to reproduce prior charts

PLOT ON COORDINATES
Required if no name is provided above

赤經

RIGHT ASCENSION

赤緯

DECLINATION

WHAT WILL THE TITLE FOR THIS CHART BE?
Displayed at the top-center of the chart

標題

WHAT COMMENTS SHOULD BE DISPLAYED ON THE CHART?
Displayed beneath the chart star field

註解

MISCELLANEOUS OPTIONS

180	FIELD OF VIEW *	視野：180 角分
11	MAGNITUDE LIMIT *	極限星等：11 等
75	RESOLUTION *	解析度：75dpi

WHAT NORTH-SOUTH ORIENTATION WOULD YOU LIKE?

North Up
 North Down

WHAT EAST-WEST ORIENTATION WOULD YOU LIKE? 方向

East Right
 East Left

WOULD YOU LIKE TO DISPLAY A DSS IMAGE ON THE CHART?
If Yes, retrieves and displays an image from the Digitized Sky Survey

No
 Yes

WHAT OTHER VARIABLE STARS SHOULD BE MARKED?

None
 GCVS only
 All

WOULD YOU LIKE ALL MAGNITUDE LABELS TO HAVE LINES?
If Yes, this will force lines to be drawn from all magnitude labels to the stars

No
 Yes

HOW WOULD YOU LIKE THE OUTPUT?
If HTML, headers/footers and other extra information will be shown

HTML
 Printable

重設

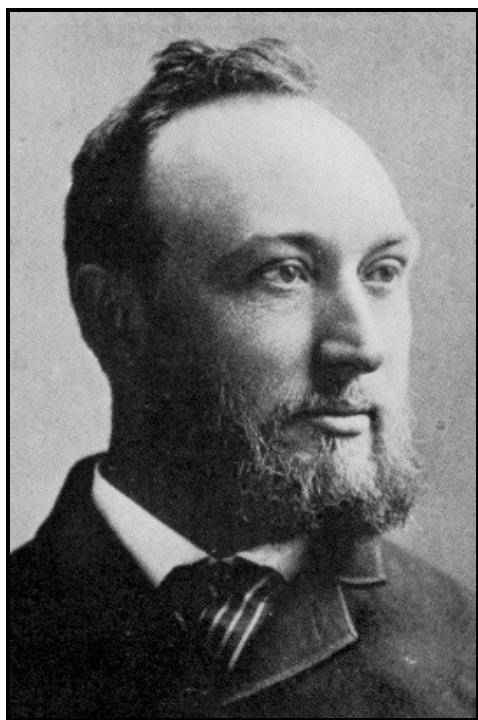
RESET ALL

繪圖

PLOT CHART

第一張變星星圖……

如果有非常多的愛好者能夠進入變星觀測領域，對變星亮度的測量資料將會有足夠小的誤差和必要的連貫性。19 世紀 90 年代中期，哈佛大學天文臺主任愛德華·C·皮克林找到了讓愛好者順利進入的關鍵——給他們提供選定的標出了亮度的比較星標準序列。對於變星觀測初學者來說，變星觀測於是變得容易多了。他們不必再使用以前繁瑣的方法（由威廉·赫歇爾發明，並由阿格蘭德推廣及改進的一種觀測變星亮度的方法），因此也不必像以前那樣一個人花費大量時間和精力自己去做出一條光變曲線了。（一個人做光變曲線的主要困難在於需要足夠密集和精確的資料，而這當中任何一點都足以把初學者拒之門外了。）

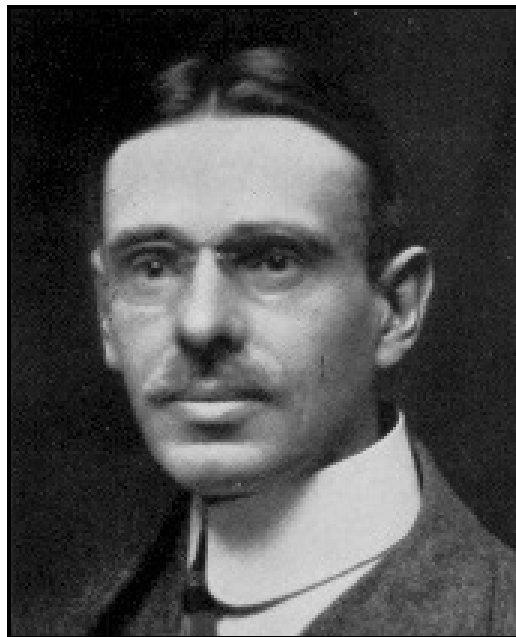


愛德華·C·皮克林

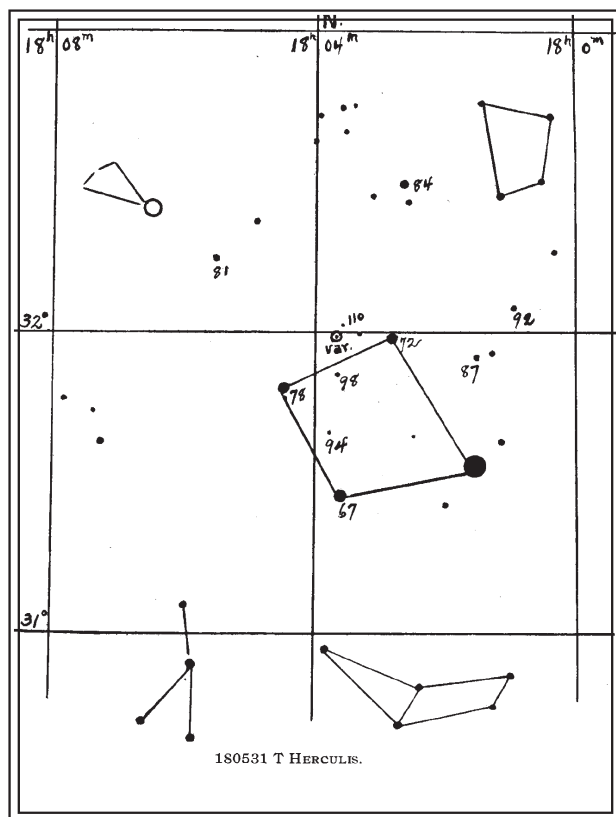
皮克林（以及後來 AAVSO 的共同建立者威廉·泰勒·歐科特）首先為變星觀測者們提供了一系列標有變星和它需要的比較星的認證星圖。這些星圖以德國《波恩巡天星圖》為基礎，此時比較星還是以字母（a、b、c 等）標記的。

1906 年，皮克林對認證星圖的格式做了重要的改進，這與後來的變星觀測方法有著密切的關係。他把序列中比較星的仿視星等直接標到由照相底片複印得到的星圖上。觀測變星時，通過直接把變星的亮度

與比它亮和比它暗的兩顆比較星進行比較，用兩顆比較星的星等值定出變星的星等。這個方法現在已經成為變星觀測的標準方法。



威廉·泰勒·歐科特



一張早期的變星認證星圖。由 E·C·皮克林提供，W·T·歐科特在他 1911 年廣受歡迎的天文學文章《天文愛好者用小型望遠鏡進行的變星工作》中引用過它。

第 3 章—進行觀測

觀測步驟說明

1. 找到天區——使用一本星圖集或者活動星圖，找到要觀測的變星所在的天區。如果您對星座非常熟悉，在這一步時它會對您很有幫助。然後拿出您的“A”或“B”規格的星圖，並把它對向您剛才找到的天區，使它與您看到的天空吻合好。

2a. 找到變星（使用尋星鏡/紅點尋星鏡）——仔細觀察“A”或“B”規格的認證星圖，找出一顆在變星附近的亮星作為“導引星”，然後您需要在天空中找到它。如果用肉眼無法找到（比如有月光或其它不利條件），您可以使用尋星鏡或者一隻倍率非常低、視野較大的目鏡，並把望遠鏡指向盡可能接近這顆亮星應該出現在天空的位置。需要記得的是，由於您使用了光學儀器，在望遠鏡裡看到的星空的方向可能會和肉眼直接觀測不一樣。您要慢慢習慣在您自己的望遠鏡裡看到的北、東、南、西各方位的指向。（更多細節見 13、14 頁。）您可以通過視場中一些較暗的星的排列來確認望遠鏡是否指向了正確的導引星。

現在您就可以通過“星橋法”（先找到一些星星排列的特定形狀，然後循著這些形狀和特徵找到目標的找星法）一步一步慢慢地向目標變星進發了。先觀察星圖，然後看天空，再用尋星鏡尋找；然後再對照星圖，繼續重複這個步驟——在最終看到目標變星附近的天區之前，您可能需要這樣重複很多次。一定要花些時間確認您找對了星。有時，在認證星圖上連上線將會很有幫助。

2b. 找到變星（使用定位環）——如果您的望遠鏡配有比較精確的定位環（普通的或電子的都可以），它將為您提供另一個找到變星所在天區的方法。在開始之前，請您確認您的望遠鏡已對好極軸並調好定位環的初始位置。然後您就可以用認證星圖頂部的曆元 2000 的座標“定位”目標變星了。

要記得，變星一般並不會立刻就能明顯地看到。因

此，儘管它可能已經在您的視場裡了，您仍需要認證一下它旁邊的星的排列，以進一步確認它。通常您會發現，巡視附近天區並找到一顆認證星圖中標出了的亮星或特徵星形會很有幫助，您可以用星橋法從它們開始向變星進發。

3. 找到比較星——當您確認已經正確地找到（認證出）了變星的位置，您就要準備對它的亮度進行估計了——具體的做法就是把它的亮度與其它亮度已知而且固定的星進行比較。這些認證星圖中的“比較星”（comp stars）通常就位於變星附近。用您的望遠鏡找到它們。並且再次仔細地確認您找的位置是正確的。

4. 估計亮度——估計變星的亮度，先要確定哪顆（哪些）比較星的亮度和您要觀測的變星最接近。只要變星的亮度不是跟某顆比較星一模一樣，您就要在分別比變星亮和暗的兩顆比較星之間進行內插。圖 3.1（12 頁）的內插練習將為您詳細說明這個步驟。

5. 記錄您的觀測——在每觀測一顆變星之後，您都要馬上在觀測記錄本上記下如下的資訊：

——變星的名字或代碼（有關的介紹詳見 19-21 頁）

——您觀測時的日期和時間

——您對這顆變星星等的估計

——用於進行估計的比較星的星等（省略小數點）

——所使用的認證星圖的編號

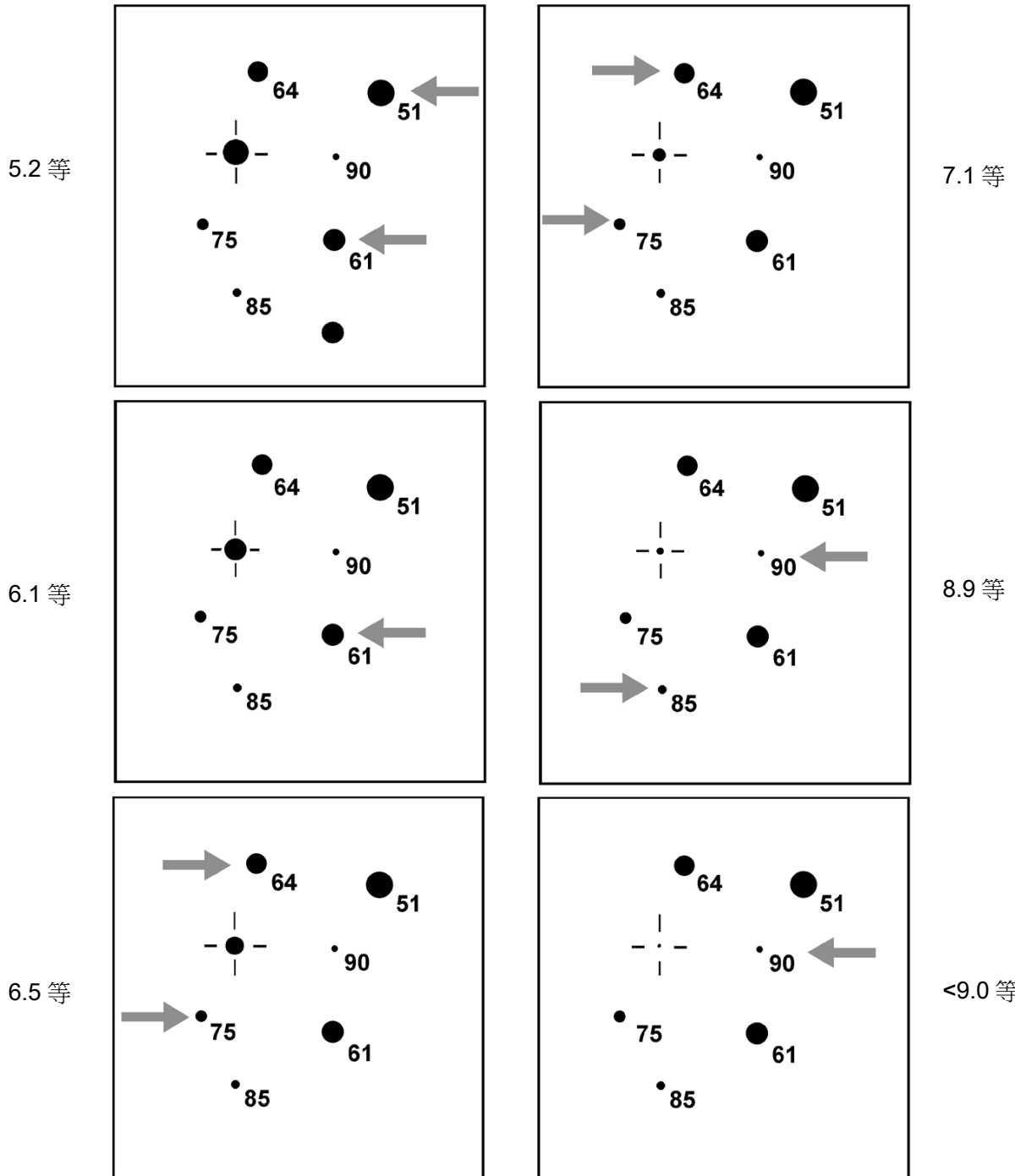
——對任何可能影響視寧度（seeing）的因素（比如雲、霧霾、月光、高空風等）的註釋

6. 準備您的報告——您在報告觀測時需要一個特定的格式。我們為您提供了一些專門的工具來向 AAVSO 提交您的觀測。關於報告您的觀測的細節的指導，參見本手冊第 7 章。

圖 3.1-內插練習

下面展示了一些利用比較星之間的內插來確定變星的星等的幾個例子。不過要記住的是，在實際觀測時所有的恆星都會呈現為光點而不是大小不同的圓盤。下面每幅圖中用於內插的比較星都用箭頭標出。

瞭解更多關於使用內插法的介紹，參見“Telescope Simulator”（望遠鏡模擬器）<http://www.aavso.org/online-resources>，這是一個關於進行變星亮度估計的演示文稿。



另外的觀測提示

視野

新觀測者應該弄清楚自己的望遠鏡在不同目鏡下的大致視野（亦見第 4 頁）。具體的方法是：把望遠鏡指向一片離天赤道不遠的天區，固定住望遠鏡不動，讓一顆亮星穿過視場。這顆星會以每四分鐘一度的速率移動。舉個例子說，如果這顆星從邊緣穿過中心到另一邊緣需要兩分鐘，那麼這個視場的直徑就是半度。

一旦確定了設備的視野，您就可以在認證星圖上畫出一個以變星為圓心、以這個視野為直徑的圓圈，以幫助您認證新的天區。或者，您也可以在一個紙板上挖出合適大小的圓洞或者製作一個金屬圓環放在星圖上面。

認證星圖中的方向

爲了能順利地使用認證星圖，您一定要知道如何在生成認證星圖的時候正確地設定北-南（N-S）和東-西（E-W）的方向，並且知道它們與實際的天空是怎樣對應的。

比如說，當您使用雙筒鏡或用肉眼直接觀測的時候，

圖 3.2- 認證星圖類型

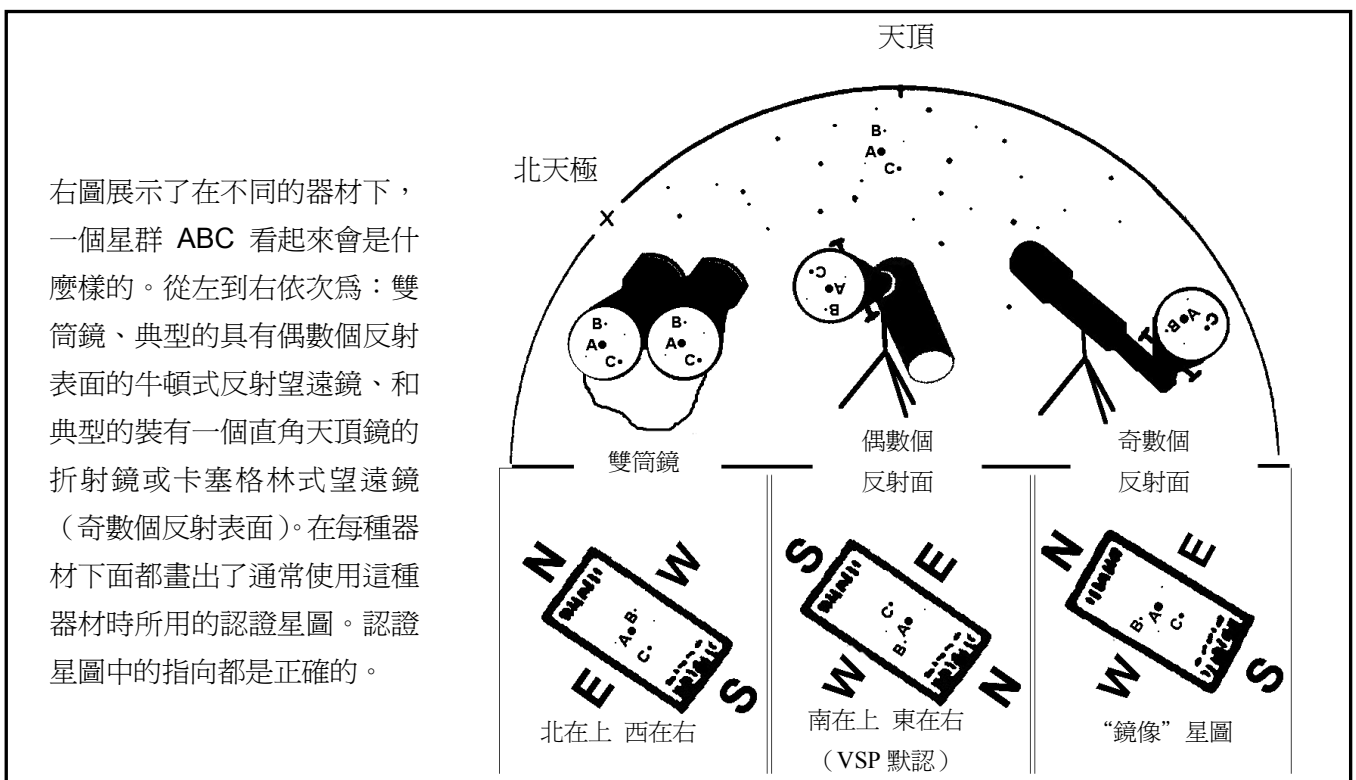
您會希望拿到一張北在上、東在左的認證星圖。而如果您使用的是有偶數個反射面的反射鏡（這時您看到一幅完全的倒像），您就會想要一張北在下、東在右的星圖了。

折射鏡和施密特-卡塞格林式望遠鏡經常使用一只 90°天頂鏡（直角稜鏡或平面鏡），此時整個系統的反射面的個數爲奇數，這就產生了上下不變，但左右顛倒的圖像（也就是**鏡像**）。這種情況下，您會發現 AAVSO 提供的北在上而東在右的鏡像星圖用起來會很方便。圖 3.2（下圖）展示了設置認證星圖的幾種不同類型，下頁的圖則具體講解了不同情況下把星圖與星空對應起來的方法。

星等標度

“星等”這個標度總會讓初學者感到迷惑，因爲星等值越大，星的亮度越暗。平均來說，良好條件下人肉眼的極限星等在 6 等左右。像心宿二、角宿一、北河三這樣的星就是 1 等星，大角和織女星則是 0 等星。非常明亮的老人星是 -1 等，而最亮的天狼星是 -1.5 等。

在 AAVSO 認證星圖上，比較星旁邊都標有表示精確



認證星圖中的方向

無論您使用的是哪種模式的認證星圖，隨著地球的自轉，變星和地平線的相對位置都會隨之改變。因此，在拿認證星圖比照視場的時候，您要按照以下的方法進行：

1. 面向使變星到地平線上一點距離最短的方向（也就是變星所在地方位角的方向）。
2. 把認證星圖拿過頭頂，使它看上去和天空中的變星差不多在同一位置上。

3. 對於 VSP 默認設置（北在下、東在右）的認證星圖，旋轉星圖以使星圖中的“南”（標有“S”的方向）指向北極星。（對於南半球的觀測者，就讓“北”指南天極。）對於為雙筒鏡準備的完全正像星圖，或是一幅“鏡像”星圖，則是把“北”指向北極星。

4. 不要改變星圖的方向，把它放到一個舒服的位置上，然後您就可以以此比照望遠鏡中的視野進行認證和觀測了。

北半球		南半球	
<p>面向東</p>		<p>面向西</p>	
<p>面向南</p>		<p>面向南</p>	
<p>面向西</p>		<p>面向東</p>	
<p>面向北——如果變星在北天極上方，那麼認證星圖就得要倒過來拿了。以 VSP 默認為例</p> <p>變星在地平線到北天極之間 變星在北天極到天頂之間</p>		<p>面向南——如果變星在南天極上方，那麼認證星圖就得要倒過來拿了。以 VSP 默認為例</p> <p>變星在地平線到南天極之間 變星在南天極到天頂之間</p>	

到 0.1 星等亮度的數字的標籤。小數點省略了沒有寫出來，以避免與同樣用小圓點表示的暗弱恆星混淆。比如，我們用 84 和 90 分別表示亮度為 8.4 和 9.0 等的比較星。

AAVSO 認證星圖中使用的比較星的亮度都是用光電測光管 (PEP) 或電荷耦合器 (CCD) 仔細地測量得出的，它們就作為您估計變星亮度的標杆。在您估計一顆變星的亮度時，記下您所使用的比較星 (一般用它的標籤表示就可以了)，這是非常重要的。

由於星等標度實際上是對數的標度，當一顆星的亮度是另一顆的一半，它們星等的關係並不是簡單的二倍的关系。(詳見右邊《度量星星的亮度》。) 因此，在估計亮度的時候，觀測者一定要注意不要使用亮度相差太多的比較星——最好不要超過 0.5 到 0.6 等。

極限星等

對於要觀測的變星，您最好使用剛好能舒服地看到它的器材。一般來說，對於亮於 5 等的變星，最好直接用肉眼觀測；對於 5-7 等的變星，我們建議使用尋星鏡或一副好的雙筒鏡；如果目標暗於 7 等，那麼您可以根據具體情況使用稍大的雙筒鏡或者 3 英寸 (約 76mm) 或以上口徑的望遠鏡。

在目標亮度比所用器材的極限星等亮 2 到 4 個星等的時候，對它亮度的估計會更容易和更準確。

度量星星的亮度

——摘自《AAVSO 變星天文學手冊》

現在我們使用的比較星星視亮度的方法源于古希臘時代。一般認為，西元前 2 世紀的希臘天文學家伊巴谷建立了對星星亮度進行分級的系統。他把每個星座中最亮的那些星稱為“1 等星”。西元 140 年左右，托勒密完善了伊巴谷的亮度系統，並用 1 到 6 等表示星星的亮度，1 等表示最亮的，6 等表示最暗的。

19 世紀中葉的天文學家們量化了這些星等數字並改進了這個古老的傳統。測量表明，1 等星的亮度是 6 等星的 100 倍。我們還可以算出，星等每相差 1 等，意味著眼睛所接收到的光相差約 2.5 倍，因為這樣差 5 等大概就會相差 2.5^5 (約為 100) 倍。因此，人們規定，5 個星等的差別，就等於視亮度相差整整 100 倍。

於是，每一個星等就等於 100 倍的五次方根 (2.512...)，也就是大約 2.5 倍；這樣一來，要比較兩顆星的視亮度，就可以用暗星的星等減去亮星的星等，然後以它為指數，以 2.5 為底數計算乘冪，就算出了亮星的亮度是暗星的多少倍。比如，金星和天狼星的星等差約為 3，這就是說，用肉眼看上去金星是天狼星的 2.5^3 (約為 15) 倍亮。或者說，要在天空中一點上放 15 個天狼星亮度的星星，它的亮度才和金星一樣。

在這種標度下，很多明亮的天體就會具有負數星等，而威力最大的望遠鏡 (比如哈柏望遠鏡) 則能夠“看到”暗至 30 等的天體。

一些天體的視亮度：

太陽	-26.7	天狼星	-1.5
滿月	-12.5	織女星	0.0
金星	-4.6 (最亮時)	北極星	2.0

下表（表 3.1）給出了不同口徑望遠鏡下極限星等的大致參考值。實際觀測中，由於視寧度和望遠鏡品質的不同，您用自己的望遠鏡看到的極限星等有可能與表中相差很多。您可以把那些標出了容易找到而且亮度不變的星的亮度的星圖集或認證星圖作為參考，用自己望遠鏡進行實際觀測，得到一張自己的極限星等表。

表 3.1-極限星等參考表

		肉眼	雙筒	6 吋 15cm	10 吋 25cm	16 吋 40cm
城市中	平均	3.2	6.0	10.5	12.0	13.0
	最好	4.0	7.2	11.3	13.2	14.3
半黑暗	平均	4.8	8.0	12.0	13.5	14.5
	最好	5.5	9.9	12.9	14.3	15.4
完全黑暗	平均	6.2	10.6	12.5	14.7	15.6
	最好	6.7	11.2	13.4	15.6	16.5

當您發現在變星的旁邊有一顆比較星，您一定要注意別把兩顆星搞混了。另外，如果變星的亮度在極限星等附近，而您對它的認證可能不很確定時，請您在報告中說明。

有經驗的觀測者不會把時間花在那些亮度在自己望遠鏡的極限星等之下的變星上。

變星的認證

要時刻記得，您正在尋找的變星並不是在所有的時候都能被您的望遠鏡看到的，這取決於它是處在亮度極大還是極小，亦或是在兩者之間。

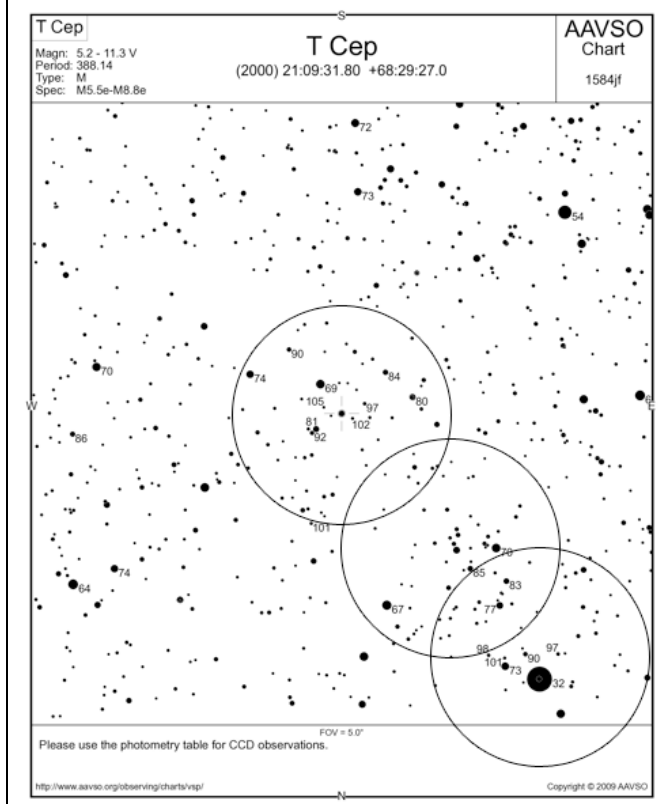
當您認為自己找到了要觀測的變星，請務必仔細地把周圍的星空與星圖比較認證。如果有任何一顆星的亮度或位置與星圖上的不一致，那都有可能是您找錯了天區（尤其是位置，不能有絲毫偏差）。如果出現這

樣的情況，一定要從頭再來一次。

如果變星比較暗，或者處在密集星場裡，那麼就有必要使用一只高倍目鏡了。同時，您可能也需要使用 D 或 E 規格的認證星圖，以更好地認證這顆變星。在您觀測時，記得要放鬆。不要把時間浪費在您找不到的變星上面；如果您在做了適當的努力之後仍然不能找到，請把它記錄下來，然後轉向另一顆變星。觀測結束之後，重新檢查您的星圖集和認證星圖，看看不能確定是什麼使您找不到那顆變星。等下次觀測的時候，再去嘗試一下！

圖 3.3-星橋法

下圖展示了典型的星橋法的使用：從明亮的仙王座 β （beta Cep）出發，最終到達變星仙王座 T（T Cep）。圖中畫出了觀測者望遠鏡的視野，注意觀測者借助一個明亮的星群找到從 beta 到 T 的方向和路徑。



估計變星的亮度

任何光學設備的成像品質在視場中心都是最好的。因此，當比較星和目標變星離得比較遠的時候，不要把它們同時放在視場的兩端，而應該使它們相繼進入視場中心觀測。

如果變星和比較星相距不是很遠，則應該把它們放在距中心相同的距離上觀測，而且它們的連線要儘量與您雙眼的連線平行，以避免所謂的“方位角誤差”（人眼對於視場中不同方位角的目標的回應不一樣）。如果視場不能滿足以上要求，您可以轉動您的頭部，或者轉動天頂鏡（如果有的話）以滿足需要。方位角效應有可能導致多達 0.5 等的系統誤差。

需要再次強調的是，所有的觀測都需要在設備視場中心附近進行。多數望遠鏡並不能保證在所有目鏡的全視野都有 100% 的照明。越接近邊緣，光線的損失會越多。

在觀測時，請您使用至少 2 顆比較星，而且如果可能的話，可以使用更多。如果比較星的亮度相差非常大，比如說有 0.5 等或者更多，那麼就要特別仔細地比較變星與亮、暗兩顆比較星亮度差的關係。

您的觀測可能會與您想像的有些出入。不要去管它們，每次觀測都要保持清醒的頭腦，忠實地記錄下您所看到的。不要受之前的觀測或您“覺得這顆變星應該是怎麼樣”的干擾！

如果因為某些原因，如比較星太暗、天空有霧霾、或者有月光影響而不能看到目標變星，請您記下所在天區裡能看到的的最暗的比較星。比如這顆比較星是 11.5 等，那麼您就可以把這顆變星的觀測結果記作 <11.5，這表示目標變星不可見，它一定比 11.5 等要暗。這裡小於號表示“暗於”。

當您觀測一顆明顯是紅色的變星時，我們建議您用“掃視法”而不是持續的凝視觀測來估計它的亮度。這是因為，由於普肯頁效應（*Purkinje effect*），凝視時與瞥視時相比，紅色的星更能刺激視網膜（因為凝視可以積累足夠的光線以對視錐細胞產生刺激，視錐細胞對紅光敏感而對藍光不敏感），這樣一來紅色星在凝視時就會顯得比藍色星更明亮，因而造成對亮度錯誤的估計。

另一個我們強烈推薦的估計紅色星亮度的方法是“散焦法”。使用這個方法時，把目鏡調離焦點，直到原來紅色的星點看上去成為分辨不出顏色的圓盤為止。用這種方法，就可以避免由普肯頁效應引起的

系統誤差。如果發現即使在散焦後那顆變星仍然能看出顏色來，那麼您可能就需要換一架口徑小一些的望遠鏡，或者在主鏡前加裝一個光闌了。

對於暗弱的變星，您可能會想到要用側視法來觀測它們。側視法觀測的做法是，保持變星和比較星在目鏡視場中心附近不動，然後將您的目光移向一邊，用餘光進行觀測。下一頁將為您解釋這樣做的原因。

保留記錄

您應當準備一個用於永久保存您的觀測記錄的本子（最好是一個硬皮本，這樣不容易損壞）。要妥善保存這個原始資料的記錄本，另外，任何您後來對記錄做的修改或刪減，都要用不同顏色的筆標註，並同時寫下修改的日期。您還可以在手邊準備一個活頁本用來把每個月提交的觀測報告謄寫在上面，或者記錄緊急通知以及其它有用的訊息。而在電腦中把這些資料存檔，則會方便您日後查詢參考。

您的觀測筆記中還應包括這樣一些內容：比如觀測時在旁邊的人、周圍的光源和噪音的情況，等等。總之，任何可能影響到您觀測或分散您的注意力的情況都應該記錄下來。

如果出於某些原因，您對自己估計的星等不是很有把握，請您在記錄中加以說明，並寫下您為什麼會覺得這樣。

在記錄的格式上，最重要的一點，就是不要讓您以前的觀測資料有可能在下一次觀測時被看到，因為這樣您就很容易會受到它們的影響。要時刻記住，觀測的獨立性是最重要的：每次觀測都不要對以前的觀測有任何參考！

您可以在觀測記錄每一頁的頁眉處記下當天的儒略日（我們將在第 5 章中介紹）、星期幾和日期。如果是跨夜的觀測，為了避免混淆，您可以記下兩天的日期。舉個例子：JD2455388，星期六-日，2010 年 7 月 10-11 日。這樣萬一有哪一項寫錯了，其它幾項可以幫您找回正確的日期。

如果您在觀測時使用了不止一種器材，那麼請您記下每個觀測分別用的是哪個器材。

在您眼睛裡的星光——來自 AAVSO 變星天文學手冊

人的眼睛就好像一架照相機，它配有自己的清潔和潤滑系統、測光表、自動尋找和跟蹤目標的系統，還有連續供應的底片。來自物體的光線首先進入覆蓋在眼睛前表面的透明的角膜，然後穿過由睫狀肌控制的透明的晶狀體。晶狀體前表面上的虹膜會通過不自覺的收縮和擴張調節其上瞳孔的大小，以適應不同亮度的環境，就像照相機的光圈一樣。隨著年齡的增長，虹膜會逐漸收縮：兒童和年輕人瞳孔的直徑可以擴張到 7 至 8 毫米甚至更大；但到了 50 歲，瞳孔的最大直徑一般就只有 5 毫米了。這將極大地減弱眼睛的集光能力。角膜和晶狀體一起可以看作一隻焦距可變的鏡頭，能夠把物體發出的光匯聚到眼球後部的視網膜上，形成物體的實像。由於瞳孔隨著年齡增長而縮小，一個 60 歲的人的視網膜所收到的光只相當於一個 30 歲的人的三分之一。

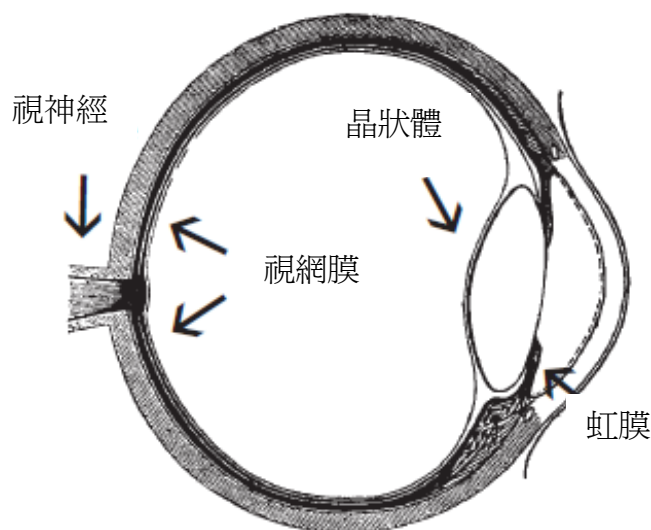
視網膜就如同照相機的底片。視網膜上有約 1.3 億個感光細胞，分為視錐細胞和視桿細胞。光線通過細胞上的光化學反應被吸收，同時反應產生電脈衝信號傳給相鄰的神經細胞。每個單獨的錐狀或桿狀細胞產生的信號會在複雜的神經網中結合並最終經由視神經傳輸到大腦。因此，我們所看到的圖像取決於哪些錐狀或桿狀細胞吸收光並產生了電脈衝，不同的感光細胞的信號如何在神經網路中結合，以及大腦如何解讀這些信號。實際上，在向大腦發出信號之前，我們的眼睛就已經對哪些信號要發出、那些信號要放棄進行過一番“思考”了。

視錐細胞在視網膜中一個稱為“中央凹”的地方分佈特別集中。中央凹直徑大約 0.3mm，在那裡分佈著 10,000 個視錐細胞，而沒有視桿細胞。在這個區域裡的每個錐狀細胞都有一條獨立的神經纖維與大腦相連。正因為從如此小的面積穿出了如此多的神經，中央凹成為了視網膜上分辨明亮物體細節的最佳區域。除了提供了一個高解析度的區域，分佈在中央凹和其它區域的錐狀細胞還是專門用來分辨不同顏色的。而由於星光的光輻射密度還不足以激發錐狀細胞的反應，我們“看出”星星的顏色的能力便大大地減弱了。這還有一個原因，那就是晶狀體由於年齡增長會愈發渾濁，因而透明度隨之下降。嬰兒的晶狀體就十分透澈，它們甚至連波長在 3500 埃的深紫色光都能通過。

在中央凹之外的地方，視錐細胞的密度會有所下降。在這些週邊區域裡，視桿細胞將占主導。視桿細胞在視網

膜上的密度跟視錐細胞在中央凹上的密度是一樣的，只不過大約 100 個相鄰的桿狀細胞才共用一個神經細胞。它們發出的信號都會進入這個視神經細胞並傳向大腦。這樣把桿狀細胞結合起來，降低了它們分辨物體細節的能力，但提高了暗環境下感知物體的能力，因為很多小信號被結合起來形成一個大得多的信號。這就是為什麼朝一顆暗弱的變星的一側看，而不是直視它時，我們更容易估計它的星等。

正常的人眼可以對從 8cm 到無窮遠任一位置的物體聚焦。這種能夠聚焦不同距離上目標的能力稱為合焦。不像照相機那樣用一隻焦距固定的鏡頭而通過調整像距來進行合焦，我們的眼睛的像距是固定的，約為 2.1cm（即從角膜和晶狀體到視網膜的距離），但它的屈光系統的焦距是可變的。當眼睛向遠處看時，附著在晶狀體上的睫狀肌放鬆，於是晶狀體的形狀就變得平坦一些。當晶狀體變得比較平，它的焦距就會增加，並把像成在



視網膜上。如果物體向眼睛靠近而晶狀體仍保持扁平的狀態，物體的像就會向視網膜後面移動，使得視網膜上的圖案變得模糊（此時落在視網膜上的稱為光斑而不再是像）。為了避免這種情況發生，這時候睫狀肌就會收縮以使晶狀體變得彎曲一些，焦距變得短一些。當焦距變短，像就會向前移動並重新清晰地成在視網膜上。當您看書的時間過長，眼睛會感到疲勞，這就是因為您的睫狀肌為了保持晶狀體的

彎曲而長期緊張的緣故。

眼睛的遠點指的是眼睛在放鬆狀態下能夠聚焦的最遠的物體的距離。近點則是指緊張的眼睛所能聚焦的最近距離。對於正常的眼睛，遠點應相當於在無窮遠處（我們可以對月亮和遙遠的恆星聚焦），而近點大約在 8cm。但眼睛這個“變焦鏡頭”會隨著年齡的增長而變化，它所能聚焦的最小距離會增加，直到甚至連 40cm 遠處的物體都難以看清（也就是“老花眼”）——這樣便難以看清觀測用的認證星圖和儀器了。衰老的眼睛會逐漸改變我們觀察世界的方式。

第 4 章—關於變星

變星的命名

變星的名字通常包含兩個或一個大寫字母或者一個希臘字母，以及跟在後面的三個字母組成的星座縮寫。也有的變星有像這樣的名字：V746 Oph，V1668 Cyg。這些都是一個星座中所有的字母組合用盡後發現的變星。（如 V746 Oph 就是在蛇夫座發現的第 746 顆變星。）右邊給出了關於變星名字的詳細解釋。

例：SS Cyg	(天鵝座 SS)
Z Cam	(鹿豹座 Z)
alf Ori	(獵戶座)
V2134 Sgr	(人馬座 V2134)

下一頁中的表 4-1 列出了所有星座的縮寫。

也有一些特殊的星名類型。例如，有些星會在《變星總表》(GCVS) 給它一個正式名字之前被命以臨時星名。這種情況的一個例子是 N Cyg 1998——一顆 1998 年在天鵝座發現的新星。另一種情況是一顆星非常疑似但還未能證實是一顆變星。這些星會被命以這樣的名字：NSV 251，CSV 3335。這樣名字的前半部分表示這顆星所在的星表名，後半部分表示它在星表中的編號。

通過分析大型巡天項目的測光資料，近幾年發現了很多新的變星。《變星總表》最終也許會給這些變星一個名字，但這些星仍然可以通過最初給它們編號的巡天產生的星表查到。

手冊的附錄 4 列出了很多這樣的星表和它們的格式。

哈佛編號和 AUID

由於歷史原因，每一顆 AAVSO 國際資料庫中的變星都有一個“哈佛編號”。這種編號簡單地給出了恆星位置的座標（曆元 1900）：用時（h）和分（m）給出了赤經（RA），用正負角度給出了赤緯（Dec.）。這個編號系統為 AAVSO 很好地服務了很多年。用恆

變星命名慣例

《變星總表》(GCVS) 出版的變星名稱由位於莫斯科的 確定。這種方法按照在一個星座裡發現的變星的順序命名。如果一顆被發現的變星已經有了一個用希臘字母的名字，那麼它仍沿用這個名字。如果不是，那麼這個星座裡第一顆被發現的變星將用字母 R 命名，第二顆用 S，以此類推一直到 Z。接下來的一顆將用 RR 命名，再下面是 RS，類推到 RZ；SS 到 SZ，類推到 ZZ。然後從字母表的前面開始，AA，AB，直到 QZ。這個系統（注意：不使用字母 J）可以提供 334 個名字。但是位於銀河的星座裡有太多的變星，所以另外的命名法就很必要。在 QZ 之後，變星用 V335，V336，……來命名。接下來把這些代表變星的字母與表 4-1 中給出的星座的拉丁所有格組合在一起就可以了。除了極為規範的用法，大多數情況下，包括向 AAVSO 提交報告，都可以使用三個字母的簡寫。

這套命名辦法是由弗裡德里希·阿爾格蘭德在 19 世紀中葉提議的。他從字母 R 開始有兩個原因：一個是小寫字母和字母表前面部分的字母都已經被用作其它天體的名稱了，只有大寫字母的後半部分大多還沒有被使用；另一個就是當時阿爾格蘭德相信亮度變化在恆星中只是很罕見的現象，認為一個星座裡不會發現超過 9 顆的變星。（當然，這和事實差得多麼遠！）

《變星總表》(GCVS) 主頁：

<http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm>。

星在天球上的位置命名有它的優點，但也有它的問題——尤其是對於自行比較大的星，現在它們的座標與給出的曆元 1900 的座標相差已經很遠。同時，這個編號的結構也限制了可以分配的編號的數目。基本上，在一個赤經-赤緯範圍裡，最多只能有 26 顆星能被這樣編號（比如，1234+56A ~ 1234+56Z）。現在，我們已知的變星已經數以萬計，而可以預見的是，隨著現代巡天項目的不斷進行，將有數十萬的新變星被發現。這樣我們就需要一個容量更大的編號系統。

表4.1-星座名稱及簡寫

下面的表格展示了國際天文聯合會 (I.A.U.) 規定的星座的名稱。每個星座給出了拉丁文拼法：主格、所有格、以及由三個字母組成的縮寫及中文譯名。

主格	所有格	縮寫及中文	主格	所有格	縮寫及中文
Andromeda	Andromedae	And 仙女	Lacerta	Lacertae	Lac 蜥虎
Antlia	Antliae	Ant 唧筒	Leo	Leonis	Leo 獅子
Apus	Apodis	Aps 天燕	Leo Minor	Leonis Minoris	Lmi 小獅
Aquarius	Aquarii	Aqr 寶瓶	Lepus	Leporis	Lep 天兔
Aquila	Aquilae	Aql 天鷹	Libra	Librae	Lib 天秤
Ara	Arae	Ara 天壇	Lupus	Lupi	Lup 豺狼
Aries	Arietis	Ari 白羊	Lynx	Lyncis	Lyn 天貓
Auriga	Aurigae	Aur 御夫	Lyra	Lyrae	Lyr 天琴
Bootes	Bootis	Boo 牧夫	Mensa	Mensae	Men 山案
Caelum	Caeli	Cae 離具	Microscopium	Microscopii	Mic 顯微鏡
Camelopardalis	Camelopardalis	Cam 鹿豹	Monoceros	Monocerotis	Mon 麒麟
Cancer	Cancri	Cnc 巨蟹	Musca	Muscae	Mus 蒼蠅
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn 獵犬	Norma	Normae	Nor 矩尺
Canis Major	Canis Majoris	CMa 大犬	Octans	Octantis	Oct 南極
Canis Minor	Canis Minoris	CMi 小犬	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph 蛇夫
Capricornus	Capricorni	Cap 摩羯座	Orion	Orionis	Ori 獵戶
Carina	Carinae	Car 船底	Pavo	Pavonis	Pav 孔雀
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas 仙后	Pegasus	Pegasi	Peg 飛馬
Centaurus	Centauri	Cen 半人馬	Perseus	Persei	Per 英仙
Cepheus	Cephei	Cep 仙王	Phoenix	Phoenicis	Phe 鳳凰
Cetus	Ceti	Cet 鯨魚	Pictor	Pictoris	Pic 繪架
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha 堰蜓	Pisces	Piscium	Psc 雙魚
Circinus	Circini	Cir 圓規	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA 南魚
Columba	Columbae	Col 天鴿	Puppis	Puppis	Pup 船尾
Coma Berenices	Comae Berenices	Com 后髮	Pyxis	Pyxidis	Pyx 羅盤
Corona Austrina	Coronae Austrinae	CrA 南冕	Reticulum	Reticuli	Ret 網罟
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB 北冕	Sagitta	Sagittae	Sge 天箭
Corvus	Corvi	Crv 烏鴉	Sagittarius	Sagittarii	Sgr 人馬
Crater	Crateris	Crt 巨爵	Scorpius	Scorpii	Sco 天蠍
CruX	Crucis	Cru 南十字	Sculptor	Sculptoris	Scl 玉夫
Cygnus	Cygni	Cyg 天鵝	Scutum	Scuti	Sct 盾牌
Delphinus	Delphini	Del 海豚	Serpens	Serpentis	Ser 巨蛇
Dorado	Doradus	Dor 劍魚	Sextans	Sextantis	Sex 六分儀
Draco	Draconis	Dra 天龍	Taurus	Tauri	Tau 金牛
Equuleus	Equulei	Equ 小馬	Telescopium	Telescopii	Tel 望遠鏡
Eridanus	Eridani	Eri 波江	Triangulum	Trianguli	Tri 三角
Fornax	Fornacis	For 天爐	Triangulum	Trianguli Australis	TrA 南三角
Gemini	Geminorum	Gem 雙子	Tucana	Tucanae	Tuc 杜鵑
Grus	Gruis	Gru 天鶴	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa 大熊
Hercules	Herculis	Her 武仙	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi 小熊
Horologium	Horologii	Hor 時鐘	Vela	Velorum	Vel 船帆
Hydra	Hydrae	Hya 長蛇	Virgo	Virginis	Vir 室女
Hydrus	Hydri	Hyi 水蛇	Volans	Volantis	Vol 飛魚
Indus	Indi	Ind 印第安	Vulpecula	Vulpeculae	Vul 狐狸

儘管您可能仍然會在文獻中看到哈佛編號，現在這個系統其實已經不再使用，也不會再有新的這樣的編號被指定到新的變星上了。用來代替它的是一種全新的認證系統。

“AAVSO唯一識別編號”（AUID）是一個由數字和字母組成的“牌照”：000-XXX-000，其中的0表示0-9，X表示A-Z。這樣就可以產生17,576,000,000種組合。在AAVSO國際資料庫裡的每顆變星現在都有一個指定的AUID編號。如果有新的變星加進來，那麼就會有新的AUID編號派給它們。

在AAVSO的各種資料庫裡，每個不同的天體都有它自己的AUID編號。在資料庫裡，AUID編號就等於是天體的名字。這個名字，或者說是標籤，用來在眾多資料庫中唯一地對天體進行認證。

作為一個觀測者，您可能永遠不會碰到AUID編號，您也不必知道每顆星的AUID編號是什麼，比如海豚座SS（SS Del）的是（000-BCM-129）。但是，當天文學的資料越來越多，這種能使我們的資料庫之間保持一致的工作，就顯得愈發重要了，尤其是對那些需要進入或參考不同資料庫的人而言。

國際變星索引

國際變星索引（VSX）是一個用來查詢一顆變星資料的工具。使用時，您只需簡單地在AAVSO主頁右邊的“Star Finder”（“一鍵找星”）中輸入變星的名字，然後點擊下面的“Search VSX”（搜索國際變星索引）就可以了。在搜索結果列表中點擊星的名字，您就可以得到這顆星或這些星的精確的位置資訊、它或它們的其它的名字、週期資料和光譜類型，還有一列參考資料和您選擇的其它關於它的資訊。

奮力向前吧！向前邁出的每一步都讓我們離目標更近——即使我們不能最終達到它，至少我們的工作為我們的子孫鋪平了前進的道路。讓我們多問自己為後輩做了什麼吧——我們不能讓他們，因為我們的懶惰，在我們的墳墓前詰問：“前輩們啊！你們可曾為後代工作的順利，做出過一分一毫的努力？”

——“變星天文學之父” 弗里德里希·阿爾格蘭德，1844年

AAVSO使用的希臘字母和星名

伊莉莎白·華根 (Elizabeth O. Waagen) , AAVSO高級技術助理

大多數的變星的名字都是很簡明易懂的——天鵝座SS (SS Cyg)、船底座OY (OY Car)、人馬座V4330 (V4330 Sgr)，甚至是VSX J142733.3+003415——至少它們不會產生混淆。不過有一些變星，它們的名字很容易產生混淆或誤解，它們就是那些名字裡含有希臘字母 μ (mu)或 ν (nu)和那些按照慣例被命名為MU或NU的變星。

如果我們能一直使用希臘字母本身，那麼就不會有任何問題—— μ CEN (半人馬座 μ)和MU CEN (半人馬座MU)的區別是顯而易見的。遺憾的是，這樣做通常並不可能。我們只能把希臘字母拼寫出來使用。在英語中， μ 拼成“mu”而 ν 拼成“nu”。於是我們就會遇到MU CEN和MU CEN——哦！哪個是哪個啊？同樣的情況也出現在NU PUP和NU PUP上——這誰都是誰？

由於大多數電腦程式（至少AAVSO使用的是如此）是不區分大小寫字母的，將希臘字母用小寫的mu或nu拼出來也不能解決這個問題。《變星總表》用一個句點(.)標在希臘字母拼寫的後面，就像這樣“mu.CEP” (仙王座 μ)。AAVSO的國際變星索引系統則使用“*mu Cep”這樣的寫法。但這兩種方法都不太好，而且有時和一些軟體的設置也不相容，對於不熟悉這些規則的觀測者來說，它們也顯得太彀扭了。

《變星總表》是關於變星名字的一本官方的參考出版物，它用的是希臘字母的俄式拼寫。不過， μ 和 ν 的俄式拼寫也是mu和nu，所以參考《變星總表》也沒有辦法解決這個問題。

沿襲《變星總表》的傳統，AAVSO國際資料庫中的希臘字母也使用俄式拼寫。在與《變星總表》工作組的尼古拉·薩默斯先生 (Nikolai Samus) 討論之後，AAVSO決定在資料庫中使用“miu”和“niu”作為 μ 和 ν 兩個字母的拼寫。

在報告您的觀測時，如果星名含有 μ 或 ν ，請使用miu或niu的拼寫，比如用“miu Cen”表示 μ Cen，用“niu Cen”表示 ν Cen，大小寫都可以使用。

如果星名當中有一個數字，比如“ δ^2 Gru” (天鵝座 δ^2)那麼請您在輸入時在字母和數字之間加上空格，就像這樣：“del 2 Gru”。

順便說一句，當您在國際變星索引中搜索名字帶有希臘字母的變星時，您輸入的希臘字母是俄式或英語拼寫，是縮寫或全拼都是可以的。比方說，“teta Aps” “theta Aps” “tet Aps”和“the Aps”都會指向同一顆變星 θ Aps。

下面是關於希臘字母的一張表，給出了AAVSO國際資料庫中使用的希臘字母縮寫、俄式拼寫(發音拼寫)和英語拼寫。

	AID 代號	俄式拼法	英語拼法
α	alf	alfa	alpha
β	bet	beta	beta
γ	gam	gamma	gamma
δ	del	delta	delta
ϵ	eps	eps	epsilon
ζ	zet	zeta	zeta
η	eta	eta	eta
θ	tet	teta	theta
ι	iot	iota	iota
κ	kap	kappa	kappa
λ	lam	lambda	lambda
μ	miu	mu	mu
ν	niu	nu	nu
ξ	ksi	ksi	xi
\omicron	omi	omicron	omicron
π	pi	pi	pi
ρ	rho	rho	rho
σ	sig	sigma	sigma
τ	tau	tau	tau
υ	ups	upsilon	upsilon
ϕ	phi	phi	phi
χ	khi	khi	chi
ψ	psi	psi	psi
ω	ome	omega	omega

變星的類型

變星可以分為兩大類：一類是**本質變星**，它們的光度是由恆星或恆星系統本身發生的物理變化造成的；另一類是**表觀變星**，它們的光變則是由星體之間相互遮掩或者恆星自轉的效應造成的。通常，我們把變星分為五個主要的類型，其中屬於**本質變星**的有**脈動變星**、**激變星**和**噴發變星**，屬於**表觀變星**的有**食變星**（食雙星）和**自轉變星**。

本章接下來將為您簡單地介紹這五類變星中的一些重要的類型。在《變星總表》（GCVS）的網站上，您可以看到完整的變星分類的列表，見<http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt>。

在對每個類型的變星的介紹中，我們都給出了它們的光譜型。如果您有興趣瞭解恆星光譜和恆星演化的知識，可以參閱天文學基礎教程中有關的章節，或者參閱附錄3中提到的一些書籍。

通常，我們建議初學者去觀測那些長週期和半週期性的變星。這些變星的光變幅度比較大，而且它們數目眾多，因此可以找到很多位於亮星附近的目標。這樣尋找它們的位置就要容易得多。

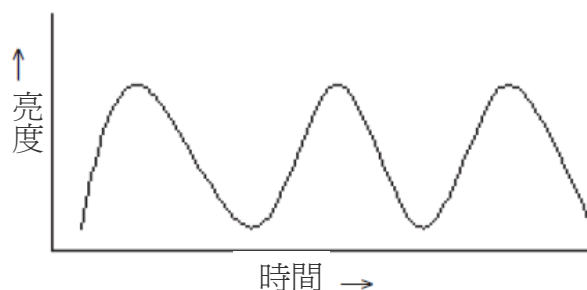
脈動變星

脈動變星是指那些表面週期性膨脹和收縮的恆星。脈動可能是徑向的，也可能是非徑向的。徑向脈動的恆星會保持圓球的形狀，而非徑向脈動的恆星則可能會週期性地偏離球形。下面列出的幾類變星，您可以從脈動週期、星體的質量和所處的演化階段以及脈動的特徵幾方面來區分它們。

造父變星——造父變星的脈動週期在1到70天之間，光變幅度在0.1到2個星等。這些大質量的恆星具有很大的光度，在亮度極大時光譜型為F，極小時為G到K。一顆造父變星的光譜型越晚（即表面溫度越低），它的週期越長。造父變星的週期和光度的**對數**有線性的關係，即所謂的“週光關係”。因為光度大而週期短，造父變星可以作為學生研究項目的理想目標。

什麼是光變曲線？

我們通常把一幅以時間（一般以儒略日JD計量）為橫軸、亮度（星等）為縱軸，並繪有變星觀測資料點的圖表，稱為**光變曲線**。作圖時，一般沿Y軸正方向亮度增加（即星等值減小），沿X軸正方向時間增加。

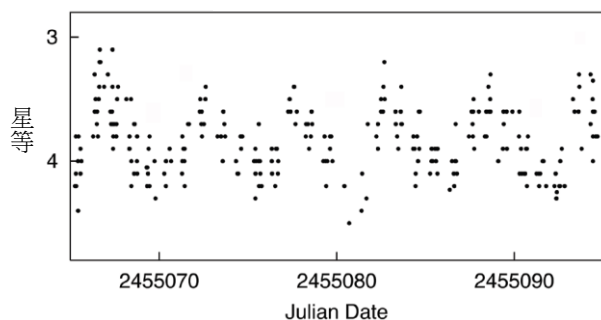


通過光變曲線，我們可以確定出很多關於變星行為週期性的參數，比如食雙星的軌道週期，或者恆星噴發物質的規則（或不規則）程度。對光變曲線的進一步分析則可以幫助天文學家計算恆星質量的大小。幾年或幾十年的觀測資料可以揭示出一顆變星**光變週期的變化**，這很有可能反映了它內部結構的變化。

相位圖

相位圖（又稱為“疊加光變曲線”）是研究變星週期行為（如造父變星或食變星）的非常有用的工具。在一幅相位圖裡，很多個週期的光變數據被疊加在一起——在這裡，橫軸表示的自變數不再是一般光變曲線中的儒略日，而是“相位”，一個表徵每個數據在它所在週期裡的相對位置的參數。對於大多數變星，每個週期都從亮度極大時起算（即此時相位為0），這個週期跨過一個極小，再回到下一個極大（此時相位為1）。而對於食變星，相位的零點定在最深的那個極小上。在本手冊的27頁，有一幅以相位圖的形式展示的大陵五典型的光變曲線的例子。

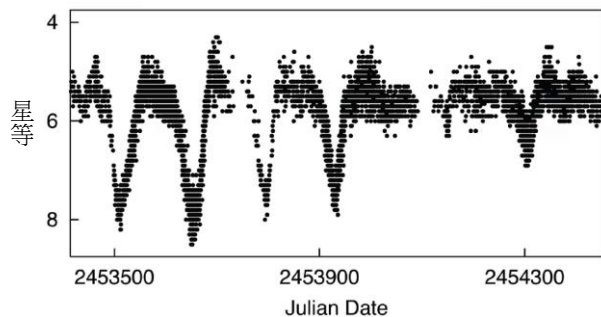
造父變星 - 造父一



天琴座RR型變星——這類變星是短週期（0.05到1.2天）脈動的白色巨星，光譜型通常是A型。它們比造父變星年齡要老，質量也要小。它們的光變幅度一般在0.3到2個星等。

金牛座RV型變星——這是一些黃色的超巨星，它們的光變曲線非常有特點：那就是會有一深一淺兩個極小交替出現的現象。它們的週期定義為兩次深極小所間隔的時間，一般在30到150天。它們的光變幅度可以達到3個星等。有些金牛座RV型變星會表現出長期的亮度變化，時間尺度在幾百到幾千天。一般來說，金牛座RV型變星的光譜型分佈在G到K之間。

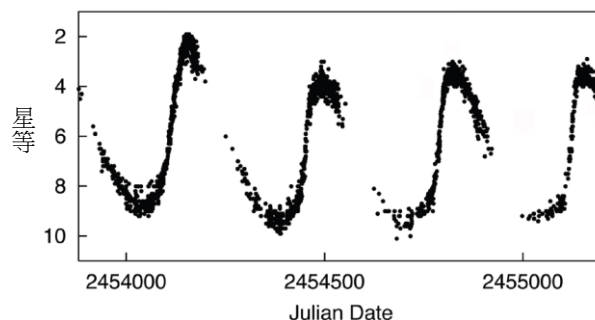
金牛座 RV 型變星 - 盾牌座 R



長週期變星——長週期變星（LPVs）是具有30~1000天週期的脈動紅巨星或紅超巨星，光譜型通常是M、R、C或N。長週期變星還可以分為Mira型變星和半週期變星兩類。

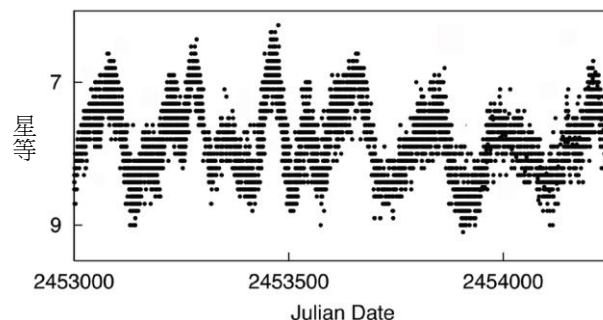
Mira型變星（蒭藁型變星）——Mira型變星是一種脈動的紅巨星。它們的光變週期從80天到1000天不等，光變幅度超過2.5等。

Mira 型變星 - 蒭藁增二



半週期變星——這些脈動的巨星或超巨星之所以被稱為“半週期”，是因為它們的行為存在值得注意的週期性，但並不很嚴格，或者還有完全不規則的光變。它們的週期在30到1000天，一般光變幅度不超過2.5等。

半週期變星 - 大熊座 Z

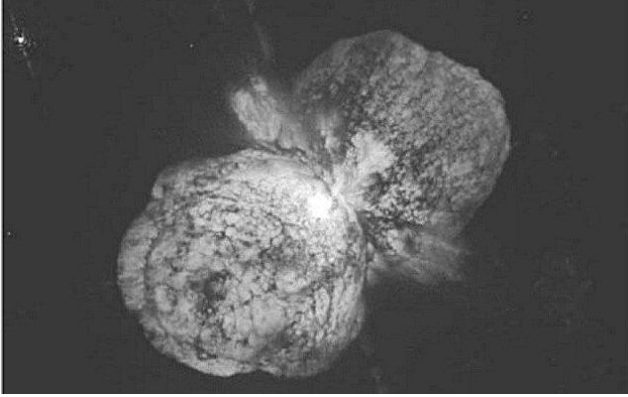


不規則變星——大多數的紅巨星都屬於這類脈動變星。正如它們的名字所指出的，他們的光變完全沒有，或者只表現出極其微弱的週期性。

激變星

顧名思義，激變星指的是那些有時會出現非常猛烈的爆發活動的一類恆星。它們的爆發源自或者在其表層或者在其內部發生的熱核反應（核融合）過程。大部分的激變星都是密近雙星系統，而系統中的兩個成員對相互的演化都有非常重要的影響。在這樣的系統中，我們經常可以看到，從相對較冷、體積較大的子星流出的物質，在熾熱的白矮星子星周圍形成了吸積盤。

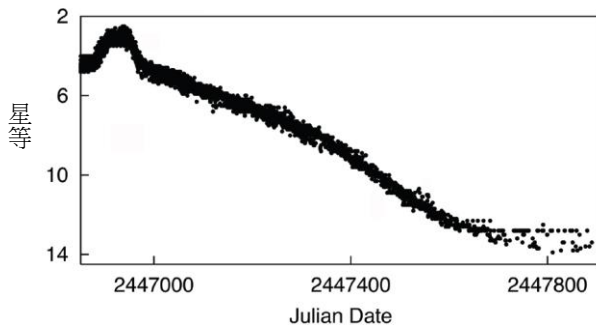
船底座eta



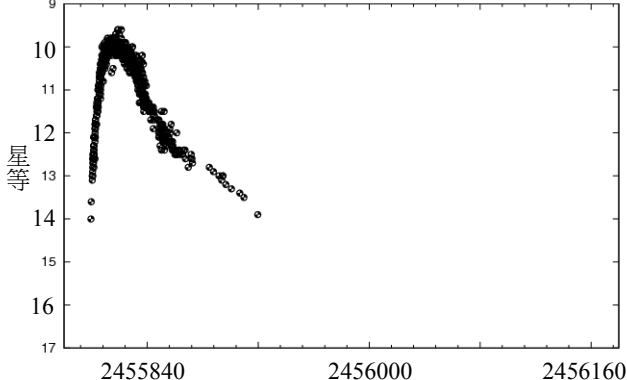
哈柏太空望遠鏡在這幅震撼人心的照片中捕捉到了超大質量恆星海山二星（船底座eta）向兩極方向滾滾而出的巨大的氣體和塵埃雲。海山二星在大約150年前發生了這次巨大的爆發，這使它成為當時南天最亮的星之一。儘管釋放了與超新星爆炸量級相當的可見光，但海山二星還是在那次爆發中倖存了下來，並沒有被炸碎。

超新星——由於發生了災難性的爆炸，這些大質量恆星（Ib、Ic或II型超新星）或含一顆白矮星的雙星系統（Ia型超新星）的亮度可以突然增加20個星等甚至更多。

II 型超新星 - SN 1987A

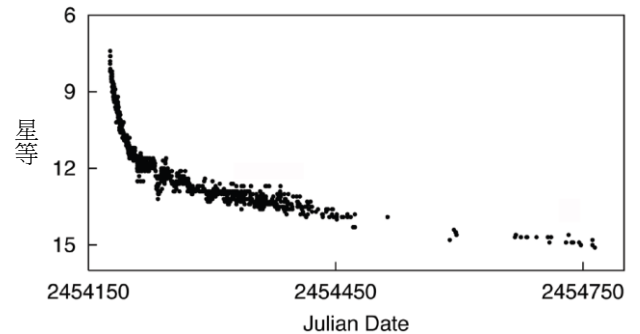


Ia 型超新星 - SN 2011FE (亮度尚未恢復至爆發前狀態)



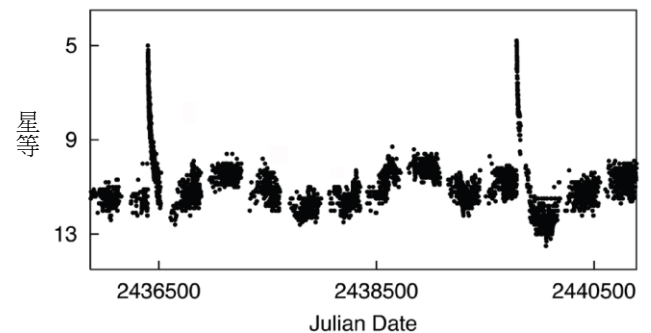
新星——新星爆發發生在由一顆吸積伴星物質的白矮星主星和一顆較小質量（表面溫度比太陽稍低）的主序星伴星組成的密近雙星系統中。不斷積累到白矮星表面的伴星的物質，會引發爆炸性的核燃燒，使整個雙星系統在1到幾百天之內增亮7到16個星等。爆發之後，新星緩慢恢復到原來的亮度，這一階段可能會長達幾年到幾十年。在亮度峰值附近，新星的光譜一般和A或F型的巨星光譜類似。

新星 - 天鵝座 V2467



再發新星——再發新星和新星相似，但它們在歷史上至少被記錄到兩次爆發，當然增亮的幅度也比經典新星略小。實際上，很多現在認為的（經典）新星都有可能是再發新星。

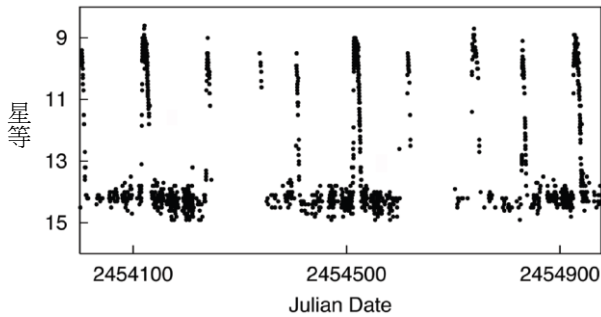
再發新星 - 蛇夫座 RS



矮新星——一顆比太陽稍冷的紅矮星、一顆白矮星和環繞在白矮星周圍的吸積盤構成了一顆矮新星的密近雙星系統。吸積盤中出現的不穩定使盤中物質落向白矮星表面，造成了它們2到6等的增亮。矮新星主要有三類：雙子座U型、鹿豹座Z型和大熊座SU型。

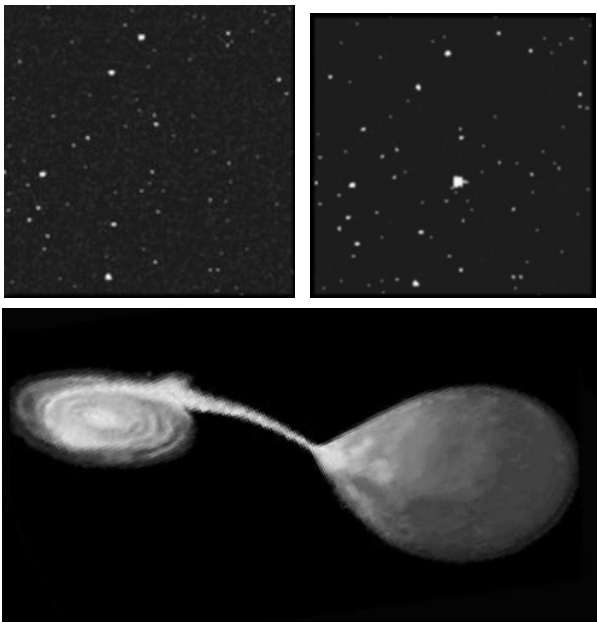
雙子座U型——它們會在經歷一段時間亮度極小的“平靜期”後突然變亮。對於不同的星，爆發間隔從30到500天不等，每次爆發持續5到20天。

雙子座 U



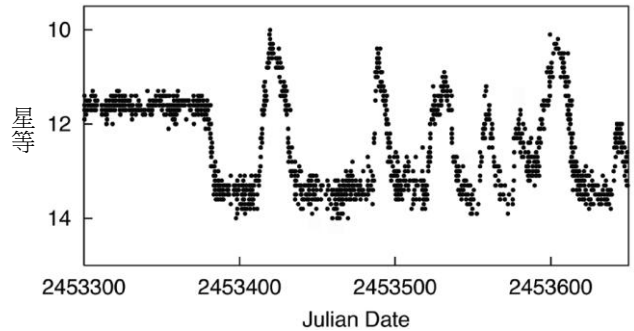
雙子座U星

下面是雙子座U分別在爆發之前和剛開始爆發之後的兩張20秒曝光照片。由AAVSO主任阿納·漢頓使用加裝V濾鏡的CCD在美國海軍天文臺位於亞利桑那州旗桿鎮的1.0米望遠鏡拍攝。兩張照片下面是由藝術家達納·拜利(Dana Berry)繪製的雙子座U雙星系統的想像圖(右邊是類太陽的伴星,左邊是白矮星和它的吸積盤)。



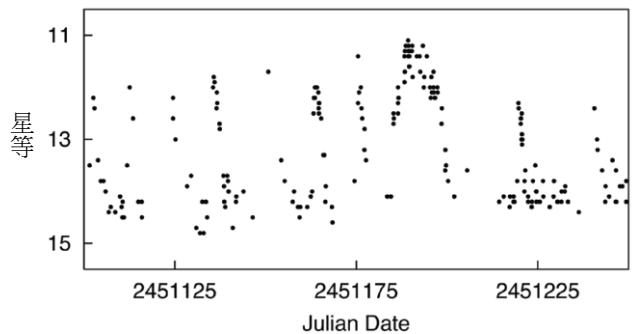
鹿豹座Z型——這類矮新星的物理機制和雙子座U型是一樣的。它們也有週期性的增亮,但有時會突然出現一段亮度保持不變的時期,稱為“平臺期”。平臺期持續約幾個週期的時間,這期間變星的亮度保持在從最亮到最暗接近三分之一的水準。

鹿豹座 Z



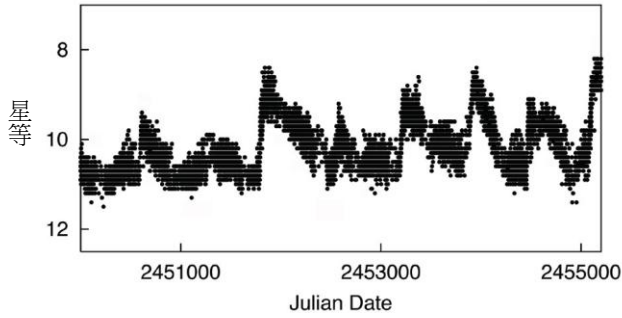
大熊座SU型——物理機制與雙子座U型仍然是一樣的,但它們會出現兩種明顯不同的爆發:一種是較暗、較頻繁、較短的爆發,持續約1到2天;另一種爆發(即所謂的“超級爆發”)相對比較亮,不很多見,並且可以持續較長時間,約10到20天。在超級爆發時,它們的亮度會有形如駝峰的小幅振盪。

大熊座 SU



伴生星——這類密近雙星系統由一顆紅巨星和一顆熾熱的藍色恆星組成,並被包裹在星雲狀物質中。它們表現出半週期性的、類似新星的爆發,光變幅度最多不超過3個星等。

伴生星 - 仙女座 Z

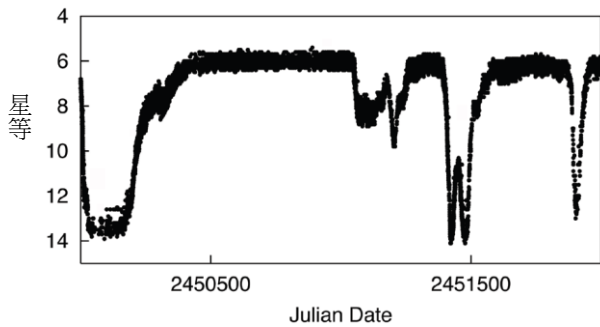


噴發變星

噴發變星指那些因在它們的色球層和星冕層發生的劇烈物理過程或閃耀而導致亮度變化的恆星。噴發變星的光變經常伴隨著恆星外殼層的活動或者由強度變化的星風和/或與周圍星際介質的相互作用造成的恆星的質量流失。

北冕座R型變星——北冕座R型變星是非常罕見的光度很大的富碳而貧氫的超巨星，它們在大多數時間裡都處在極大亮度，而不時會迅速地變暗，有時可能達到9個星等。接下來它們會在幾個月到一年的時間裡慢慢恢復到極大亮度。這類變星具有從F到K型，或是R型的光譜。

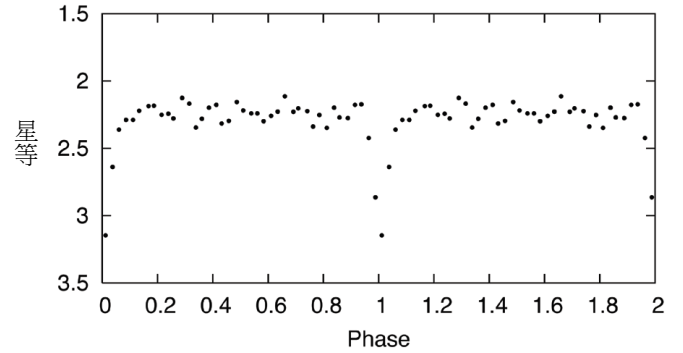
噴發變星 - 北冕座 R



食變星

食變星的本質是軌道平面與觀測者視線方向近似一致的雙星系統。兩顆子星週期性地相互凌掩，造成了我們觀測到的系統視亮度的下降。食變星凌掩的週期（也就是雙星系統的軌道週期）從幾分鐘到幾十年不等。

食變星 - 英仙座 beta



自轉變星

自轉變星微弱的光變源於它們表面的黑暗或明亮的斑塊（類似於太陽的黑子和白耀斑，稱為“星斑”）。同時，自轉變星也經常是雙星系統。

第 5 章—確定日期

向 AAVSO 報告您的變星觀測時，您的觀測日期需要用**世界時 (UT)** 或**儒略日 (JD)** 來表示，其中儒略日的小數部分還要使用**格林尼治天文標準時間 (GMAT)**。

世界時 (UT)

在天文學中經常可以看到用世界時 (UT) 表示的事件發生的時間。世界時與從英國格林尼治午夜起算的格林尼治標準時間 (GMT) 是一樣的。要得到觀測時的世界時，您只需簡單地把您的區時加上或減去您所在的時區數就可以了。您可以使用“世界時區圖”(圖 5.2) 來確定您所在的時區。

儒略日 (JD)

儒略日是天文學家使用的標準計時單位，因為它使用方便，而且不易造成混淆。下面列出了使用它的幾點好處：

——儒略日的單位“天文日”是從中午起算的，因此當觀測經過午夜時您也不用把日期換到下一天。(當然，實際上這只是對歐洲觀測者而言的。)

——儒略日只用一個數(包含小數部分)就表示了年、月、日、時、分、秒等全部時間訊息。

——對同一顆星的來自世界各地的觀測資料可以簡單地放在一起比較，因為它們的時間都只和英國格林尼治本初子午線所在的那個時區的時間相關了。

進行計算

在網際網路和 AAVSO 網站上都可以找到幫助您計算儒略日的工具軟體(AAVSO 線上計算軟體見 <http://www.aavso.org/jd-calculator>)，因此大多數人現在已經不再親手計算儒略日了。但是瞭解儒略日的計算方法仍然是非常有益的。

下面我們將為您演示確定儒略日 (JD) 和格林尼治天文標準時間 (GMAT) 的簡單步驟。如果您打算用世界時 (UT) 提交您的資料，那麼您只需要完成前三步就可以了。

逐步說明

1. 記錄下您觀測時的時間和日期，注意使用 24 小時制而不是 12 小時制。(即，如果是中午以後，則加上 12 小時)

例如，

A · 2012 年 6 月 3 日 晚上 9:34 = 6 月 3 日 21:34

B · 2012 年 6 月 4 日 凌晨 4:16 = 6 月 4 日 04:16

2. 如果您的觀測是在使用夏令時的時候進行的(一些國家在夏半年把表調快一小時，稱為“夏令時”；臺灣不使用夏令時)，請您把手錶上的時間減去一個小時以得到標準的區時。

A · 夏令時 6 月 3 日 21:34 = 6 月 3 日 20:34

B · 非夏令時 6 月 4 日 04:16 = 6 月 4 日 04:16

3. 把您的區時加上或減去您所在的時區數，得到世界時。位於零時區以東的地區減去時區數，以西則加上時區數。

A · 以美國東部時間(西五區，GMT-5:00)為例，
6 月 3 日 20:34 + 5 小時 = 世界時 6 月 4 日 01:34

B · 以臺灣時間(東八區，GMT+8:00)為例，
6 月 4 日 04:16 - 8 小時 = 世界時 6 月 3 日 20:16

4. 從世界時 (UT) 轉換到格林尼治天文標準時間 (GMAT)，需要減去 12 小時。這是因為 GMAT 是從中午而不是午夜起算的。

A · 6 月 4 日 01:34 (UT) = 6 月 3 日 13:34 (GMAT)

B · 6 月 3 日 20:16 (UT) = 6 月 3 日 08:16 (GMAT)

5. 從表 5.2 中查出與第 4 步得出的您觀測的時、分對應的天文日的小數部分。

A · 格林尼治天文標準時間 13:34 (GMAT) = 0.5653

B · 格林尼治天文標準時間 08:16 (GMAT) = 0.3444

6. 查出與您在第 4 步中得出的觀測日期對應的儒略日。表 5.1 是這樣一張儒略日日曆 (JD Calendar) 的例子。

A 和 B : 2012 年 6 月 3 日 = JD 2456082

7. 把您在第 5 步得到的小數部分和在第 6 步得到的整數部分加起來，您就得到了最後的結果：

$$A \cdot JD = 2456082.5653$$

$$B \cdot JD = 2456082.3444$$

計算範例

下面展示了更多使用前述步驟計算儒略日 (JD) 的例子。這些例子都要用到儒略日日曆 (圖 5.1) 和儒略日小數表 (表 5.2)。

例 1——2012 年 1 月 10 日凌晨 1:15 在土耳其的伊斯坦布爾 (東二區) 進行的觀測。

第 1 步：當地時間 1 月 10 日 01:15

第 2 步：(不需要)

第 3 步：01:15 - 2 小時 = 1 月 9 日 23:15 UT

第 4 步：23:15 - 12 小時 = 1 月 9 日 11:15 GMAT

第 5 步：小數部分 = 0.4688

第 6 步：2012 年 1 月 9 日的儒略日 = 2455936

最後的結果：2455936.4688

例 2——2012 年 2 月 14 日早晨 5:21 在加拿大的溫哥華 (西八區) 進行的觀測。

第 1 步：當地時間 2 月 14 日 05:21

第 2 步：(不需要)

第 3 步：5:21 + 8 小時 = 2 月 14 日 13:21 UT

第 4 步：13:21 - 12 小時 = 2 月 14 日 01:21 GMAT

第 5 步：小數部分 = 0.0563

第 6 步：2012 年 2 月 14 日的儒略日 = 2455972

最後的結果：2455972.0563

例 3——2012 年 1 月 28 日晚上 10:25 在紐西蘭的奧克蘭 (東十二區) 進行的觀測。

第 1 步：當地時間 1 月 28 日 22:25

第 2 步：22:25 - 1 小時 = 21:25 (注意：紐西蘭 1 月是夏季！)

第 3 步：21:25 - 12 小時 = 1 月 28 日 09:25 UT

第 4 步：09:25 - 12 小時 = 1 月 27 日 21:25 GMAT

第 5 步：小數部分 = 0.8924

第 6 步：2012 年 1 月 27 日的儒略日 = 2455954

最後的結果：2455954.8924

圖 5.1 (30 頁) 的日曆您可以在 AAVSO 網站上找到 (http://www.aavso.org/files/publications/jd_calendar/jd2012.pdf)。它給出了 2012 年每一天的儒略日整數部分的最後四位。7 月至 12 月的日曆在

第二頁上 (本手冊未摘錄)。在日曆中找到您觀測的天文日對應的儒略日的整數部分的最後四位，再加上 2450000，就得到了完整的儒略日整數部分。

儒略日是怎麼來的？

在儒略日系統中，所有的天數是從位於西元前 4713 年 1 月 1 日中午的儒略日零點開始連續不斷地計數的。這個 28 年太陽週期、19 年月亮週期和 15 年羅馬政府徵稅週期 (由羅馬皇帝戴克里先創立，稱為“Roman Indiction”) 重合的日子是由 16 世紀的一位法國古典學者約瑟夫·朱斯圖·斯卡里熱最先確定的。

本手冊為您提供了兩張附表以便您查詢需要的資訊：

表 5.2 可以用來查找 GMAT 的每個時、分對應的天數的小數部分，精確到小數點後 4 位。下面的表 5.1 給出了不同類型變星所需要的儒略日的精度，可以看到，4 位小數只在觀測某些類型變星的時候需要。

表 5.1- 不同類型變星需要的儒略日精度

變星類型	報告儒略日到小數點後...
造父變星	4 位
天琴座 RR 型變星	4 位
金牛座 RV 型變星	1 位
長週期變星	1 位
半規則變星	1 位
激變星	4 位
伴生星*	1 位
北冕座 R 型變星*一極大時	1 位
北冕座 R 型變星一極小時	4 位
食變星	4 位
自轉變星	4 位
不規則變星	1 位
疑似變星	4 位

*注意：伴生星和北冕座 R 型變星可能會有短週期、小幅度的光變。如果您有興趣觀測它們，那麼您的觀測應儘量在每個晴夜進行並且報告儒略日到小數點後 4 位。


表 5.3 列出了 1996 年到 2025 年每月零日的儒略日。使用零日 (也就是上一個月的最後一天) 是因為這樣計算某一天的儒略日時，您只需要簡單地把日曆上的日子加上表中列出的該月對應的儒略日就可以了。

例如，2005 年 1 月 28 日


$$= (1 \text{ 月 } 0 \text{ 日的儒略日}) + 28$$

$$= 2453371 + 28 = 2453399$$

圖 5.1-儒略日日曆樣本



AAVSO
 AAVSO, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138, U.S.A.
 Tel: 617-354-0484 Fax: 617-354-0665
 aavso@aavso.org
 http://www.aavso.org

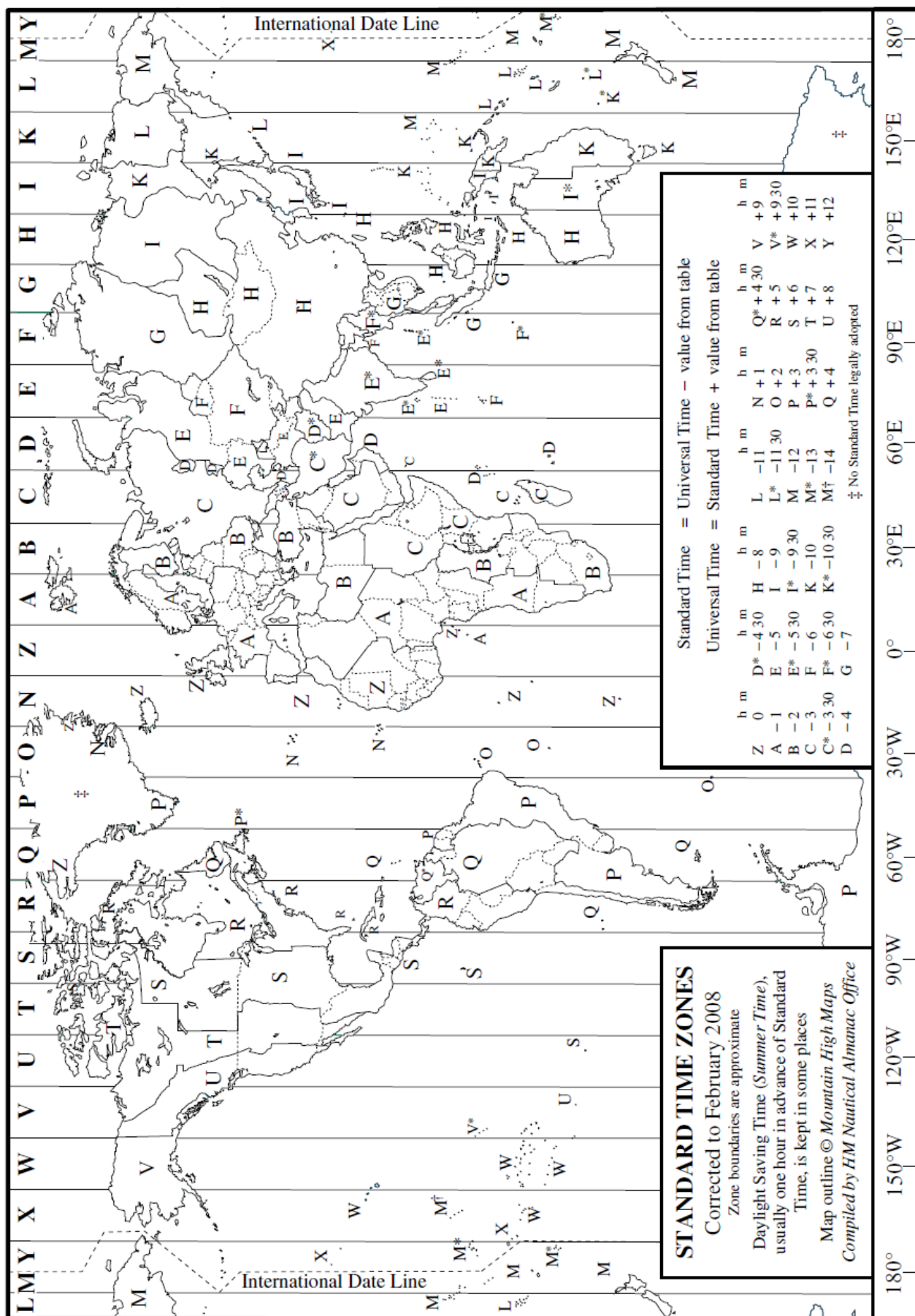


2012
JULIAN DAY CALENDAR
 2,450,000 plus the value given under each date

JANUARY							FEBRUARY						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
1 5928	2 5929	3 5930	4 5931	5 5932	6 5933	7 5934	☉ 7	☾ 14	☀ 21	1 5959	2 5960	3 5961	4 5962
8 5935	9 5936	10 5937	11 5938	12 5939	13 5940	14 5941	5 5963	6 5964	7 5965	8 5966	9 5967	10 5968	11 5969
15 5942	16 5943	17 5944	18 5945	19 5946	20 5947	21 5948	12 5970	13 5971	14 5972	15 5973	16 5974	17 5975	18 5976
22 5949	23 5950	24 5951	25 5952	26 5953	27 5954	28 5955	19 5977	20 5978	21 5979	22 5980	23 5981	24 5982	25 5983
29 5956	30 5957	31 5958	☾ 1	☉ 9	☾ 16	☀ 23	26 5984	27 5985	28 5986	29 5987			
☾ 31													
MARCH							APRIL						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
☾ 1	☉ 8	☾ 15	☀ 22	1 5988	2 5989	3 5990	1 6019	2 6020	3 6021	4 6022	5 6023	6 6024	7 6025
4 5991	5 5992	6 5993	7 5994	8 5995	9 5996	10 5997	8 6026	9 6027	10 6028	11 6029	12 6030	13 6031	14 6032
11 5998	12 5999	13 6000	14 6001	15 6002	16 6003	17 6004	15 6033	16 6034	17 6035	18 6036	19 6037	20 6038	21 6039
18 6005	19 6006	20 6007	21 6008	22 6009	23 6010	24 6011	22 6040	23 6041	24 6042	25 6043	26 6044	27 6045	28 6046
25 6012	26 6013	27 6014	28 6015	29 6016	30 6017	31 6018	29 6047	30 6048	☉ 6	☾ 13	☀ 21	☾ 29	
☾ 30													
MAY							JUNE						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
☉ 6	☾ 12	1 6049	2 6050	3 6051	4 6052	5 6053	☉ 4	☾ 11	☀ 19	☾ 27		1 6080	2 6081
6 6054	7 6055	8 6056	9 6057	10 6058	11 6059	12 6060	3 6082	4 6083	5 6084	6 6085	7 6086	8 6087	9 6088
13 6061	14 6062	15 6063	16 6064	17 6065	18 6066	19 6067	10 6089	11 6090	12 6091	13 6092	14 6093	15 6094	16 6095
20 6068	21 6069	22 6070	23 6071	24 6072	25 6073	26 6074	17 6096	18 6097	19 6098	20 6099	21 6100	22 6101	23 6102
27 6075	28 6076	29 6077	30 6078	31 6079	☀ 20	☾ 28	24 6103	25 6104	26 6105	27 6106	28 6107	29 6108	30 6109

The AAVSO is a non-profit scientific and educational organization which has been serving astronomy for 101 years. Headquarters of the AAVSO are at 49 Bay State Road, Cambridge, Massachusetts, 02138, U.S.A. Annual and sustaining memberships in the Association contribute to the support of valuable research.

圖 5.2-世界時區圖



HM 航海年曆辦公室版權部為研究理事會中心實驗室提供的“世界時區圖”。經同意刊登於此。

表 5.2- 儒略日小數表 (精確到 4 位小數) 使用這張表時, 您需要通過最上面一行找到 GMAT 的小時數, 通過最左邊一列找到分鐘數, 這樣得到的結果就是對應的小數部分。GMAT 的說明見本手冊第 28 頁。

GMAT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	GMAT	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
0	0.0000	0.0417	0.0833	0.1250	0.1667	0.2083	0.2500	0.2917	0.3333	0.3750	0.4167	0.4583	0	0.5000	0.5417	0.5833	0.6250	0.6667	0.7083	0.7500	0.7917	0.8333	0.8750	0.9167	0.9583
1	0.0007	0.0424	0.0840	0.1257	0.1674	0.2090	0.2507	0.2924	0.3340	0.3757	0.4174	0.4590	1	0.5007	0.5424	0.5840	0.6257	0.6674	0.7090	0.7507	0.7924	0.8340	0.8757	0.9174	0.9590
2	0.0014	0.0431	0.0847	0.1264	0.1681	0.2097	0.2514	0.2931	0.3347	0.3764	0.4181	0.4597	2	0.5014	0.5431	0.5847	0.6264	0.6681	0.7097	0.7514	0.7931	0.8347	0.8764	0.9181	0.9597
3	0.0021	0.0437	0.0854	0.1271	0.1688	0.2104	0.2521	0.2938	0.3354	0.3771	0.4188	0.4604	3	0.5021	0.5437	0.5854	0.6271	0.6688	0.7104	0.7521	0.7937	0.8354	0.8771	0.9187	0.9604
4	0.0028	0.0444	0.0861	0.1278	0.1694	0.2111	0.2528	0.2944	0.3361	0.3778	0.4194	0.4611	4	0.5028	0.5444	0.5861	0.6278	0.6694	0.7111	0.7528	0.7944	0.8361	0.8778	0.9194	0.9611
5	0.0035	0.0451	0.0868	0.1285	0.1701	0.2118	0.2535	0.2951	0.3368	0.3785	0.4201	0.4618	5	0.5035	0.5451	0.5868	0.6285	0.6701	0.7118	0.7535	0.7951	0.8368	0.8785	0.9201	0.9618
6	0.0042	0.0458	0.0875	0.1292	0.1708	0.2125	0.2542	0.2958	0.3375	0.3792	0.4208	0.4625	6	0.5042	0.5458	0.5875	0.6292	0.6708	0.7125	0.7542	0.7958	0.8375	0.8792	0.9208	0.9625
7	0.0049	0.0465	0.0882	0.1299	0.1715	0.2132	0.2549	0.2965	0.3382	0.3799	0.4215	0.4632	7	0.5049	0.5465	0.5882	0.6300	0.6715	0.7132	0.7549	0.7965	0.8382	0.8799	0.9215	0.9632
8	0.0056	0.0472	0.0889	0.1306	0.1722	0.2139	0.2556	0.2972	0.3389	0.3806	0.4222	0.4639	8	0.5056	0.5472	0.5889	0.6306	0.6722	0.7139	0.7556	0.7972	0.8389	0.8806	0.9222	0.9639
9	0.0063	0.0479	0.0896	0.1313	0.1729	0.2146	0.2563	0.2979	0.3396	0.3812	0.4229	0.4646	9	0.5063	0.5479	0.5896	0.6312	0.6729	0.7146	0.7563	0.7979	0.8396	0.8812	0.9229	0.9646
10	0.0069	0.0486	0.0903	0.1320	0.1736	0.2153	0.2570	0.2986	0.3403	0.3819	0.4236	0.4653	10	0.5069	0.5486	0.5903	0.6319	0.6736	0.7153	0.7570	0.7986	0.8403	0.8819	0.9236	0.9653
11	0.0076	0.0493	0.0910	0.1326	0.1743	0.2160	0.2576	0.2993	0.3410	0.3826	0.4243	0.4660	11	0.5076	0.5493	0.5910	0.6326	0.6743	0.7160	0.7576	0.7993	0.8410	0.8826	0.9243	0.9660
12	0.0083	0.0500	0.0917	0.1333	0.1750	0.2167	0.2583	0.3000	0.3417	0.3833	0.4250	0.4667	12	0.5083	0.5500	0.5917	0.6333	0.6750	0.7167	0.7583	0.8000	0.8417	0.8833	0.9250	0.9667
13	0.0090	0.0507	0.0924	0.1340	0.1757	0.2174	0.2590	0.3007	0.3424	0.3840	0.4257	0.4674	13	0.5090	0.5507	0.5924	0.6340	0.6757	0.7174	0.7590	0.8007	0.8424	0.8840	0.9257	0.9674
14	0.0097	0.0514	0.0931	0.1347	0.1764	0.2181	0.2597	0.3014	0.3431	0.3847	0.4264	0.4681	14	0.5097	0.5514	0.5931	0.6347	0.6764	0.7181	0.7597	0.8014	0.8431	0.8847	0.9264	0.9681
15	0.0104	0.0521	0.0938	0.1354	0.1771	0.2188	0.2604	0.3021	0.3438	0.3854	0.4271	0.4688	15	0.5104	0.5521	0.5938	0.6354	0.6771	0.7188	0.7604	0.8021	0.8438	0.8854	0.9271	0.9688
16	0.0111	0.0528	0.0944	0.1361	0.1778	0.2194	0.2611	0.3028	0.3444	0.3861	0.4278	0.4694	16	0.5111	0.5528	0.5944	0.6361	0.6778	0.7194	0.7611	0.8028	0.8444	0.8861	0.9278	0.9694
17	0.0118	0.0535	0.0951	0.1368	0.1785	0.2201	0.2618	0.3035	0.3451	0.3868	0.4285	0.4701	17	0.5118	0.5535	0.5951	0.6368	0.6785	0.7201	0.7618	0.8035	0.8451	0.8868	0.9285	0.9701
18	0.0125	0.0542	0.0958	0.1375	0.1792	0.2208	0.2625	0.3042	0.3458	0.3875	0.4292	0.4708	18	0.5125	0.5542	0.5958	0.6375	0.6792	0.7208	0.7625	0.8042	0.8458	0.8875	0.9292	0.9708
19	0.0132	0.0549	0.0965	0.1382	0.1799	0.2215	0.2632	0.3049	0.3465	0.3882	0.4299	0.4715	19	0.5132	0.5549	0.5965	0.6382	0.6799	0.7215	0.7632	0.8049	0.8465	0.8882	0.9299	0.9715
20	0.0139	0.0556	0.0972	0.1389	0.1806	0.2222	0.2639	0.3056	0.3472	0.3889	0.4306	0.4722	20	0.5139	0.5556	0.5972	0.6389	0.6806	0.7222	0.7639	0.8056	0.8472	0.8889	0.9306	0.9722
21	0.0146	0.0563	0.0979	0.1396	0.1812	0.2229	0.2646	0.3063	0.3479	0.3896	0.4313	0.4729	21	0.5146	0.5563	0.5979	0.6396	0.6813	0.7229	0.7646	0.8063	0.8479	0.8896	0.9313	0.9729
22	0.0153	0.0569	0.0986	0.1403	0.1819	0.2236	0.2653	0.3070	0.3486	0.3903	0.4319	0.4736	22	0.5153	0.5569	0.5986	0.6403	0.6819	0.7236	0.7653	0.8070	0.8486	0.8903	0.9319	0.9736
23	0.0160	0.0576	0.0993	0.1410	0.1826	0.2243	0.2660	0.3076	0.3493	0.3910	0.4326	0.4743	23	0.5160	0.5576	0.5993	0.6410	0.6826	0.7243	0.7660	0.8076	0.8493	0.8910	0.9326	0.9743
24	0.0167	0.0583	0.1000	0.1417	0.1833	0.2250	0.2667	0.3083	0.3500	0.3917	0.4333	0.4750	24	0.5167	0.5583	0.6000	0.6417	0.6833	0.7250	0.7667	0.8083	0.8500	0.8917	0.9333	0.9750
25	0.0174	0.0590	0.1007	0.1424	0.1840	0.2257	0.2674	0.3090	0.3507	0.3924	0.4340	0.4757	25	0.5174	0.5590	0.6007	0.6424	0.6840	0.7257	0.7674	0.8090	0.8507	0.8924	0.9340	0.9757
26	0.0181	0.0597	0.1014	0.1431	0.1847	0.2264	0.2681	0.3097	0.3514	0.3931	0.4347	0.4764	26	0.5181	0.5597	0.6014	0.6431	0.6847	0.7264	0.7681	0.8097	0.8514	0.8931	0.9347	0.9764
27	0.0187	0.0604	0.1021	0.1437	0.1854	0.2271	0.2687	0.3104	0.3521	0.3937	0.4354	0.4771	27	0.5188	0.5604	0.6021	0.6438	0.6854	0.7271	0.7688	0.8104	0.8521	0.8938	0.9354	0.9771
28	0.0194	0.0611	0.1028	0.1444	0.1861	0.2278	0.2694	0.3111	0.3528	0.3944	0.4361	0.4778	28	0.5194	0.5611	0.6028	0.6444	0.6861	0.7278	0.7694	0.8111	0.8528	0.8944	0.9361	0.9778
29	0.0201	0.0618	0.1035	0.1451	0.1868	0.2285	0.2701	0.3118	0.3535	0.3951	0.4368	0.4785	29	0.5201	0.5618	0.6035	0.6451	0.6868	0.7285	0.7701	0.8118	0.8535	0.8951	0.9368	0.9785
30	0.0208	0.0625	0.1042	0.1458	0.1875	0.2292	0.2708	0.3125	0.3542	0.3958	0.4375	0.4792	30	0.5208	0.5625	0.6042	0.6458	0.6875	0.7292	0.7708	0.8125	0.8542	0.8958	0.9375	0.9792
31	0.0215	0.0632	0.1049	0.1465	0.1882	0.2299	0.2715	0.3132	0.3549	0.3965	0.4382	0.4799	31	0.5215	0.5632	0.6049	0.6465	0.6882	0.7299	0.7715	0.8132	0.8549	0.8965	0.9382	0.9799
32	0.0222	0.0639	0.1056	0.1472	0.1889	0.2306	0.2722	0.3139	0.3556	0.3972	0.4389	0.4806	32	0.5222	0.5639	0.6056	0.6472	0.6889	0.7306	0.7722	0.8139	0.8556	0.8972	0.9389	0.9806
33	0.0229	0.0646	0.1062	0.1479	0.1896	0.2313	0.2729	0.3146	0.3563	0.3979	0.4396	0.4813	33	0.5229	0.5646	0.6063	0.6479	0.6896	0.7312	0.7729	0.8146	0.8563	0.8979	0.9396	0.9813
34	0.0236	0.0653	0.1069	0.1486	0.1903	0.2319	0.2736	0.3153	0.3569	0.3986	0.4403	0.4819	34	0.5236	0.5653	0.6070	0.6486	0.6903	0.7319	0.7736	0.8153	0.8569	0.8986	0.9403	0.9819
35	0.0243	0.0660	0.1076	0.1493	0.1910	0.2326	0.2743	0.3160	0.3576	0.3993	0.4410	0.4826	35	0.5243	0.5660	0.6076	0.6493	0.6910	0.7326	0.7743	0.8160	0.8576	0.8993	0.9410	0.9826
36	0.0250	0.0667	0.1083	0.1500	0.1917	0.2333	0.2750	0.3167	0.3583	0.4000	0.4417	0.4833	36	0.5250	0.5667	0.6083	0.6500	0.6917	0.7333	0.7750	0.8167	0.8583	0.9000	0.9417	0.9833
37	0.0257	0.0674	0.1090	0.1507	0.1924	0.2340	0.2757	0.3174	0.3590	0.4007	0.4424	0.4840	37	0.5257	0.5674	0.6090	0.6507	0.6924	0.7340	0.7757	0.8174	0.8590	0.9007	0.9424	0.9840
38	0.0264	0.0681	0.1097	0.1514	0.1931	0.2347	0.2764	0.3181	0.3597	0.4014	0.4431	0.4847	38	0.5264	0.5681	0.6097	0.6514	0.6931	0.7347	0.7764	0.8181	0.8597	0.9014	0.9431	0.9847
39	0.0271	0.0688	0.1104	0.1521	0.1938	0.2354	0.2771	0.3187	0.3604	0.4021	0.4437	0.4854	39	0.5271	0.5687	0.6104	0.6521	0.6937	0.7354	0.7771	0.8187	0.8604	0.9021	0.9437	0.9854
40	0.0278	0.0694	0.1111	0.1528	0.1944	0.2361	0.2778	0.3194	0.3611	0.4028	0.4444	0.4861	40	0.5278	0.5694	0.6111	0.6528	0.6944	0.7361	0.7778	0.8194	0.8611	0.9028	0.9444	0.9861
41	0.0285	0.0701	0.1118	0.1535	0.1951	0.2368	0.2785	0.3201	0.3618	0.4035	0.4451	0.4868	41	0.5285	0.5701	0.6118	0.6535	0.6951	0.7368	0.7785	0.8201	0.8618	0.9035	0.9451	0.9868
42	0.0292	0.0708	0.1125	0.1542	0.1958	0.2375	0.2792	0.3208	0.3625	0.4042	0.4458</														

表 5.3-1996~2025 年儒略日表 使用這張表時，您要把您觀測時日曆上的日數（這裡指的是從世界時中午起算的天文日）加上所在年月之零日所對應的儒略日數。比如，對於 2015 年 2 月 6 日（天文日）的一次觀測，對應的儒略日就應當是：2457054 + 6 = 2457060。

Year	Jan 0	Feb 0	Mar 0	Apr 0	May 0	Jun 0	Jul 0	Aug 0	Sep 0	Oct 0	Nov 0	Dec 0
1996	2450083	2450114	2450143	2450174	2450204	2450235	2450265	2450296	2450327	2450357	2450388	2450418
1997	2450449	2450480	2450508	2450539	2450569	2450600	2450630	2450661	2450692	2450722	2450753	2450783
1998	2450814	2450845	2450873	2450904	2450934	2450965	2450995	2451026	2451057	2451087	2451118	2451148
1999	2451179	2451210	2451238	2451269	2451299	2451330	2451360	2451391	2451422	2451452	2451483	2451513
2000	2451544	2451575	2451604	2451635	2451665	2451696	2451726	2451757	2451788	2451818	2451849	2451879
2001	2451910	2451941	2451969	2452000	2452030	2452061	2452091	2452122	2452153	2452183	2452214	2452244
2002	2452275	2452306	2452334	2452365	2452395	2452426	2452456	2452487	2452518	2452548	2452579	2452609
2003	2452640	2452671	2452699	2452730	2452760	2452791	2452821	2452852	2452883	2452913	2452944	2452974
2004	2453005	2453036	2453065	2453096	2453126	2453157	2453187	2453218	2453249	2453279	2453310	2453340
2005	2453371	2453402	2453430	2453461	2453491	2453522	2453552	2453583	2453614	2453644	2453675	2453705
2006	2453736	2453767	2453795	2453826	2453856	2453887	2453917	2453948	2453979	2454009	2454040	2454070
2007	2454101	2454132	2454160	2454191	2454221	2454252	2454282	2454313	2454344	2454374	2454405	2454435
2008	2454466	2454497	2454526	2454557	2454587	2454618	2454648	2454679	2454710	2454740	2454771	2454801
2009	2454832	2454863	2454891	2454922	2454952	2454983	2455013	2455044	2455075	2455105	2455136	2455166
2010	2455197	2455228	2455256	2455287	2455317	2455348	2455378	2455409	2455440	2455470	2455501	2455531
2011	2455582	2455593	2455621	2455652	2455682	2455713	2455743	2455774	2455805	2455835	2455866	2455896
2012	2455927	2455958	2455987	2456018	2456048	2456079	2456109	2456140	2456171	2456201	2456232	2456262
2013	2456293	2456324	2456352	2456383	2456413	2456444	2456474	2456505	2456536	2456566	2456597	2456627
2014	2456658	2456689	2456717	2456748	2456778	2456809	2456839	2456870	2456901	2456931	2456962	2456992
2015	2457023	2457054	2457082	2457113	2457143	2457174	2457204	2457235	2457266	2457296	2457327	2457357
2016	2457388	2457419	2457448	2457479	2457509	2457540	2457570	2457601	2457632	2457662	2457693	2457723
2017	2457754	2457785	2457813	2457844	2457874	2457905	2457935	2457966	2457997	2458027	2458058	2458088
2018	2458119	2458150	2458178	2458209	2458239	2458270	2458300	2458331	2458362	2458392	2458423	2458453
2019	2458484	2458515	2458543	2458574	2458604	2458635	2458665	2458696	2458727	2458757	2458788	2458818
2020	2458849	2458880	2458909	2458940	2458970	2459001	2459031	2459062	2459093	2459123	2459154	2459184
2021	2459215	2459246	2459274	2459305	2459335	2459366	2459396	2459427	2459458	2459488	2459519	2459549
2022	2459580	2459611	2459639	2459670	2459700	2459731	2459761	2459792	2459823	2459853	2459884	2459914
2023	2459945	2459976	2460004	2460035	2460065	2460096	2460126	2460157	2460188	2460218	2460249	2460279
2024	2460310	2460341	2460370	2460401	2460431	2460462	2460492	2460523	2460554	2460584	2460615	2460645
2025	2460676	2460707	2460735	2460766	2460796	2460827	2460857	2460888	2460919	2460949	2460980	2461010

第 6 章—制定一個觀測計畫

注：這一章的有些內容現在可能顯得有些陳舊了，但它們仍然包含很多重要的資訊。請您隨時關注 AAVSO 網站上不斷更新發展的幫助您計畫觀測的工具。

制定一個計畫

我們建議您在每個月的開始就制定一個總體的觀測計畫，確定如果您在某一天來到望遠鏡前，您要觀測哪些變星，以及如何找到它們。更多操作的細節可以留到您要進行觀測的那天再做考慮。通過提前做準備，您可以節約大量時間並且減少很多挫折，而獲得一個愉快而更有收穫的觀測經歷。

選擇您要觀測的變星

一種制定計劃的方式是坐下來列一張您的觀測目標的清單，想好您要觀測的日期和時間，然後問自己這樣幾個問題：

這裡的哪些變星在地平線以上？ 活動星圖或每月星座圖可以幫助您確定在給定的時間哪些星座是可見的，以及它們分別在哪個方向。需要注意的是，這些星圖给出的一般都是從天頂到地平線半個天球的夜空景象，而您所在的觀測地則會因為周圍的樹、山、或建築物而有視野的遮擋，並不能看到星圖中描繪的完整的全天空。

另外一種用來判斷哪些星在晚上可見的方法，是從表 6.1 查出在您觀測的月份裡哪些赤經 (R.A.) 的星會在晚上 (當地時間 9 點到午夜) 經過上中天，然後您可以從您的候選列表中選出和表中所列赤經相同的變星。這只是一個粗略的方法，因為表中列出的只是每月 15 日的情況。如果您要在午夜之後進行觀測，那麼只要把表中給出的第二個赤經數 (如 1 月就是 9 時) 加上您要觀測的時間，就能得到觀測時上中天的赤經了。當然，表 6.1 沒有考慮到拱極區的情況：在不同的地理緯度觀測，天空中會有不同範圍的“拱極區”，其中的天體在任何一個夜晚都會位於地平線之上。

這些變星是否具有足夠的亮度能被我觀測到？對於很多 AAVSO 觀測計畫中的長週期變星，每年出版的 AAVSO 公報 (AAVSO Bulletin, 見 36 頁) 會給出它們被預測的極大和極小的日期。這可以很好地幫助您瞭解某一天某顆變星的大致亮度。一個有經驗的觀測者不會把時間花在那些比他/她望遠鏡極限星等還要暗的目標上。關於如何確定您望遠鏡的極限星等，您可以參考本手冊 15-16 頁的介紹。

表 6.1-觀測視窗

這張表給出了每月 15 日前後從日落後 2 小時到午夜大致的觀測視窗。

月份	赤經
1 月	1-9 時
2 月	3-11 時
3 月	5-13 時
4 月	7-15 時
5 月	11-18 時
6 月	13-19 時
7 月	15-21 時
8 月	16-23 時
9 月	18-2 時
10 月	19-3 時
11 月	21-5 時
12 月	23-7 時

我最後一次觀測這顆變星是在什麼時候？ 對有些類型的變星來說，觀測的頻率最好不要超過每星期一次；而對另外的變星，則需要頻繁得多的觀測。您可以總結在表 6.2 中的資訊和您最後一次觀測某顆變星的時間進行比較，然後考慮是該再次觀測它還是選擇另一顆星。

標出變星的位置

如果您的望遠鏡沒有自動尋星 (GoTo) 裝置，那麼把您選擇要觀測的變星的位置標注在星圖上會對您很有幫助。除了觀測明亮的變星，您都需要用尋星鏡

或沿著鏡筒的方向看以找到您要觀測的目標。如果您用的是《AAVSO 變星星圖》* (AAVSO Variable Star Atlas)，大多數的變星都會為您標註出來；但如果您使用其它的星圖，這些變星多半不會被標出來。如果是這樣的情況，您就只能通過認證星圖標題下面給出的位置資訊，在星圖對應的赤經、赤緯位置上自己標記出這顆變星了。一定要確認您的星圖的曆元和認證星圖上座標的曆元是一樣的，否則位置就會標錯了。

*這種星圖只能用於找星，而不要用來估計變星的亮度，因為比較星的亮度很可能已經有所改動了。

表 6.2- 不同類型變星建議觀測的頻率

下表是爲了給您提供一個大致的標準，對於手冊第 4 章中介紹的變星，應該以什麼樣的頻率對它們進行觀測。由於光變時標和光變幅度方面的巨大差異，不同的變星需要的觀測頻率差別也很大。比如對於激變星，在它們爆發的時候，我們應當儘量頻繁地進行觀測，因爲這時候它們的亮度變化得非常迅速。而對於那些最好以每星期一次左右的頻率觀測的變星，比如像 Mira 型或半規則型變星，如果一個觀測者給出的觀測太頻繁，則反而會扭曲光變曲線，使資料的平均值出現偏差。

變星類型	觀測頻率
造父變星	每個晴夜
天琴座 RR 型變星	每 10 分鐘
金牛座 RV 型變星	每星期一次
Mira 型變星	每星期一次
半規則變星	每星期一次
激變星	每個晴夜
伴生星*	每星期一次
北冕座 R 型變星*—極大時	每星期一次
北冕座 R 型變星—極小時	每個晴夜
食變星	每 10 分鐘(掩食時)
自轉變星	每 10 分鐘
不規則變星	每星期一次
疑似變星	每個晴夜

* 或者每個晴夜都進行觀測，以捕捉它們可能的小幅度的脈動。

所有的亮度估計都應該使用 AAVSO 認證星圖，並參考認證星圖上標出的比較星亮度。這是保證 AAVSO 國際資料庫中的變星觀測資料的標準化和一致性的基礎。

一般的觀測流程

在每個觀測季開始前，您可以先研究一下去年同期的觀測內容，考慮是否要在今年添加新的變星，然後使用 AAVSO 變星繪製器 (VSP) 繪製新的認證星圖。在每個月開始的時候，您可以根據器材、觀測地、自己想要花多少時間以及您具有的經驗制定一個大致的觀測計畫。AAVSO 公報可以幫助您瞭解長週期變星的活動，而“我的資訊快訊”(MyNewsFlash) 和 AAVSO 緊急通知 (Alert Notice) 則可以告訴您那些新發現的或有觀測請求的目標的情況。在觀測之前，當然，您還要查詢一下天氣預報。還有就是確定您的觀測要在一夜的哪個階段進行：是在傍晚、半夜、還是凌晨？然後把您要觀測的變星按照位置分成幾組，並排好它們的觀測順序。(主要考慮它們周日視運動，也就是升落的情況)。一定要確認您手裡有觀測這些變星需要的星圖集和認證星圖，並把它們按照觀測順序整理好。檢查一下其它要用到的工具，比如紅光手電筒等。在您離開屋子觀測之前，可以先進行半小時的黑暗適應(有些觀測者會使用紅色濾光護目鏡或太陽鏡來做)。出去觀測時，要注意穿暖和！在進行所有觀測之前，在記錄本上記下日期、時間、天氣條件、月相以及任何不尋常的情況。觀測每顆變星後，記下星名、觀測時間、估計的星等、比較星、使用的認證星圖以及您對它的評註。在一夜觀測結束的時候，寫下必要的觀測總結。把用過的認證星圖整理好以便下次使用。最後，您可以在任何時間通過 WebObs (使用方法詳見第 7 章) 向 AAVSO 提交您的觀測結果。

一些有用的 AAVSO 出版物

AAVSO 公報

AAVSO 公報是您計畫觀測時的一個有用的工具。這份年報提供了 AAVSO 觀測項目中的數百顆相對規則的變星的預計的極大和極小日期。這些資訊可以用來判斷您能否在某個給定的夜晚用您的望遠鏡觀測到某顆特定的變星。這份公報可以在 AAVSO 網站上找到：<http://www.aavso.org/aavso-bulletin>，2011 年的公報（包括 2012 年 1、2 月的預報）可以在以下網址下載到：<http://www.aavso.org/aavso-bulletin-74-2011>。

您也許會問，既然 AAVSO 都能夠預測這些變星的行爲了，那我們爲什麼還要去觀測它們呢？事實上，這些預報只是爲您提供了一個預計的極大和極小的日期。作爲您觀測的一個指導，它們會對您計畫觀測有所幫助。但是，儘管長週期變星在大部分時間是週期性變化的，但在不同週期裡它們兩次極大相隔的時間實際上卻並不總相同。另外，各週期光變曲線的形狀和亮度範圍也不盡相同。從這些預報和其它 AAVSO 刊物裡出現的光變曲線中，您也可以清楚地看出，一顆變星在極亮和極暗間的變化可以有多麼迅速。

AAVSO 公報中另外一個有用的資訊，是它對其中每顆變星給出的一年以來目視觀測資料的個數（這是從 2011 年公報開始的，之前只是對急需資料的變星加以標明）。當您有了越來越豐富的觀測經驗，並且希望擴展您的觀測計畫，您就可以把一些需要資料的變星加入到您的計畫中去。

AAVSO 緊急通知 (Alert Notice)

在以下情況出現時，AAVSO 總部就會發佈緊急通知：當某顆變星表現出不尋常的行爲；當有意外事件發生，比如發現了一顆新星或者超新星；或者當有天文學家爲了安排使用衛星或陸基望遠鏡對某顆變星進行觀測的時間，需要前期的觀測而向觀測者提出觀測請求的時候。

除了在 AAVSO 主頁可以看到最新的緊急通知外，在<http://www.aavso.org/alert-notice-archive> 可以找到全部的緊急通知。

AAVSO 特別通知 (Special Notice)

AAVSO 特別通知 (ASN) 是爲那些有趣而且/或者罕見的，但還沒有設立爲新的 AAVSO 專項觀測項目的天體活動而發佈的公告。快速及時和短小簡潔是特別通知的特點。當這裡提到的內容值得引起更進一步的關注時，我們會繼續發佈對它的緊急通知。

您可以通過電子郵件免費訂閱 AAVSO 特別通知，也可以在 AAVSO 網站主頁查看最新的消息，或者瀏覽<http://www.aavso.org/special-notice-archive> 查看特別通知的檔案。

我的資訊快訊 (MyNewsFlash)

我的資訊快訊 (MyNewsFlash) 是一個自動爲您發送您所定制的變星活動報告的系統。這些報告可以定期發到您的電子郵箱、傳呼機或手機上。您可以通過星名、變星類型、亮度、活動、觀測日期或其它標準定制您需要的報告。這些報告中包括由電子方式提交的觀測。更多有關 MyNewsFlash 的資訊，或如果您需要定制並接受報告，請瀏覽<http://www.aavso.org/publications/newsflash/myflash.shtml>。

第 7 章一向 AAVSO 提交觀測結果

爲了讓您的觀測結果進入 AAVSO 國際資料庫，您需要向我們的總部提交它們。有兩種方法可以向 AAVSO 提交您的觀測，它們都需要用到 AAVSO 網站上的 WebObs 功能。對於目視觀測者，您可以在“Submit observations individually”（逐個上報資料）和“Upload a file of observations”（上傳觀測資料檔案）兩種方式間進行選擇。

在您提交了觀測結果之後，WebObs 會把它們製成 AAVSO 的標準格式，然後進入一系列檢查錯誤的程序，以確定您輸入的資料準確無誤。如果您的資料被檢查出問題，我們會通知您，而有問題的資料將不會進入到資料庫當中。

您提交的觀測會在第一時間成爲 AAVSO 國際資料庫的一部分，並且同時就可以使用了。您可以用“光變曲線繪製器”（Light Curve Generator，<http://www.aavso.org/lcg>）查看您的資料點，或者通過“快速查看工具”（Quick Look，<http://www.aavso.org/ql>）查看表格形式的資料。另外，您還可以查看或下載到您向 AAVSO 資料庫提交的全部資料的清單（Search for observations）。

用“光變曲線繪製器”或者“快速查看工具”查看您的觀測，看它們與其他觀測者的資料是否吻合得很好，這確實是一件很有趣的事情，但請您**一定不要**在提交您的觀測之前就去看別人的資料。如果您這樣做，就很有可能參照別人的資料而修改自己的觀測結果——這樣您的資料就失去了獨立隨機的統計意義，而帶有嚴重的偏差性了。

如果您參加了某個天文俱樂部或者是和另一位變星觀測者一起觀測，請特別要注意，每個人都應該獨立地進行自己的觀測，而且提交觀測報告時也不要將兩個或幾個人的結果當成一個人報告。

還有一點需要注意的是，請您不要重複提交觀測結果！如果您已經向所在的俱樂部或組織提交了您的觀測，並且他們會把這些資料送交 AAVSO 的話，那麼就請您一定不要再自己向 AAVSO 提交同樣的資料了。

在使用 WebObs（<http://www.aavso.org/webobs>）之前，您需要先做兩件事。

首先，您要向 AAVSO 申請一個自己的觀測者編號（Observer initials）。每個 AAVSO 觀測者都有自己唯一的編號，它將和您的觀測一起進入 AAVSO 資料庫。這些編號由 AAVSO 總部分配給觀測者，以保證每個人的編號都不重複。在通常情況下，編號和您名字的拼寫會有一些聯繫，當然這也不盡然。在您註冊並向 AAVSO 提交申請後 2-3 個工作日內，我們會給您發一封電子郵件確認您的註冊並告知您的 AAVSO 觀測者編號。

另一件事是，您需要註冊一個帳號才能使用 AAVSO 網站的 WebObs 功能。註冊時您只需要填寫一些註冊資料就可以完成了，這一步不需要等待。

當您已經做好了準備使用 WebObs，登錄然後進入 Observers 頁面後選擇 WebObs 或者直接輸入網址，就可以進入 WebObs 了。

逐個上報觀測資料

這種方式適合要提交少量觀測結果（比如在一夜觀測結束後）的觀測者。

正如您在圖 7.1 中看到的，用 WebObs 逐個上報觀測的操作介面非常簡潔明瞭。您只要把您的資料仔細地鍵入到恰當的方框中，然後按一下“Submit Observation”（提交這個觀測）就可以了。如果您對其中任何一個框中需要填寫的內容有疑問，可以參看方框下面的說明（按一下說明行最後的“More help”就會出現新視窗打開的完整的說明內容）。

當您提交了一個觀測後，它就會出現在介面下方的清單中。您最好再檢查一下有沒有鍵入的錯誤。如果有，您可以按一下它左邊的“edit”（編輯）來修改這個資料。如果您的網速比較慢或者您懷疑自己的觀測沒有提交成功，請稍等幾分鐘，然後到“快速查看工具”中找找它們。在您確定它們確實不在資料庫之前，請**不要**就認爲哪裡出了問題而再次提交它。很多雷同的觀測資料都是這樣進入 AAVSO 資料庫的。

以檔案的形式提交觀測

另一個提交資料的方法是創建一個 AAVSO 標準格式的記事本 (.txt) 檔案，然後通過 WebObs 把它上傳給 AAVSO。如果您不喜歡長時間在網上操作或者有大量的觀測需要上報，這個方法將是個不錯的選擇。一旦成功地上傳了您的檔案，如果您需要的話，這些觀測資料立刻就可以顯示出來。

創建資料提交檔案有很多方法，但是它們都一定要按照“AAVSO 目視報告格式”來做。在 AAVSO 網站

上可以找到這個格式的介紹(從 WebObs 進入或直接輸入網址 <http://www.aavso.org/aavso-visual-file-format>)，您可以對照上面的樣本檢查您的檔案。

為了更穩妥和方便地做出規範而容易被系統接受的觀測提交檔案，AAVSO 觀測者們開發了一些軟體工具(還有很多仍在開發中)，我們非常歡迎您去使用它們。這些程式可以在 AAVSO 網站上找到：<http://www.aavso.org/data/software>。

圖 7.1-WebObs 資料登錄介面 (此處資料僅為演示，並非真實觀測結果)

Enter Observations Individually

✔ Success! Thank you for submitting your observation.

What type of observation are you submitting?: * Visual 觀測類型-目視

A different form will be shown depending on what type you choose.

WebObs Menu

- Main WebObs Page
- Submit an Observation
- Upload a File
- Search for Observations

Visual Observation Form

Observer Code: CQS
Your official AAVSO Observer Initials.

Star Identifier:* eps Aur
Name, desig. or AUID. [More help...](#)

Date/Time of Observation:* 2011/12/30/13/05
UT time of observation in JD or yyyy/mm/dd/hh/mm/ss format. [More help...](#)

Magnitude:* 2.9
Estimated magnitude of the variable star. A decimal point is required. [More help...](#)

Check this box if estimate is a fainter-than (如果您的觀測是“暗於...等”的，請點選這裡)

First comp star:* 32
The label of the 1st comparison star you used to make the estimate. [More help...](#)

Second comp star: 38
The label of the 2nd comparison star you used to make the estimate. [More help...](#)

Chart ID:* 090707
The chart identification. [More help...](#)

Comment codes: B U W L D Y
 K S Z I V
Optional field. Check as many that apply. [More help...](#)

Comments: Lm=3.0mag, T=30°C
Optional field. Please be as brief as possible. [More help...](#)

觀測者代號

星名

觀測日期及時間

星等

第一比較星

第二比較星

認證星圖編號

註解代碼

註解或註釋

Submit Observation “提交觀測” 按鈕

Observations submitted since last login: 已成功提交的觀測：

	Name	JD	CalendarDate	Mag	Err	Filter	Comp Label	Comp Mag	Check Label	Check Mag	Chart	Trans.	Comment Codes	Notes
1	edit delete OMI CET	2455926.04167	2011 Dec 30.5417	6.4		Vis.	65		63		5644cfc	N	U	Lm=3.0mag, T=30°C

編輯 刪除 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... next > last >

AAVSO 目視報告格式

無論使用哪種方法報告您的變星觀測，您的資料都要用 AAVSO 標準報告格式提交。特別地，對於目視觀測，您需要使用“AAVSO 目視報告格式”。下面對它的描述您也可以在 AAVSO 網站上找到。*注意：對於 CCD 和 PEP 觀測，則要用“AAVSO 擴展格式”來報告您的觀測。*

總體說明

目視報告格式由表頭和資料兩部分組成。

表頭

表頭包含了對觀測資料格式的描述，它要寫在檔案的最前面，並且每行必須以一個井號（#）開始。表頭部分包括六個必需項；如果您需要寫一些個人的評註，可以另起一行並以一個井號（#）開始，然後寫下您評註的內容。這些評註將被我們的軟體識別而不會進入資料庫中，但它們會隨著您提交的檔案一起進入 AAVSO 永久檔案中保存起來。

六個必需項分別是：

#TYPE=Visual

#OBSCODE=

#SOFTWARE=

#DELIM=

#DATE=

#OBSTYPE=

TYPE (報表類型)：在我們現在討論的情況下都應當是“Visual”（目視）。

OBSCODE (觀測者代號)：之前 AAVSO 給您分派的正式的 AAVSO 觀測者代號。

SOFTWARE (軟體)：您創建報告文檔時使用的軟體名稱和版本。如果是自撰軟體，請在這裡寫下一些描述和說明。例如：“#SOFTWARE=Excel SpreadSheet by Gary Poyner”。

DELIM (分隔符號)：您的文檔中用於分隔不同項目的分隔符號。常用的分隔符號有：逗號(,)、分號(;)、

嘆號(!)以及分隔號(|)。唯一不能在這裡使用的兩個符號是井號(#)和空格“ ”。如果要用定位字元，請您在這裡鍵入單詞“tab”而不要輸入真正的位置字元。

注意：Excel 用戶如果希望使用逗號，請在這裡鍵入逗號的英文“comma”而不是“,”。否則 Excel 讀取這個儲存格的時候會發生錯誤。

DATE (日期)：報告中使用的日期和時間的格式。在這裡您有兩種選擇，JD（儒略日）或者 EXCEL。EXCEL 格式是指以這樣形式給出的觀測時的世界時(UT)：MM/DD/YYYY HH:MM:SS AM(或 PM)(月/日/年 時:分:秒 上午/下午)。也可以只精確到分鐘。

OBSTYPE (觀測類型)：得到檔案中亮度資料的觀測的方法。可以選擇寫 Visual（目視）或 PTG（照相觀測，仿視測光）。如果這裡不填，將默認為目視。如果是 PTG 觀測，請在每個觀測的註釋（Note）欄寫下所使用底片的光譜響應的描述和您使用的濾鏡。

資料數據

在表頭之後就是變星觀測的資料主體了。資料要按每行一個觀測結果的格式寫，並且每個觀測中的不同欄要用表頭中指定的分隔符號隔開。每個觀測應包括的欄如下：

星名：觀測目標變星的名字。它在 VSX 中的任何一個名字都可以填在這裡。關於變星的名字，詳見第 4 章 19 頁。

日期：觀測的日期和時間，要以您在表頭中指定的格式寫。計算世界時和儒略日的方法說明見第 5 章。

星等：作為觀測結果的變星的星等。如果您的觀測是“fainter-than”（暗於...等）的，那麼就在星等值前加上“<”號。

註解代碼：用於描述跟您觀測有關的環境狀況的由一個或幾個字母組成的代碼。如果沒有什麼需要提到的，在這一欄寫下“na”。可以使用的代碼和它們的意義見 41 頁表 7.1。

如果需要填寫多個字母代碼，它們應當用空格分開（如“B D U”）或者完全連起來寫（如“BDU”）。

第一比較星：使用的第一顆比較星的標籤。可以是認證星圖上標出的星等標籤，也可以是 AUID 編號或者星名。

第二比較星：使用的第二顆比較星的標籤。可以是認證星圖上標出的星等標籤，也可以是 AUID 編號或者

星名。如果沒有第二顆比較星，在這一欄寫“na”。

認證星圖：這裡要填的是在您所使用的認證星圖右上角給出的“認證星圖編號”（Chart ID）。

註釋：有關您的觀測的註解或註釋。這一欄的內容最長不能超過 100 個字元。

請您在將報告提交給 AAVSO 總部之前仔細地檢查一遍！

一些可以上傳的格式正確的報告示例：

例 1：

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE=WORD
#DELIM=,
#DATE=JD
SS CYG,2454702.1234,<11.1,U,110,113,070613,Partly cloudy (部分有雲)
```

例 2：

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE= TextMate
#DELIM=,
#DATE=JD
#NAME,DATE,MAG,COMMENTCODE,COMP1,COMP2,CHART,NOTES
SS CYG,2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na
SS CYG,2454703.2341,<11.1,B,111,na,070613,na
```

注意上例中#NAME,DATE,MAG,COMMENTCODE,COMP1...這一行。由於它以一個“#”開頭並且不含有任何表頭中必需項的關鍵字，它將被軟體自動劃歸為評注內容。如果您覺得這一行有助於您清楚方便地填寫資料的內容，您可以放心地寫下它。

例 3：

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE=WORD
#DELIM=;
#DATE=JD
#OBSTYPE=Visual
OMI CET;2454704.1402; 6.1;na;59;65;1755eb;na
EPS AUR;2454704.1567;3.3;IZ;32;38;1755dz;my first observation of this star
SS CYG;2454707.1001;9.3;Y;93;95;070613;OUTBURST!
#DELIM=|
#DATE=EXCEL
SS CYG|1/1/2010 11:59 PM|9.3|L|90|95|070613|first obs using UT
SS CYG|1/2/2010 06:15 AM|9.3|na|90|95|070613|na
```

在本例中，觀測者在報告中間改變了分隔符號和日期的格式。

表 7.1-AAVSO 報告中註解的縮寫

這些字母可以在您使用 WebObs 線上上報資料時填寫到“Comment Codes”（註解代碼）欄，或者在您的上報的檔案中填寫在“COMMENTCODE”的位置。如果需要，您可以使用不止一個字母（字母要按順序填寫）。這些字母應當可以為您的註釋提供一個大體的方向，而不必是您報告中的詳細內容。例如您在“Note”（註釋）欄中寫下“a 12-day moon nearby”（附近有月齡 12 的月亮），那麼只需要在“註解代碼”欄中寫下“B”就可以了。

- B** 天空明亮：月光、晨昏蒙影、光污染、極光等
- U** 雲、塵、煙、霾等
- W** 視寧度差
- L** 目標在低空、接近地平線、在樹影中、視野有遮擋
- D** 不尋常的活動（觀測到亮度下降、閃耀等特殊活動）
- Y** 爆發
- K** 沒有 AAVSO 認證星圖
- S** 沒有按照通用比較序列
- Z** 亮度不確定
- I** 不確定星星是否識別正確
- V** 目標暗、接近觀測極限、僅是瞥見

第 8 章-觀測示範

作者：蓋因·漢森，AAVSO 資深會員、觀測者

在這一章裡，我們將通過模擬對大熊座 Z (Z UMa) 的亮度的估計詳細地介紹第 3 章 (11 頁) 提到的觀測步驟。

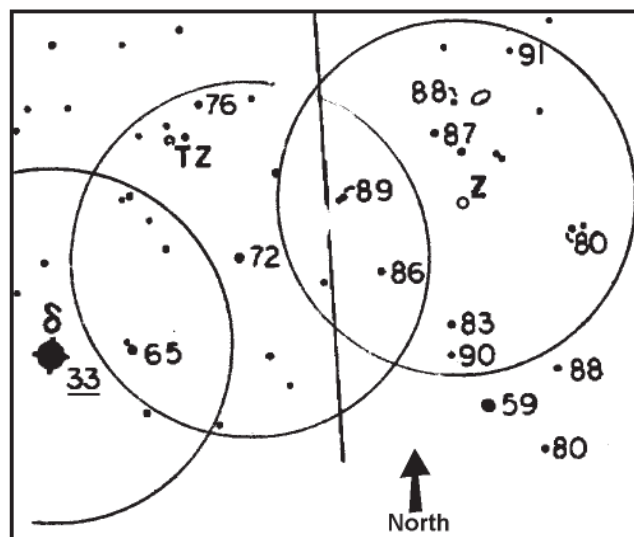
1. 找到天區——43 頁和 44 頁的圖 8.1 和 8.2 展示了該變星附近的天區。初學者也應當可以輕鬆地找到，因為它正位於北斗的“勺口”處。圖 8.3 (下圖) 顯示出 Z UMa 距大熊座 (δ) 非常近。

2. 找到變星——要找到這顆變星可以有許多方法。因為它離 δ UMa 比較近，您可以考慮從這裡開始“搭星橋”。當然，在“b”規格認證星圖中您可以看到，就在變星南側還有一顆 5.9 等的比較星。這兩顆星都可以作為星橋的很好的起點。您也可以乾脆跳過“星橋”這一步，嘗試直接把望遠鏡指向變星。下面給您提供了這三種方法的一些提示。

從 δ UMa 開始——把望遠鏡指向為亮度 3 等的 δ UMa 是不困難的。圖 8.3 展示了星圖集裡從 δ 到變星部分的天區。

現在您既可以用尋星鏡 (如果有的話) 也可以用主鏡加低倍目鏡來搭星橋。通過一個很好的尋星鏡 (8*50 或更大) 您就能夠看到這幅星圖中的很多星。如果直接使用主鏡，那麼在您找到它以後就可以立刻開始觀測了。

圖 8.3-星圖集局部



從 5.9 等的比較星開始——基本上用所有的尋星鏡都可以看到變星旁邊的那顆 5.9 等的比較星。而對於不帶放大的紅點尋星鏡來說，則只有在最黑暗的天空中才能夠看到它。不過，因為這顆星幾乎就在 δ 星和 γ 星的中垂線上，所以要找到它還是沒什麼困難的。以它的亮度在主鏡裡看上去會很明顯。從這裡開始，用“b”規格認證星圖搭一條不長的星橋就可以到達目標變星 (圖 8.5)。

圖 8.4-星圖集局部

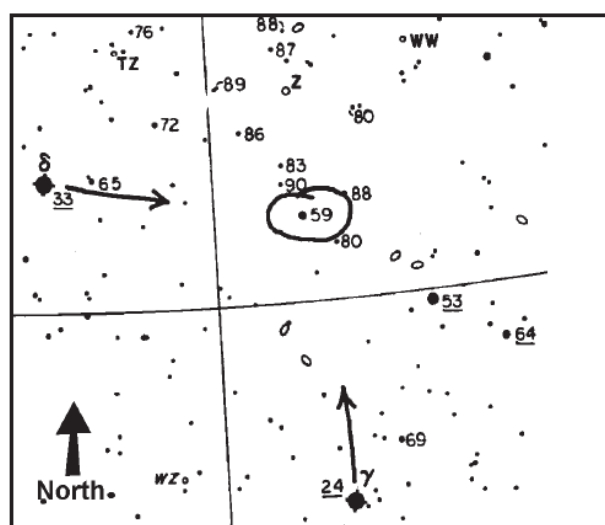


圖 8.5-“b”規格認證星圖局部

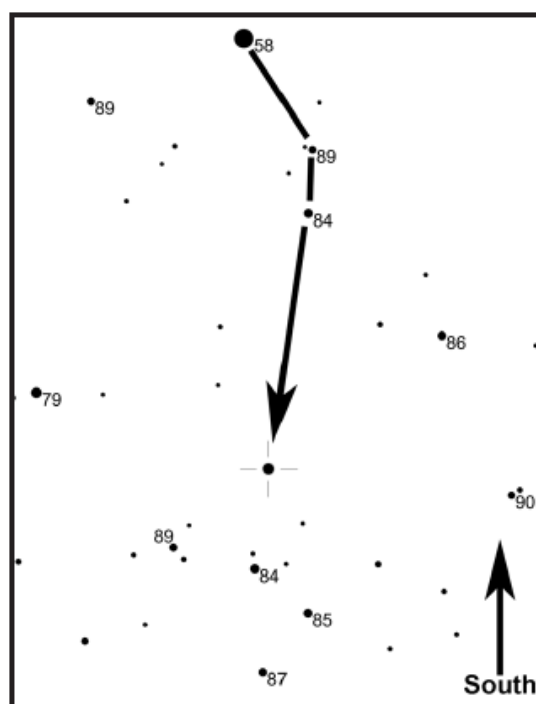
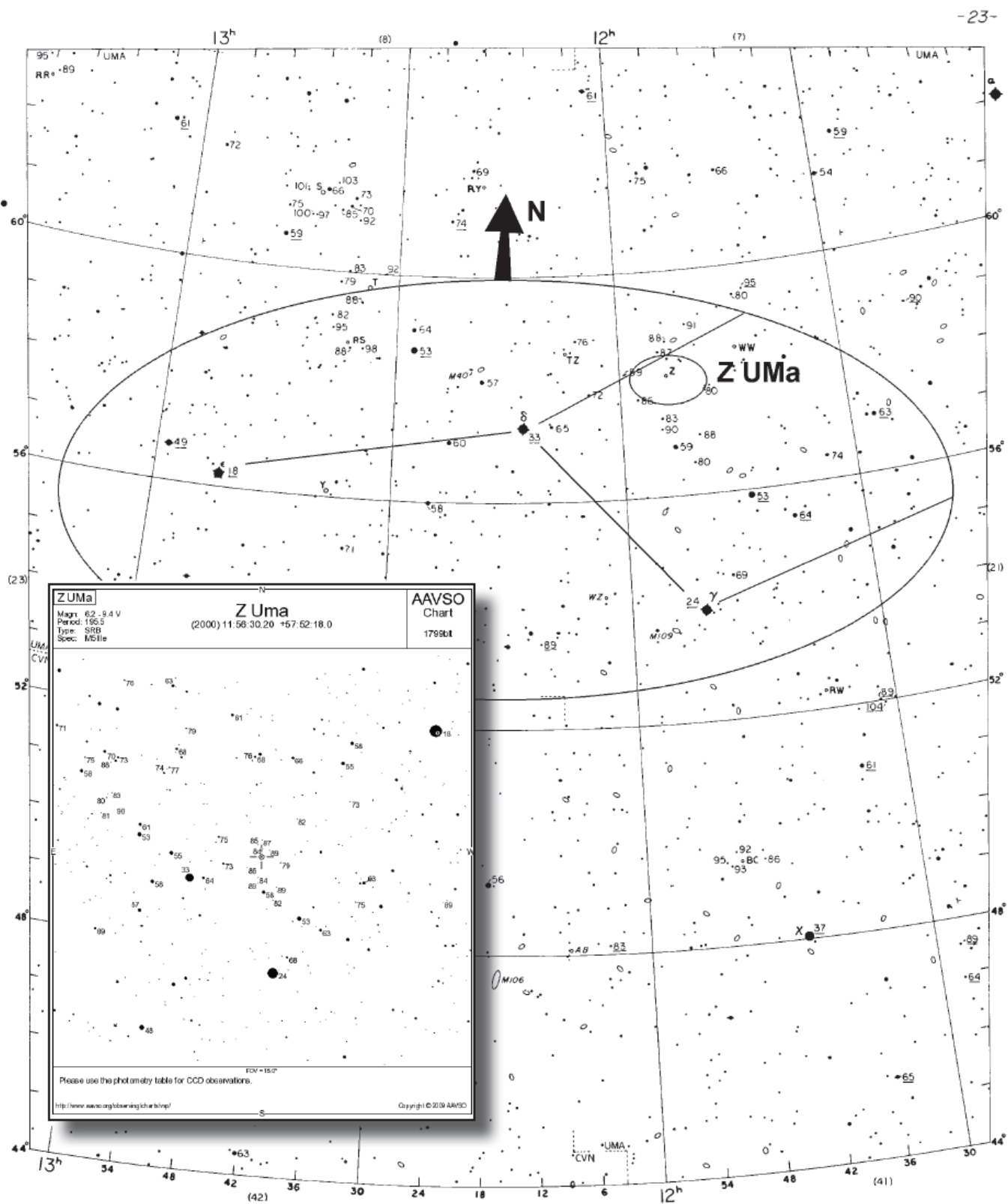


圖 8.1-找到 Z UMa。首先用活動星圖或全天星圖確認在您要觀測的日期和時間裡大熊座是在地平線之上可見的。記住大熊座的亮星形成的形狀，然後在星圖集的索引頁找到它。這個形狀可能在星圖中轉了個角度，不過這都不要緊。



圖 8.2-找到 Z UMa (續)。AAVSO 變星星圖集：第 22 幅星圖，給出了星座連線並圈出了 Z UMa 的位置。注意這幅星圖中的方向和索引頁（見圖 8.1）中的方向就是不一樣的。圖下方所示是一幅 AAVSO 的“a”規格認證星圖的縮小版。



-23-

KEY TO SYMBOLS

◊ VARIABLE STAR	○ GLOBULAR CLUSTER	○ DIFFUSE NEBULA	MAGNITUDES
◇ PLANETARY NEBULA	○ OPEN CLUSTER	○ GALAXY	1★ 2★ 3★ 4★ 5★ 6★ 7★ 8★ 9★

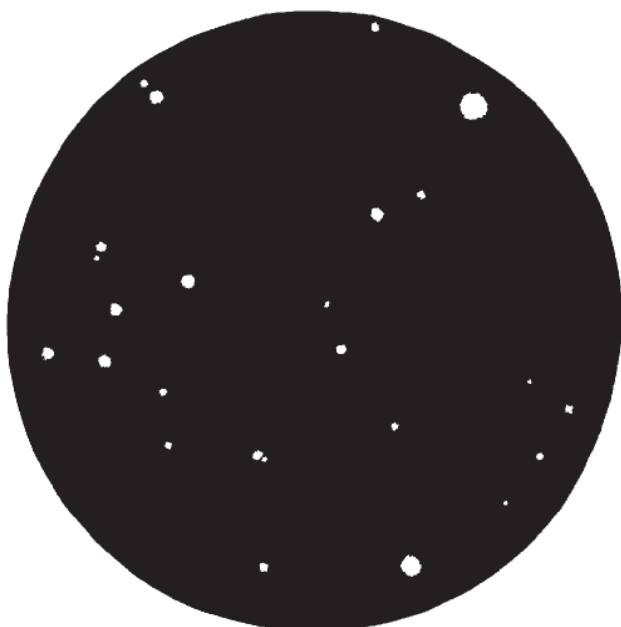
CHART 22

直接指向變星——這個方法是說，在您通過主鏡觀測之前就用一些方法使望遠鏡指到離變星儘量近的天區去。使用定位環的觀測者幾乎總是會使用這種方法。這也許是變星觀測者當中使用最普遍的方法了。

使用紅點尋星鏡時，您可以用 δ 和 γ 兩星作為導引星；而如果您使用普通的尋星鏡，那麼您還可以利用一下肉眼直接難以看到的更暗的星（比如那顆 5.9 等的星）。

下面圖 8.6 展示了一架小型反射望遠鏡中看到的 Z UMa 附近的視野。和您用望遠鏡實際觀測時一樣，您要在圖 8.7（47 頁）的認證星圖中找到與望遠鏡中視野對應的天區。

圖 8.6-Z UMa 天區



初學者通常會遇到下面幾個問題：

- (1) 星圖和望遠鏡中的方向可能不一致。
- (2) 您使用的光學系統的放大率產生了與星圖不同的比例尺。
- (3) 星圖和望遠鏡中的極限星等不一致。

這三個問題都和您還不太熟悉您的望遠鏡有關，因此當您有了更多操作自己望遠鏡的經驗，它們都會迎刃而解。這裡我們為您提供一些建議：

(1) 方向。如果沒能正確地找到視野中的方向，那麼觀測簡直就是一場災難。您幾乎不可能在方位指向錯誤的情況下找到星圖中與視野對應的位置。從亮星或明顯星群出發的“星橋”找星法的一個巨大的好處就是，您在指向變星之前已經在亮星附近把方向的問題解決了。第 3 章給出的方位指向圖解也許會對您有幫助。當然，在您實在弄不清望遠鏡視野裡方向的時候，您可以用“漂移法”來判斷：天體周日視運動的漂移總是指向西方。在圖 8.6 中，南方大約指向右上 45° 。

當心：如果您的望遠鏡有奇數個反射面（使用 90° 天頂鏡的折射鏡、施-卡式折反鏡等），您最好使用 AAVSO 鏡像認證星圖。

(2) 放大率。“b”規格的認證星圖顯示了天空中相對比較大的一個區域，因此，您也許需要使用最低倍率的目鏡。圖 8.6 的視野是 2.3 度，在圖 8.7 的“b”規格認證星圖上也標出了這個直徑 2.3 度的圓圈，可以作為您的參考。

(3) 極限星等。通常您會發現，認證星圖上的“星”數遠遠比在目鏡裡看到的要多。這種星數的不一致也有可能導致星場認證上的困難。由於在望遠鏡中看到很多星並不容易，因此您最好先在目鏡中找到一些較亮的星或星群，並在認證星圖上找到它們的位置。

“反向星橋法”是很多“直接指向變星”的觀測者常用的一種技術。如果不能一下就找到變星所在的天區，您可以用望遠鏡巡視一下周圍的區域，儘量在視野中找到一些易於辨認的星群。一旦找到了一個，您就馬上到認證星圖裡辨認出它來。這樣您就有了一個已知的“星橋”的起點。因為您一般是從變星附近向外找到的導引星群，所以通常這時候的星橋是倒著回到變星的，這就是它叫做“反向星橋”的原因。我們使用的“b”規格星圖的比例尺比較小，因此很適合用這種方法。

在 Z UMa 附近，有一個由它和北邊的 8.4 和 8.9 兩顆星組成的三角形。如果您找到了這個三角形，那麼變星也就同時準確地認證了。

提示：如果您發現了一個非常有特點的星群，可以在認證星圖上標記出來。這將幫助您下次輕鬆地找到它。

有了更多經驗——隨著不斷的觀測，您對星星在望遠鏡中的亮度也會熟悉和敏銳起來。可能您在以前看到認證星圖上的 9 等星時，對它們在望遠鏡中看來“應該”有多亮一點概念也沒有；但當您有了一些經驗，您甚至連它們在月光等不利條件下的樣子都能想像得到。這對您的尋星將有極大的幫助。

3. 找到比較星——這一步您的任務非常簡單：找到至少一顆亮於和一顆暗於變星的比較星。其難度直接與比較星與變星的距離成正比。尋找一些“可能的”比較星的方法是很好用的。這種方法是說，您要先在視野中找到一顆您覺得比變星稍亮或稍暗的星，然後您再到星圖上去找它。有可能它恰好就是一顆比較星。如果不是，再試試另一顆。如果您把您認為可能的星都試過了但發現都不是，您可以再去認證星圖裡找。

注意：您非常希望找到變星，但您可能會因此產生錯覺。如果湊巧的話，您可能很不幸恰好發現了一塊跟星圖“看上去”很像的星群，而誤認為您找到的就是變星。因此，在這一步裡，您不光是要找到比較星，您還要再次確認您對變星的認證。要留意天空中簡單的標誌！如果認證星圖上繪出了一顆您在視野裡根本找不到，或者與它標注的亮度相差很多的星，那麼很有可能是您找錯了位置。（它是一顆新變星的幾率比這小得多。不過，如果是在銀河裡，並且您十分確認找對了位置，請立刻向天文組織報告，您可能發現了一顆新星！）

雖然理論上講您只需要兩顆比較星就可以確定變星的亮度了，但我們還是強烈建議您多找幾顆比較星。用不同比較星得到的變星亮度是否一致？如果不是，為什麼？是只有一顆的結果不一樣嗎？那麼請您再次核實這顆有問題的比較星的位置。（您會發現 AAVSO 認證星圖的繪製具有很高的精確度。）最後，如果確實只有一顆比較星看上去不太對頭，那麼您可以忽略它，然後用其他的比較星進行觀測。

4. 估計亮度——當您找到了合適的比較星，您就可以進行這最後一步估計亮度的工作了。圖 8.8（下圖）顯示了在我們望遠鏡中的天區，Z UMa 在中央，南方指向上。我們可以看到，此時變星的星等應當在 79 和 84 兩顆星之間。您可以用這兩顆星進行您的內插估測。

注意：大多數觀測新手會發現對真實的變星亮度的估計比這裡的類比演示要更有挑戰。其實，79 和 84 兩顆星之間間隔已經挺小的了，因此當發現您的估計和其他觀測者的不太一樣，您完全不必感到驚訝。

圖 8.8-Z UMa 天區及其中的比較星



為了演示起見，我們假定這裡估測的結果為 8.1 等。

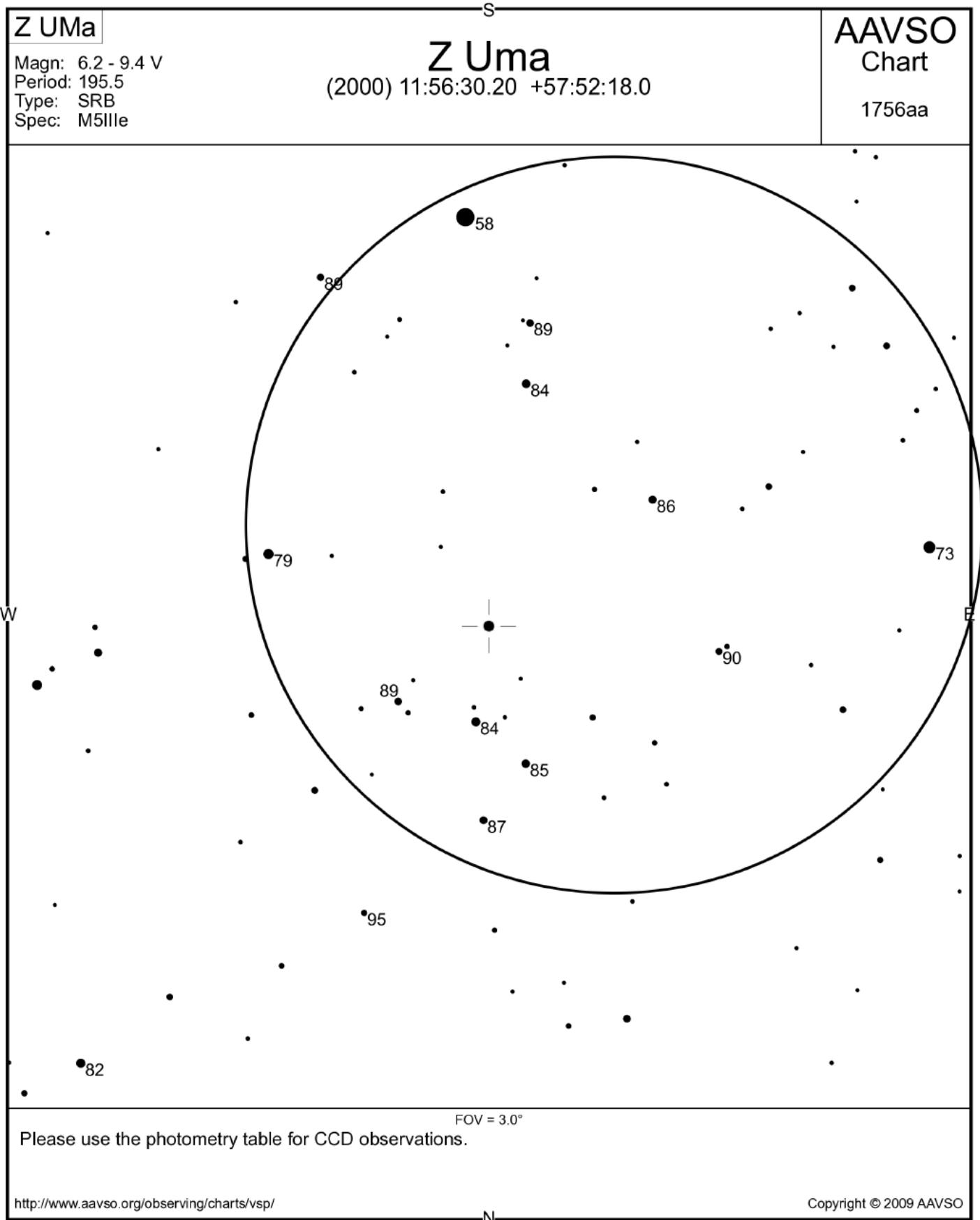
5. 記錄您的觀測——您需要記錄如下資訊：

變星名稱：Z UMa

觀測日期：您可以給每顆星的亮度估測都寫下日期，不過由於每夜觀測時一般都會從新的一頁開始記錄，通常把日期寫在這張記錄頁的頁眉就可以了。要記得記下觀測夜前後兩天的日期，這樣可以避免對觀測是在一個曆日的子夜後還是午夜前進行的產生混淆。

觀測時間：在原始記錄上也，其實地方時或世界時（UT）都是可以的。不過，無論您使用哪種時間，

圖 8.7-Z UMa 的 AAVSO “b” 規格認證星圖，圖中畫出了一個視野 2.3 度的圓圈。



都要保證記錄的前後一致。記錄的時間所需要的精確程度取決於變星的類型。詳細的指導可以在 29 頁表 5.1 找到。如果您不確定，那麼記錄得精確些總是有益無害的。很多觀測者不管是對哪種類型的變星，他們的記錄都精確到分鐘。

您估計的星等：本例中我們取為 8.1。

用來估計變星亮度的比較星的星等（標籤）：我們用的是 79 和 84 的比較星。

使用的認證星圖：記錄下認證星圖右上角的星圖編號（ChartID）。比如這裡是“1756aa”。

任何可能影響視寧度的觀測條件的記錄：很多常見的情況，如月光、霧霾、雲遮等，應當使用標準簡寫編碼記錄。編碼表見 41 頁表 7.1。其它註釋則要寫出。圖 8.9 展示了我們這次示例觀測的記錄本可能的樣子。

儘管由於頁眉處記錄的“有風”（windy）的情況，我們寫下了表示“視寧度差”的編碼“W”，但我們並沒有把這個觀測算作“近似觀測”（用編碼“Z”表示得到的星等不確定）。作為觀測者，這個決定在於您自己。這裡我們寫下“W”而不算作“星等不確定”，表示我們覺得雖然這個不利條件是存在的，但它還沒有影響到我們觀測的準確度。

圖 8.9- 觀測記錄本局部

VAR	DESIGN	TIME	MAGN	COMP	CHART	CODE	REMARKS
Z UMA	1151+58	8:01A	8.1	79, 84	1756aa	W	



蓋因·漢森和他的 18 英寸（46cm） $f/4.5$ 反射鏡和 6 英寸（15cm） $f/5$ 反射鏡。

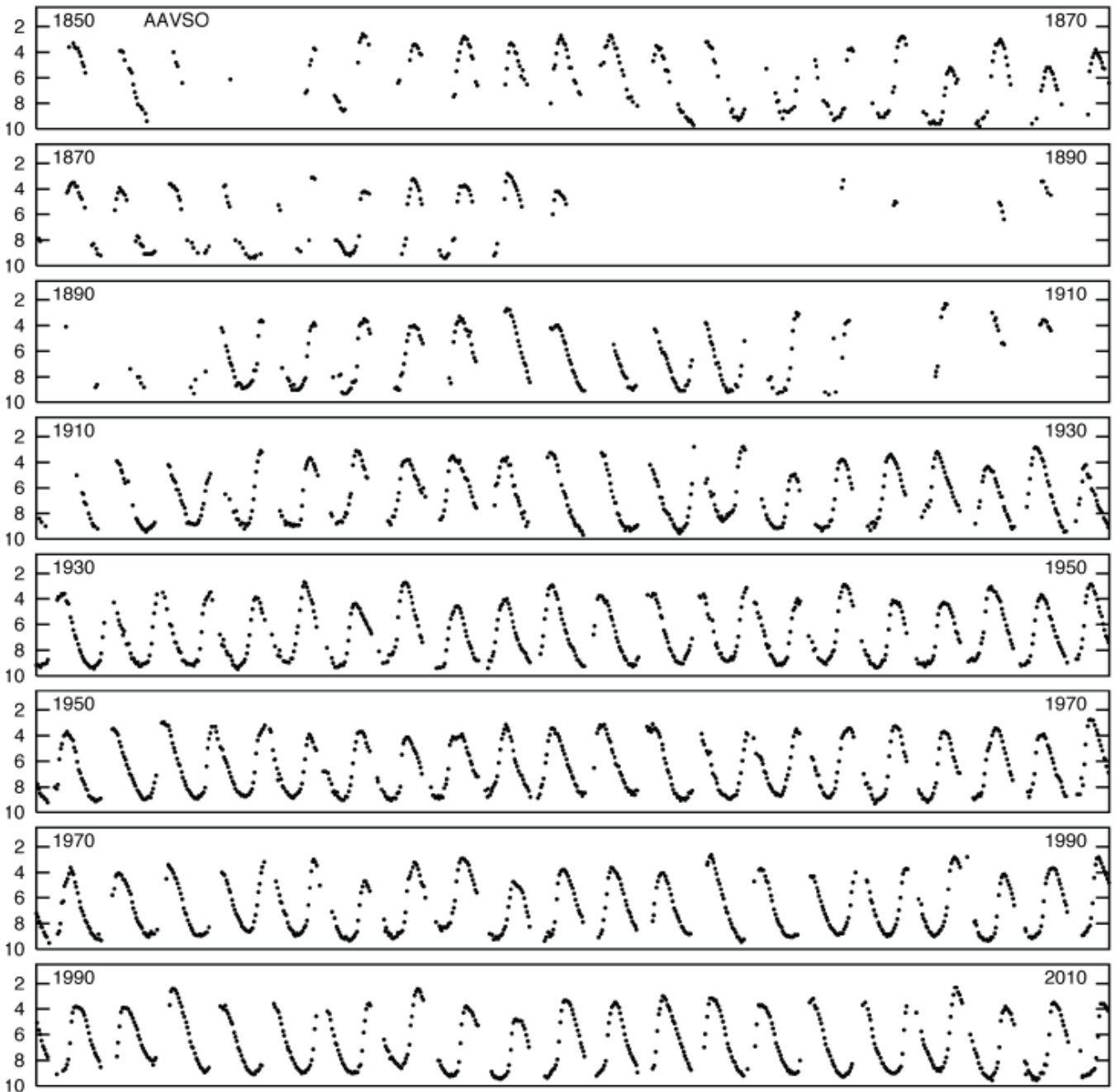
附錄 1-變星的長期光變曲線樣本

下面幾頁展示了在 AAVSO 目視項目中幾種不同類型變星的長期光變曲線。從這麼長時間段的光變曲線來看，我們可以對其中一些變星表現的長期性變化做一些有趣的研究。

鯨魚座 \omicron [Omicron Ceti] (Mira 型變星)

1850.1.1-2010.1.1 (10 天平均)

鯨魚座 \omicron [Omicron Ceti] (A.K.A. Mira) 是長週期脈動變星的典型例子，同時它也是最早被確認存在亮度變化的恆星。它的週期是 332 天。平均來說，鯨魚座 \omicron 的亮度在 3.5 等到 9 等之間變化，但是個別的極大或極小可能遠超過這個平均值。較大的變幅和亮度使得鯨魚座 \omicron 特別容易進行觀測。鯨魚座 \omicron 是少數帶有密近變光伴星 (VZ Ceti) 的長週期變星中的一員。訪問 http://www.aavso.org/vsots_archive 找到更多關於 Mira 的文章。

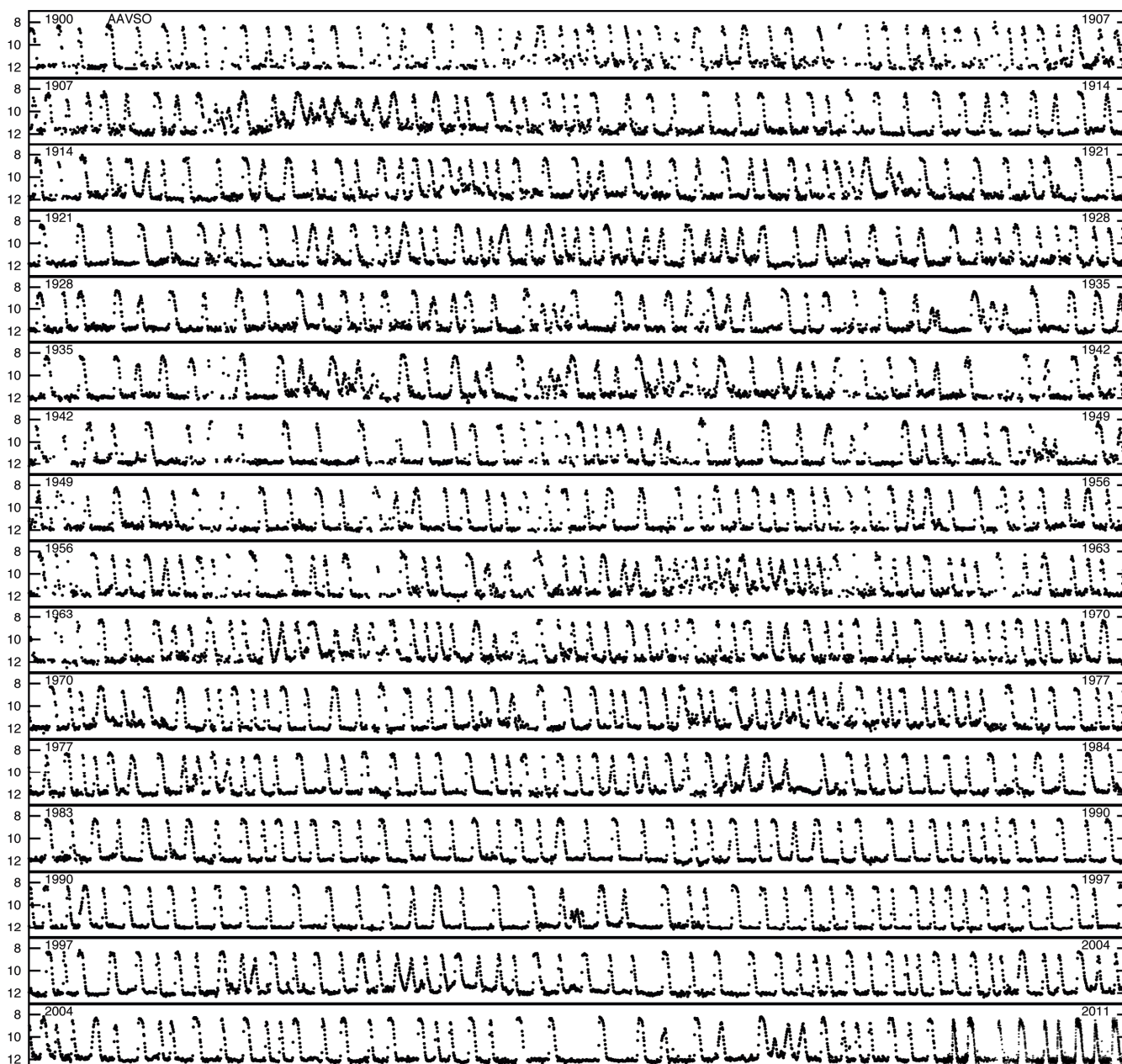


天鵝座 SS [SS Cygni] (雙子座 U 型)

1900.1.1-2011.1.1 (1 天平均)

天鵝座 SS 是北天最亮的矮新星型 (雙子座 U 亞型) 激變星。這類恆星實際上是一個密近雙星系統，它由一顆紅矮星 (比太陽略冷) 和一顆帶有吸積盤的白矮星組成。每隔大約 50 天，由於吸積盤上的物質墜到白矮星表面，天鵝座 SS 從 12.0 等變亮 (爆發) 到 8.5 等。個別時候兩次爆發的間隔可能比 50 天長或短很多。在 http://www.aavso.org/vsots_archive 可以找到關於這顆變星更多介紹的文章。

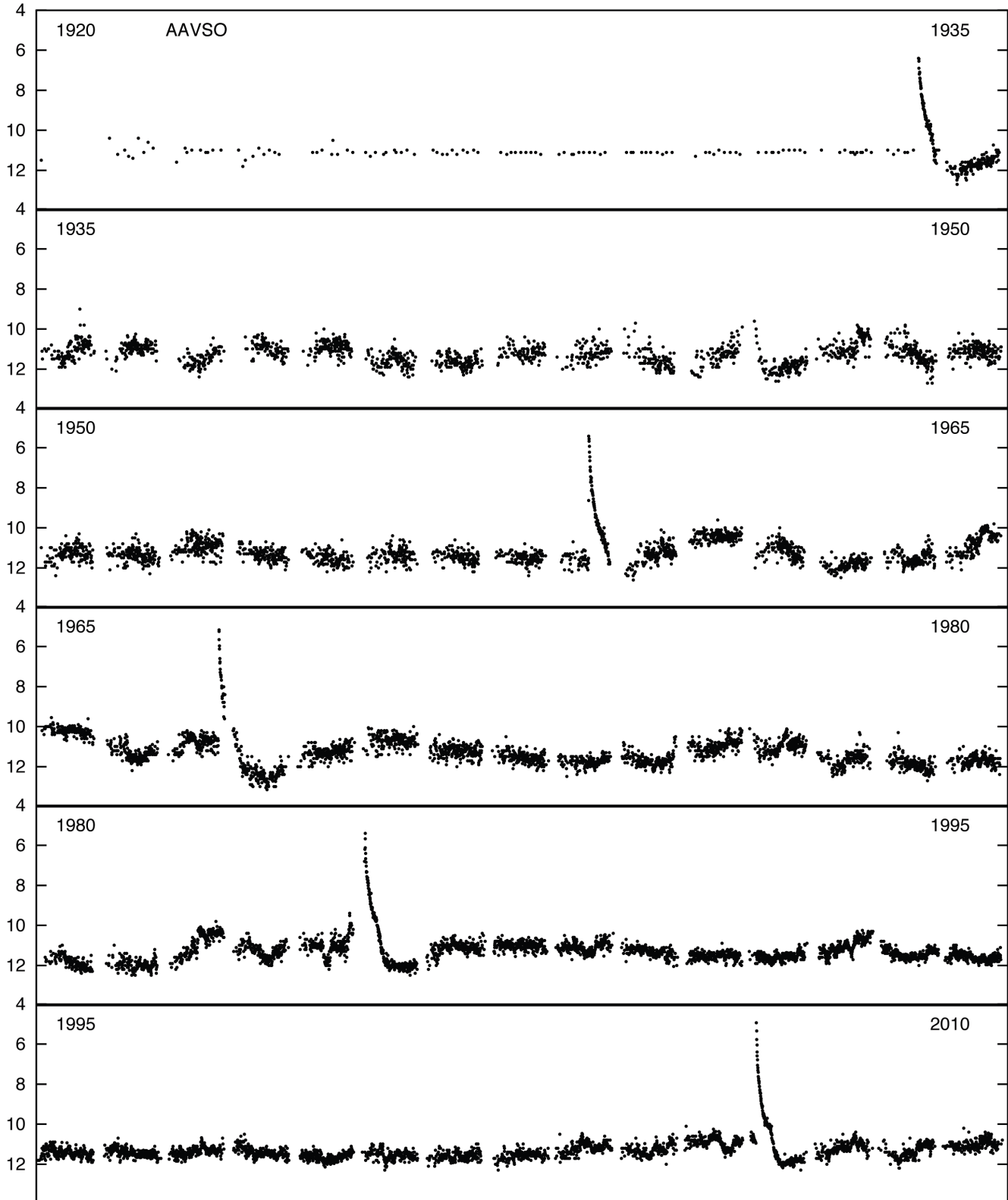
註：下圖中 2010.1.1-2011.1.1 資料為譯者通過 LCG 獲取並加入。



蛇夫座 RS [RS Ophiuchi] (再發新星)

1920.1.1-2010.1.1 (1 天平均)

蛇夫座 RS 是一顆再發新星。這類恆星會有多次爆發，每次增亮 7 到 9 個星等。這種爆發具有半週期性，間隔在 10 年到甚至超過 100 年。亮度上升到極大的速度非常之快，往往不超過 20 小時，而亮度下降則需要幾個月之久。每次的“再發”都是極相似的。訪問 http://www.aavso.org/vsots_archive 找到進一步介紹 RS Oph 的文章。

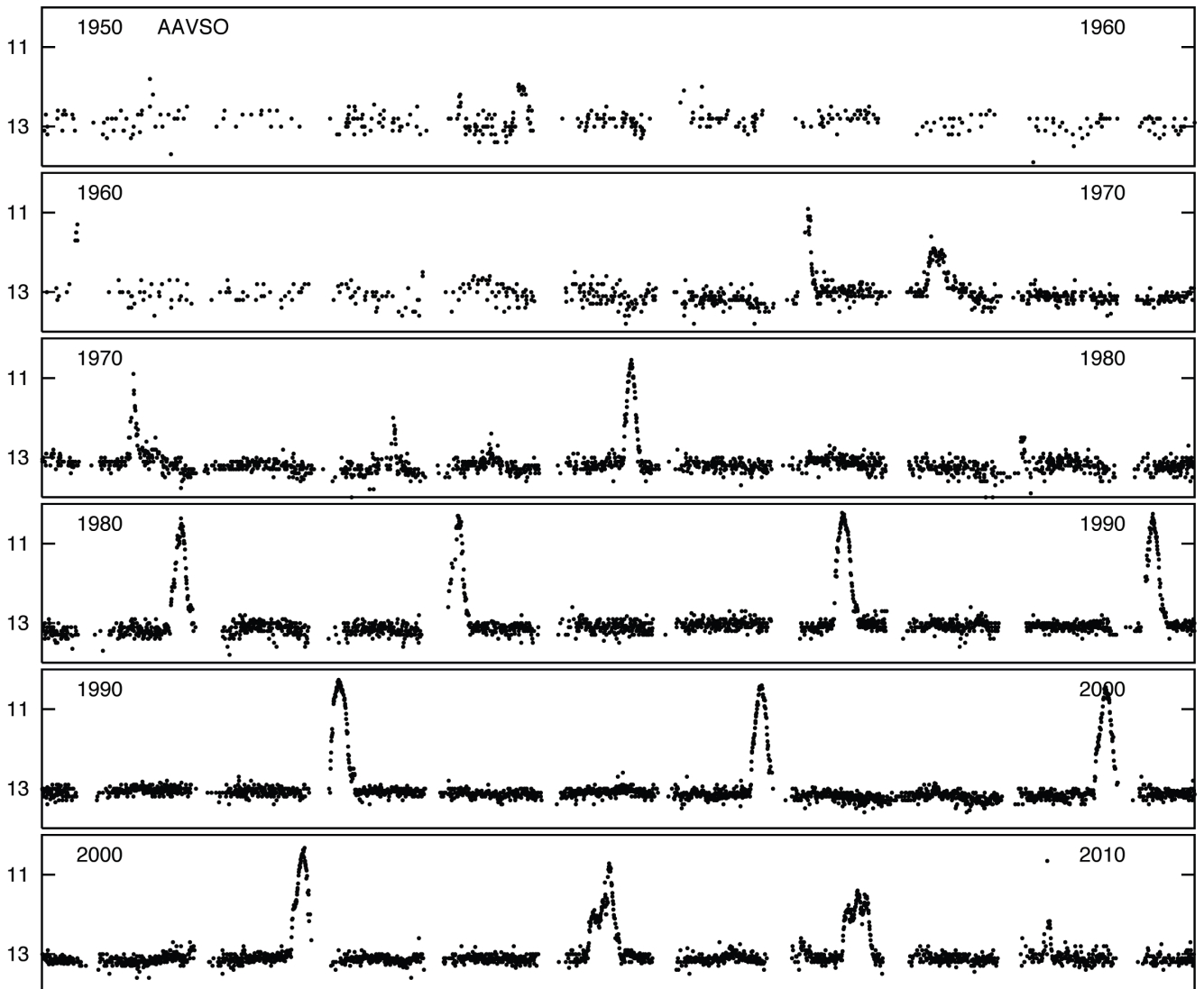
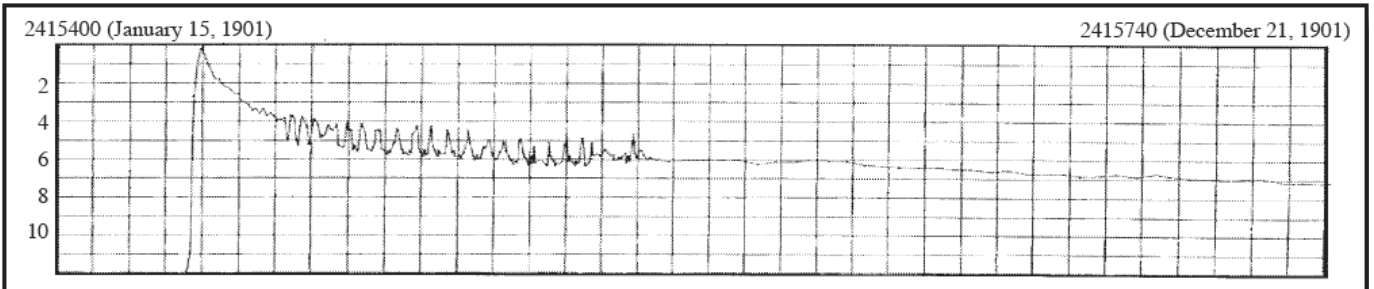


英仙座 GK [GK Persei] (新星)

1901 的新星式爆發 (資料來源：《哈佛年報》)

1950.1.1-2010.1.1 (1 天平均)

英仙座 GK 是 1901 年爆發的一顆亮新星。在這個密近雙星系統裡，爆發是由於紅矮星的物質向白矮星轉移，以致白矮星的表面發生爆炸性的核反應而發生的。英仙座 GK 在爆發 30 天後，亮度開始呈現出准週期性的快速的變化。這種現象維持了三個月，之後亮度繼續緩慢下降。這種情況是很特別的。數十年後，它開始出現大約每三年一次的小爆發。在 http://www.aavso.org/vsots_archive 可以找到更詳細的介紹。

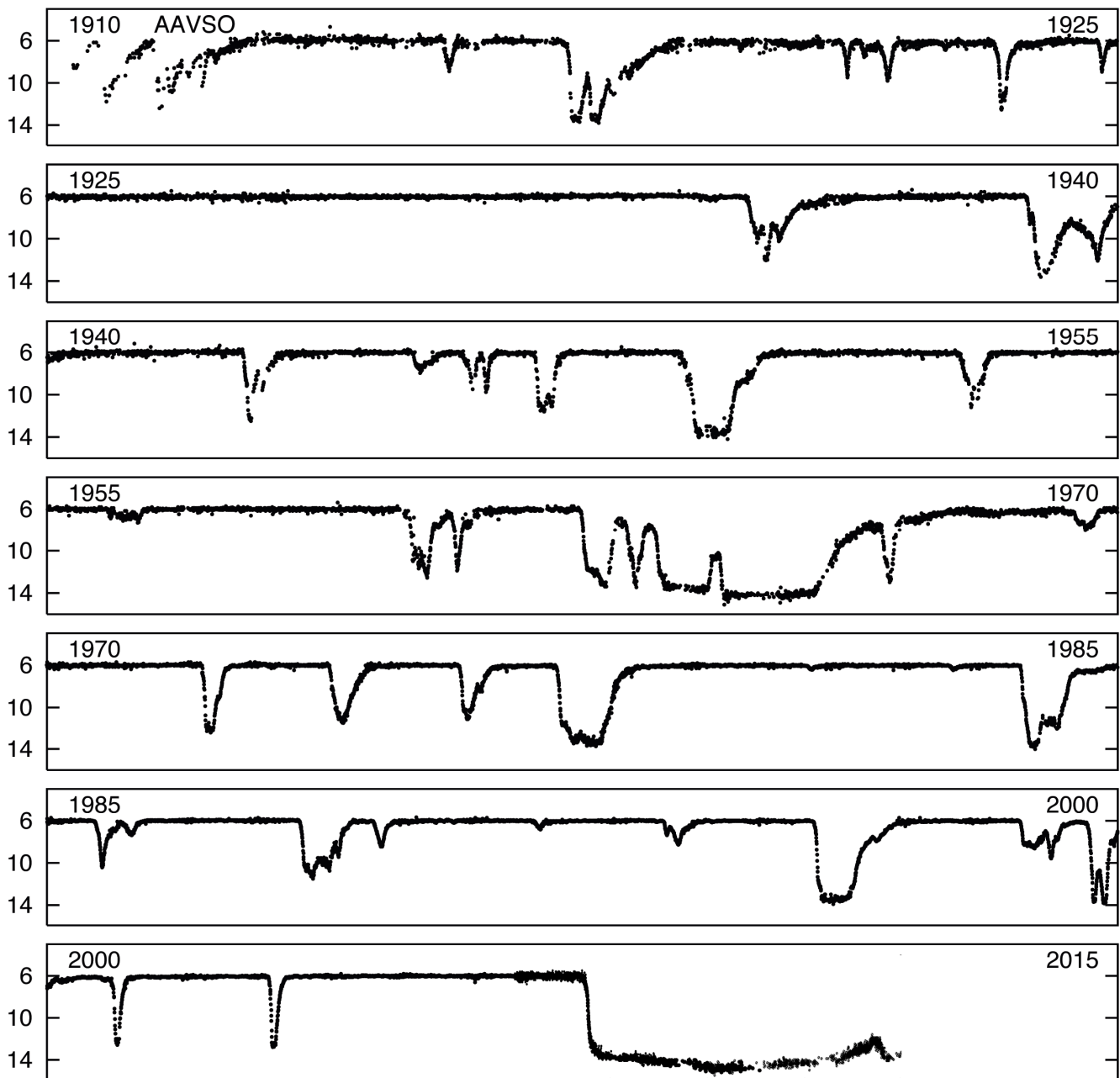


北冕座 R [R Coronae Borealis]

1910.1.1-2012.1.1 (1 天平均)

北冕座 R 是北冕座 R 型變星的典型例子。這種罕見的超巨星擁有富碳的大氣。它們在大多數時候處在最大亮度，但每隔一些時間亮度就迅速下降 1 到 9 個星等。這種亮度的下降被認為是由從恒星大氣噴出的碳雲所致。
http://www.aavso.org/vsots_archive 有更詳細的介紹文章。

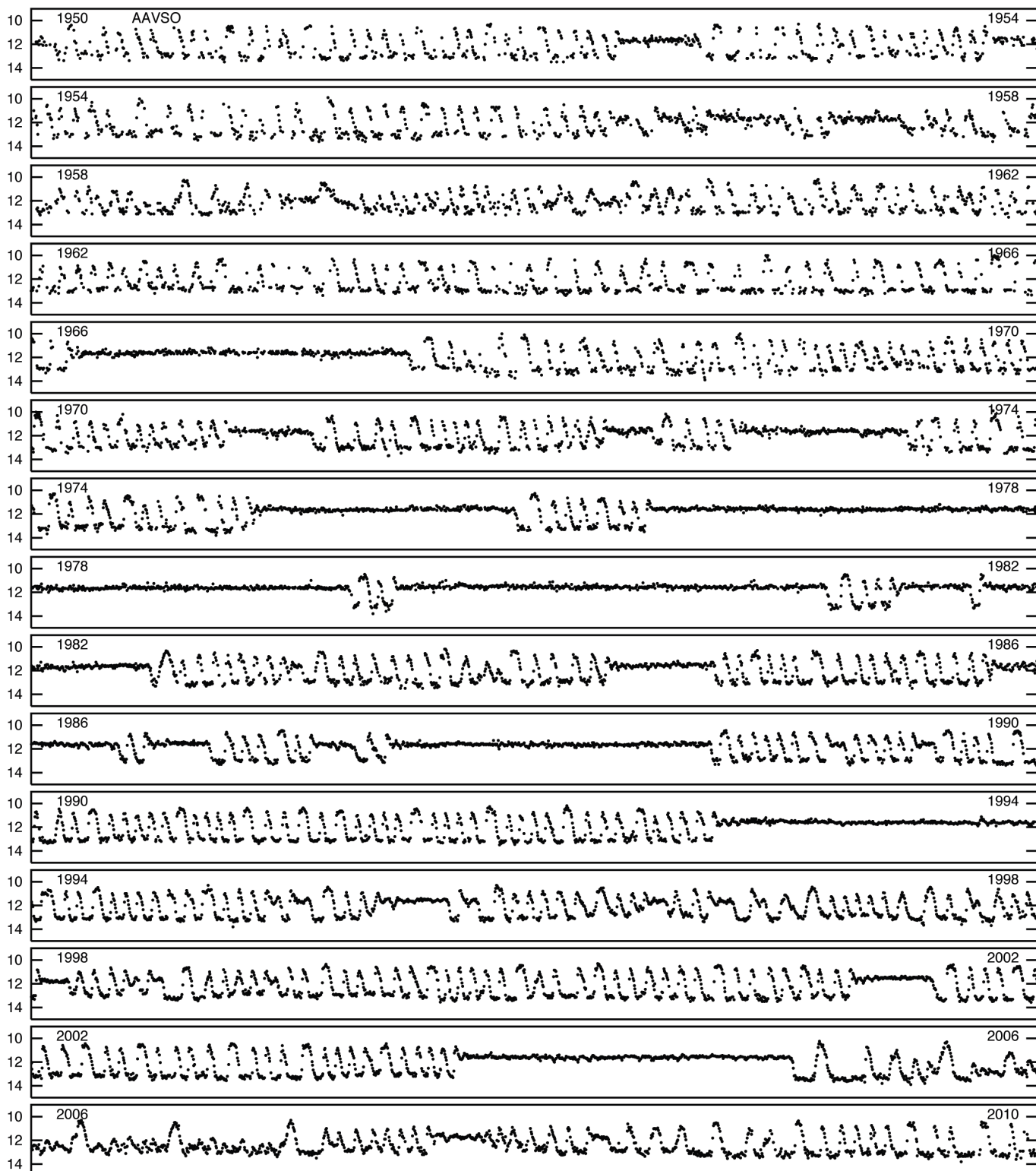
註：下圖中 2010.1.1-2012.1.1 資料為譯者通過 LCG 獲取並加入。



鹿豹座 Z [Z Camelopardalis]

1950.1.1-2010.1.1 (1 天平均)

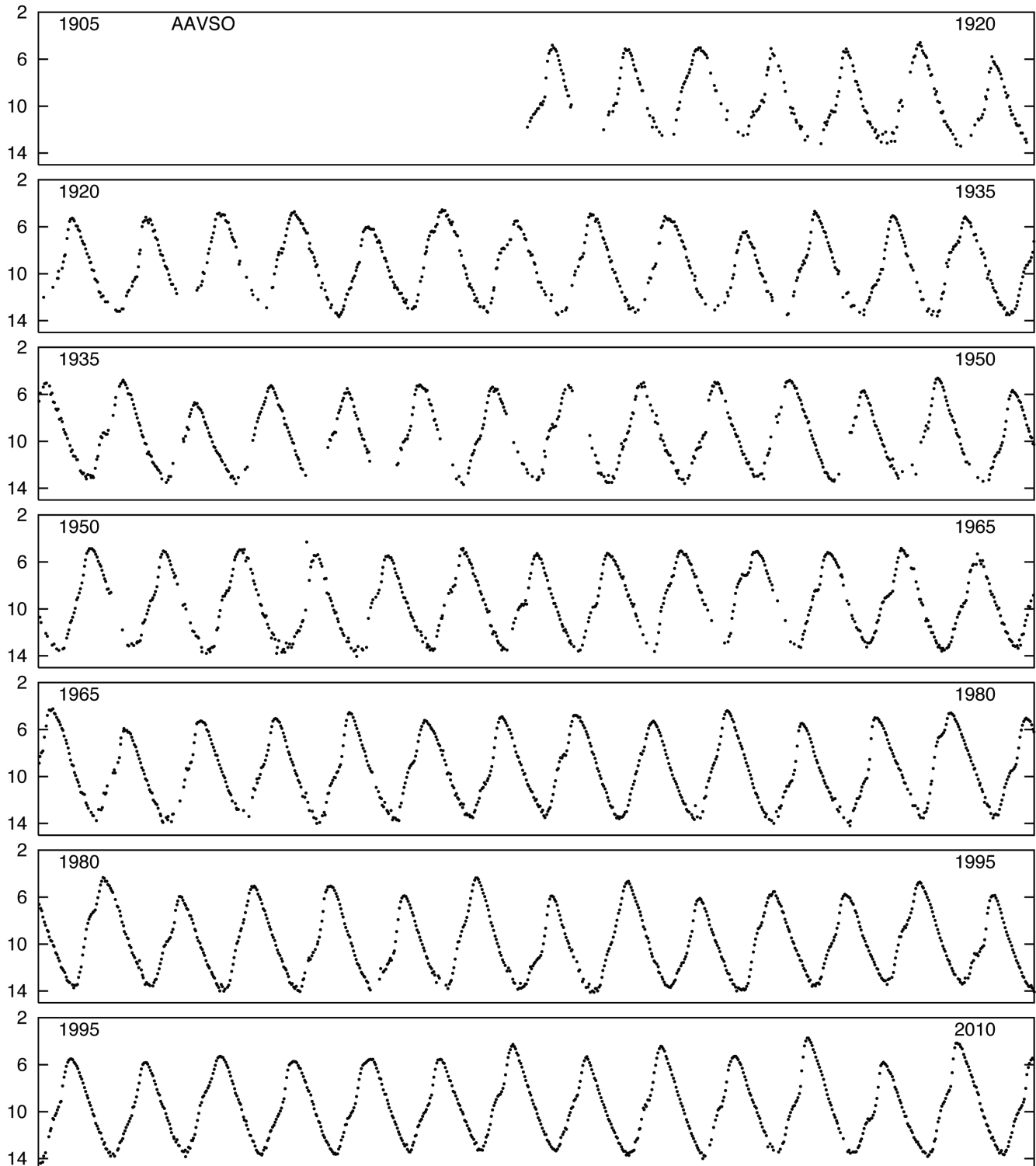
鹿豹座 Z 是矮新星型激變變星中一個副型中的典型例子。大約每 26 天它會有雙子 U 式的矮新星爆發，亮度從 13.0 等變到 10.5 等。它還會不時地“停頓”下來，亮度幾乎不變：這時的亮度比典型的極大亮度暗約一個星等，持續時間從幾天到 1000 天不等。這種“停頓”是由於從類太陽的伴星到圍繞白矮星主星的吸積盤中物質轉移速率過快，以致無法產生典型的矮新星爆發。詳細介紹見 http://www.aavso.org/vsots_archive。



天鵝座 χ [Chi/Khi Cygni] (Mira 型變星)

1905.1.1-2010.1.1 (7 天平均)

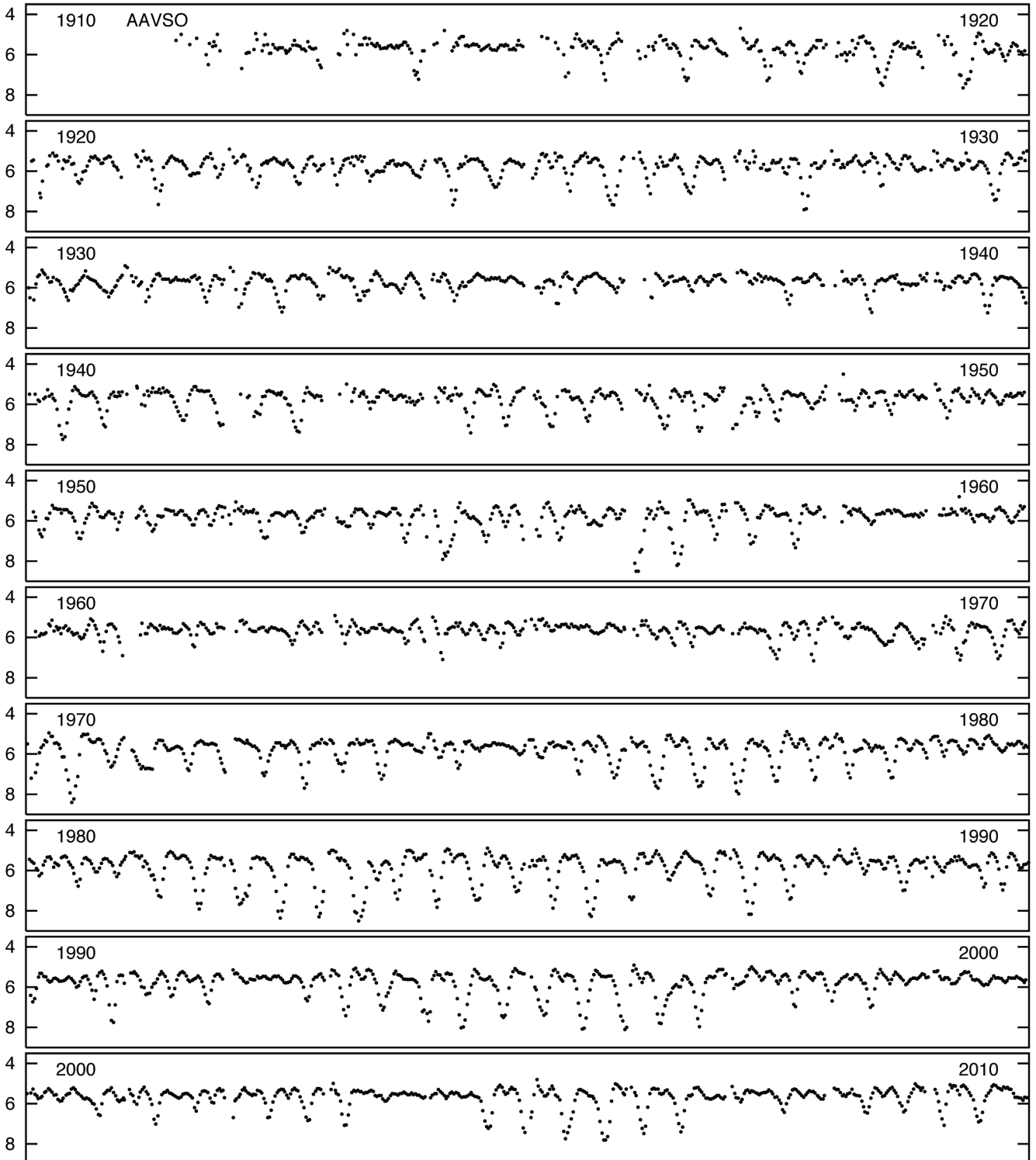
天鵝座 χ 是已知的變幅最大的 Mira 型變星之一。它的典型亮度在 5 等到 13 等之間變化，但是 2006 年 8 月它達到了 3.8 等。它平均的亮度變化週期是 407 天。



盾牌座 R [R Scuti] (金牛座 RV 型)

1910.1.1-2010.1.1 (7 天平均)

盾牌座 R 是金牛座 RV 型變星的一個例子。這類恆星有著獨特的亮度變化：深（主）淺（次）兩個極小交替出現，最大變幅可達 4 個星等。它的週期定義為兩個主極小的間隔，從 30 天到 150 天不等。它們的典型光譜在極小時是 F 到 G，極大時是 G 到 K。訪問 http://www.aavso.org/vsots_archive 可以找到更詳細介紹盾牌座 R 的文章。



附錄 2-AAVSO 諸專項小組

AAVSO 設有一些專項小組以滿足不同觀測者的興趣，您可以在 AAVSO 網站上的“觀測者登錄頁面”（Observers’ Landing Page，<http://www.aavso.org/observers>）中間的位置找到它們。您可以點擊您感興趣的連結，進入該項目的頁面以詳細瞭解它們。

Observing Sections



Cataclysmic Variables (CVNet)

Novae, dwarf novae, recurrent novae and symbiotic variables



Data Mining

Analyze and utilize data from online databases



Eclipsing Variables

Algol, beta Per, W UMa and all your favorite eclipsing binaries



Long Period Variables

Miras, Semiregulars, RV Tau and all your favorite red giants



Short Period Pulsating Variables

Cepheids, and RR Lyrae stars



Solar

Sunspots and Sudden Ionospheric Disturbances (SIDs)



Supernova Search and Nova Search



High Energy Network

Gamma Ray Bursts (GRBs) and other high energy astrophysical phenomena

附錄 3-更多資源

更新本列表請訪問 AAVSO 網站並點擊 “Variable Stars – Further Reading” 。您也可以點擊 AAVSO 網站頁面下方的各種連結瀏覽更多網站。

註：

- 1.原文所給連結現已不存在，AAVSO 新網頁也沒有 “Further Reading” 的連結，故未給出。
- 2.本附錄所列書籍網站全為英文，且少有漢譯，故讀者若無英文底子就無需費心閱讀了。考慮到即使讀者有能力讀，國內也難能買到這些材料，譯者列出了一些中文材料，附於譯文之後。

星圖集

American Association of Variable Star Observers, Charles Scovil, ed. *AAVSO Variable Star Atlas*.

Cambridge, MA: AAVSO, 1990. ISBN 1-878174-00-2. (極限星等9.5等)

注意：不要用這套星圖集中標出的比較星星等進行觀測，因為它們可能與最新的版本不一致。

Ridpath, Ian, ed. *Norton's Star Atlas and Reference Handbook* (20th edition), 2007 corrected printing by Dutton. ISBN 0-582356-55-5. (極限星等6等) .

Sinnott, Roger. *S&T Pocket Star Atlas*, Sky Publishing, 2006 (極限星等7.6等) .

Sinnott, Roger W., and Michael A. C. Perryman. *Millennium Star Atlas*. Cambridge, MA: Sky Publishing, 1997. ISBN 0-933346-84-0. (極限星等11等)

Tirion, Wil, and Roger W. Sinnott. *Sky Atlas 2000.0* (second edition). Cambridge, MA: Sky Publishing, 1998. ISBN 0-933346-87-5. (極限星等8.5等)

Tirion, Wil. *Cambridge Star Atlas* (third edition). New York: Cambridge UP, 2001. ISBN 0-521-80084-6. (極限星等6.5等)

Tirion, Wil, Barry Rappaport, and W. Remarkus. *Uranometria 2000.0* (2nd edition). Richmond Virginia: Willmann-Bell, 2001. Vol. 1: N. Hemisphere to dec -6; Vol. 2: S. Hemisphere to dec +6 (極限星等 9+) .

關於變星天文學的書籍及網路資源——以基礎和介紹性內容為主

AAVSO. Variable Star of the Season. <http://www.aavso.org/vstar/vsots/>

AAVSO Variable Star Astronomy <http://www.aavso.org/education/vsa/>

Hoffleit, Dorrit. *Women in the History of Variable Star Astronomy*. Cambridge, MA: AAVSO, 1993.

Hoffmeister, Cuno, G. Richter, and W. Wenzel. *Variable Stars*. New York/Berlin: Springer-Verlag, 1985. ISBN 3540-13403-4.

Isles, John E., *Webb Society Deep Sky Observer's Handbook*, Vol. 8: Variable Stars. Hillside, NJ: Enslow, 1991.

Kolman, Roger S. *Observe and Understand Variable Stars*. The Astronomical League, 1999.

Levy, David H., *Observing Variable Stars* (second edition). New York: Cambridge UP, 2005.

North, G., *Observing Variable Stars, Novae and Supernovae*, Cambridge UP, 2004.

Peltier, Leslie C., *Starlight Nights: The Adventures of a Stargazer*, Cambridge, MA: Sky Publishing, 1999. (reprint of 1st ed pub. by Harper & Row, NY 1965) ISBN 0933346948.

Percy, John R, *Understanding Variable Stars*, Cambridge UP, 2007.

其它關於變星或其它相關主題的天文學書籍

- Kelly, Patrick, ed. *Observer's Handbook* [published annually]. Toronto: Royal Astronomical Society of Canada, 136 Dupont Street, Toronto M5R 1V2, Canada.
- Burnham, Robert, Jr. *Burnham's Celestial Handbook* (3 Volumes). New York: Dover, 1978.
- Harrington, Philip S., *Star Ware: The Amateur Astronomer's Guide to Choosing, Buying, and Using Telescopes and Accessories*. (Fourth edition) New York: Wiley, 2007.
- Kaler, James B., *The Cambridge Encyclopedia of Stars*, Cambridge UP, 2006.
- Kaler, James B., *Stars and their Spectra: An Introduction to the Spectral Sequence*, New York: Cambridge UP, 1997. ISBN 0-521-58570-8.
- Karttunen, H. et al, *Fundamental Astronomy*, Fifth edition, Springer, 2007.
- Levy, David H., *The Sky, A User's Guide*. New York: Cambridge UP, 1993. ISBN 0-521-39112-1.
- Levy, David H., *Guide to the Night Sky*, Cambridge UP, 2001.
- MacRobert, Alan., *Star Hopping for Backyard Astronomers*, Belmont, MA: Sky Publishing, 1994.
- Moore, Patrick, *Exploring the Night Sky with Binoculars*, Fourth edition, New York: Cambridge UP, 2000, ISBN 0-521-36866-9.
- Norton, Andrew J., *Observing the Universe*, Cambridge UP, 2004.
- Pasachoff, Jay M., *Peterson Field Guide to the Stars and Planets*, Fourth edition, Boston: Houghton Mifflin, 2000. ISBN 0-395-93431-1.

軟體

- Guide. Project Pluto, Bowdoinham, ME (www.projectpluto.com)
- Variable Star Astronomy: VSTAR-data analysis, HOAENTER-data entry, HOAFUN-introduction to variable stars (<http://hoa.aavso.org/software.htm>)
- MegaStar. Willmann-Bell, Richmond, VA (www.willbell.com)
- Red Shift. Maris Multimedia, Ltd., Kingston, UK (www.maris.com)
- Starry Night Backyard and Starry Night Pro. Sienna Software, Toronto, Ontario, Canada. (www.siennasoft.com)
- TheSky and RealSky. Software Bisque, Golden, CO (www.bisque.com)

一些中文材料

1. 《世紀天圖》，北京天文館。極限星等 8.5 等，是為 *Sky Atlas 2000.0* (second edition)之中文版本。
2. 《實用全天星圖》(老版《新編全天星圖》已售缺)，北京天文館。極限星等 6.5 等，是為日本《野外星圖 2000》之中文版本。
3. 《天文愛好者》雜誌，北京天文館主編。譯者曾為之撰文介紹變星及變星觀測：
2010 年 7 月 - 北冕座 R 型變星
2010 年 9 月~2011 年 2 月 - 變星觀測攻略六節
2010 年 11 月~2011 年 10 月 - 本月變星/每月變星
4. 國際流星組織 (IMO)，BRNO 星圖。 <http://www.imo.net/files/data/brno/> 極限星等 6.5 等，雖然該網站不是中文的，但其下載介面極簡潔，相信讀者都能夠輕鬆下載到它。其中用“V”標出了變星，很適合用來找星。

附錄 4-變星的名字

下面關於變星的名字的文字由觀測者、AAVSO 理事會成員麥克西蒙森於 2002 年 7 月撰寫，在 2009 年 10 月修訂並增加了一些內容。

儘管變星命名的通用方法已經有些古老而顯得過時，但它為人們服務了超過 150 年之久。

當初，為了避免與拜耳用小寫字母 a 到 q 命名的星混淆，弗裡德里希·阿爾格蘭德開始用大寫字母 R 到 Z 加上三個字母的星座縮寫（星座規範縮寫，見 20 頁表 4.1）的形式為變星命名。當這些大寫字母用完，就用從 RR 開始到 RZ，SS 到 SZ，等等，來命名。然後再從 AA 開始到 AZ，BB 到 BZ，等等，直到 QZ 為止（不使用字母 J）。這樣就一共會有 334 個名字。這些字母組合全都用完後，就開始用 V335、V336、V337 等等簡單的名字為後面的變星命名。

上面這種方法看來是很清楚的。但現在還有很多以各種各樣的前綴加上數字的形式命名的變星和其它天體。下面我會為您介紹這些編號都是什麼意思，以及它們是怎麼來的。

NSV xxxxx——這表示《新變星及疑似變星星表》（the Catalog of New and Suspected Variables）中的星。它是莫斯科 B. V. Kukarkin et al. 出版的《變星總表》（GCVS）的姊妹版。NSV 中的所有星都有報告稱有光變，但它們都未被核實，尤其是沒有完整的光變曲線。有些 NSV 中的星最終會被證明確實是變星；當然也有的可能只是誤報。關於 NSV 和 GCVS 的資訊請訪問

<http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs/intro.htm>。

有很多變光天體的名字帶有天文學家、巡天或天文項目的名字作為前綴。它們多是在變星們擁有在《變星總表》中正式的名字之前的臨時的名字。

3C xxx——這表示《劍橋第三星表》（the Third Cambridge [3C] Catalog [Edge et al. 1959]）中的天體。3C 星表以 158MHz 無線電波段觀測的結果為基礎。

3C 星表中包含 471 個電波源，按赤經順序編號。所有 3C 天體都位於赤緯-22 度以北。變星觀測者通常會對其中的活動星系核（類星體、蠍虎座 BL 型天體等）感興趣。

Antipin xx——由《變星總表》項目研究員 Sergej V. Antipin 發現的變星。

HadVxxx——這表示由 Katsumi Haseda 發現的變星。Haseda 最近的發現是蛇夫座的新星 Nova 2002 Oph，即 V2540 Oph。

He-3 xxxx——Henize, K. G. 1976 年的論文《對南天發射線恒星的觀測》（Observations of Southern Emission-Line Stars, Ap.J. Suppl. 30, 491）中的變星。

HVxxxxx——哈佛天文臺發現的變星的初步編號。

Lanning xx——H. H. Lanning 從對銀河天區的施密特照相儀乾板中發現的在紫外波段明亮的恒星狀天體。出版在七篇題為“銀河盤面中明亮紫外星列表”（A finding list of faint UV-bright stars in the galactic plane）的論文中。

LD xxx——這個首碼表示由現居法國南部的瑞典退休職工 Lennart Dahlmark 發現的變星。Dahlmark 用照相法發現了近百顆新變星。

Markarian xxxx——馬卡良天體最常用的簡稱是 Mkr。它們是前蘇維埃亞美尼亞的天體物理學家 B·E·馬卡良編訂的活動星系目錄中的天體。馬卡良致力於尋找那些在紫外波段有很強發射的星系，這些發射通常來自普遍存在的恒星形成（HII）區域，或活動星系核。1966 年，馬卡良出版了《紫外星系增補目錄》（Galaxies With UV Continua）。也差不多在那時，他開始著手進行“第一拜拉肯光譜巡天”（the First Byurakan Spectral Sky Survey, FBS）。1975 年，馬卡良又開始了第二拜拉肯光譜巡天（SBS）。在他去世之後，他的同事們繼續進行這項工作。更多資訊參看 Don Osterbrock 著的 Active Galactic Nuclei。

MisVxxxx——表示 MISAQ 項目的變星。MISA 項目利用來自世界各地的圖像搜尋以及追蹤觀測奇特的、值得注意的天體。截至 2001 年 5 月 15 日，這個項目發現的變星已經有 1171 顆，其中少數有光變曲線，而絕大多數的類型和光變範圍仍然不能確定。該項目的官方網站是 <http://www.aerith.net/misao/>。

(此連結譯者未能成功打開。)

OX xxx——這是由前綴 O 加上一個字母和一個數組成的名字(如 OJ 287)。這些天體是由俄亥俄州立大學(Ohio State University)的電波望遠鏡“巨耳”(Big Ear)在一系列稱為“俄亥俄巡天”(Ohio Survey)的項目中探測的目標。

S xxxxx——這是 Sonneberg 天文臺發現的變星的暫定編號。

SVS xxx——蘇維埃(Soviet)變星，蘇聯人發現的變星的暫定編號。

TKx——TK 代表 T.V. Kryachko。Kryachko 和 Solovyov 最早在 1996 年的一篇論文中提了這個編號系統，新變星的 TK 編號與論文中的相銜接。TK 這個縮寫是論文作者自己創造的。

很多變星的名字是由與巡天或衛星項目相關的前綴和該天體的座標構成的。如：

2QZ Jhhmss.s-ddmmss——2 度視場類星體紅移巡天(2dF QSO Redshift Survey)項目發現的天體。該項目旨在獲取類星體的光譜。當然，由於類星體巨大的紅移，本來在可見光波段的光譜已經紅移到遠紅外了，因此在可見光波段觀測到的實際上是它們在紫外波段的光譜。和大多數類星體巡天一樣，這個項目無心插柳地發現了很多激變星和其它藍色的恒星。關於這個專案的介紹和精美的圖片可見 http://www.2dfquasar.org/Spec_Cat/basic.html。該項目主頁 <http://www.2dfquasar.org/index.html>。

ASAS hhmmss+ddmm.m——全天自動巡天(All Sky Automated Survey)的縮寫。它是一項正在運行中的覆蓋深度為 14 等的項目。巡天相機位於智利拉斯堪帕納斯天文臺(Las Campanas Observatory in Chile)，巡天範圍是從南天極到赤緯+28 度的南

天部分。

FBS hhmm+dd.d——表示“第一拜拉肯巡天”，前綴後加天體座標。第一拜拉肯巡天(又稱馬卡良巡天)覆蓋了約 17,000 平方度的天區。

EUVE Jhhmm+ddmm——美國國家航空暨太空總署為研究天體遠紫外波段活動而發射的“極紫外探測衛星”(Extreme Ultraviolet Explorer)探測到的天體。該項目的第一部分是用成像設備進行巡天，並把獲得的 801 個天體編成星表。第二階段則主要通過光譜儀對指定天體進行觀測。這個項目最重要的成果之一是發現了天鵝座 SS 亮度的准週期振盪(Quasi Periodic Oscillations, QPOs)。

FSVS Jhhmm+ddmm——暗弱變源巡天(Faint Sky Variability Survey)發現的天體。這是第一個寬視場、多波段的深度 CCD 測光巡天，能探測到在 U、I 波段暗至 25 等，在 B 波段暗至 24.2 等的點源。觀測目標有暗弱的激變星、其它相互作用的雙星、棕矮星以及低質量恒星和古柏帶(Kuiper Belt)天體。

HS hhmm+ddmm——漢堡類星體巡天(Hamburg Quasar Survey)是一項廣角(大視場)物端稜鏡巡天項目，在北天避開銀河的天區搜尋類星體。極限星等約在 17.5B。拍攝底片的工作於 1997 年完成。

PG hhmm+DDd——帕洛瑪格林巡天(Palomar Green Survey)，旨在用帕洛瑪山 18 吋(46cm)施密特照相儀拍攝的共覆蓋 10714 平方度的 266 幅底片搜尋藍色天體。各底片的極限星等在 15.49 到 16.67 等之間。在這些藍色天體中將更有可能發現類星體和激變星。其中的激變星收錄在 Green, R. F., et al. 1986，題為“帕洛瑪格林巡天得到的激變星候選體”的論文(“Cataclysmic Variable Candidates from the Palomar Green Survey”, Ap. J. Suppl. 61, 305)中。

PKS hhmm+ddd——這是在澳大利亞 Parkes (PKS)進行的一項對南天的大規模電波巡天(Ekers 1969)。開始是在 408MHz，後來在 1410M 和 2650MHz 接收信號。這些電波源用它們曆元 1950

位置赤經赤緯分別的前半截命名，如 3C 273 就是 PKS 1226+023。現在它仍然是類星體最常見和實用的命名系統。

ROTSE1 thru 3 Jhhmmss.ss+ddmmss.s —— 自動光學瞬變搜尋試驗 (ROTSE) 旨在觀測和探究那些時標在幾秒到幾天的光學瞬變現象，其中的重點就是 γ 射線暴 (GRBs)。探測到的天體都用精確到 0".1 的位置座標編號。

ROSAT 是 ROentgen SATellite (倫琴衛星) 的縮寫。ROSAT 是一個由德國、美國和英國合作的 X 射線天文衛星項目。衛星由德國設計，搭載了三國的接收終端，並由美國於 1990 年 6 月 1 日發射。1999 年 2 月 12 日衛星在超齡服役一倍時間後停止工作。

由倫琴衛星巡天探測到的 X 射線源，在首碼 **1RXS**、**RXS** 或 **RX** 後加曆元 2000 的座標。座標的形式取決於當時 X 射線定位的精度和同一視場中恒星的密度。

角秒精度 → RX J012345.6-765432

十分之一角分精度 → RX J012345-7654.6

角分精度 → RX J0123.7-7654

它們可能都指的是同一個天體！

Rosino xxx 或 N xx —— 義大利天文學家 L. Rosino 發現的變星，其中主要是通過照相巡天在星團和星系中發現的。

SBS hhmm+dd.d —— 表示在“第二拜拉肯巡天”中發現的天體，名字由首碼 SBS 加上天體座標構成。

SDSSp Jhhmmss.ss+ddmmss.s —— 這些是由史隆數位巡天 (the Sloan Digital Sky Survey) 發現的天體。天體的位置在名字中給出。其中 SDSS 代表史隆數位巡天，p 代表初步測量 (preliminary astrometry)，Jhhmmss.ss+ddmmss.s 則表示曆元 2000 的座標。在隨後關於 SDSS 中探測到的激變星的數篇論文 (Szkody et al) 中，字母“p”就不再出現了。

TAV hhmm+dd —— 英國《天文家》雜誌 (The Astronomer Magazine) 有一項監測變星和疑似變星的項目。TAV 就表示“《天文家》變星” (The Astronomer Variable)，後面加的是曆元 1950 的座標。

TASV hhmm+dd —— TASV 表示“《天文家》疑似變星”，後面加的同樣是曆元 1950 的座標。《天文家》變星項目的網頁是

<http://theastronomer.org/variables.html>。

XTE Jhhmm+dd —— 這些都是羅西 X 射線計時探測器 (the Rossi X-ray Timing Explorer) 探測到的天體。該項目主要通過觀測天體 X 射線亮度在數千分之一秒到幾年內的變化 (即所謂“計時”觀測) 研究含有緻密天體的雙星系統或星系，比如白矮星、中子星或黑洞。

隨著越來越多巡天項目投入運行，越來越多的變星被發現，我們這份變星非常規命名清單的內容肯定會繼續增加。希望以上的介紹能幫助您揭開這些變星的奇怪名字的神秘面紗，並且知道這樣的名字在今後肯定會越來越多。

在一個 CDS 網頁上您可以找到更多特殊的縮寫。《變星總表》(GCVS) 網站上也有各星表目錄縮寫的清單。

索引

Alert Notice	警急通知	36	light curve, definition	光變曲線的定義	23
AUID	AAVSO 唯一識別編號	19,21	light curve, examples	光變曲線示例	23 - 27
asterisms	特徵星型	11, 45	light curves, long term	光變曲線，長期的	50 - 57
atlas	星圖集	5, 35	limiting magnitude	極限星等	15
Bulletin	公報	36	magnitude	星等	13,15
cataclysmic variables	激變星	24 - 26	MyNewsFlash	我的資訊快訊	36
chart scales	認證星圖規格	8	novae	新星	25
charts	認證星圖	6 - 10	observations, how to make	觀測，如何進行	11
charts, orientation of	認證星圖中的方向	13 - 14	observations, how to submit	觀測，如何提交	37 - 39
comment codes	註解代碼	41	observations, recording	觀測，記錄	11
comparison stars	比較星	8, 9	observer initials	觀測者編號	37
constellation names/abbreviations	星座名稱及簡寫	20	observing equipment	觀測器材	3 - 5
data-entry software	資料提交功能	37	phase diagram	相點陣圖	23
eclipsing binaries	食變星（食雙星）	27	pulsating variables	脈動變星	23 - 24
equipment needed	需要的器材	3 - 5	Purkinje effect	普肯頁效應	17
eruptive variables	噴發變星	27	report format	報告格式	39 - 41
eyepieces	目鏡	3, 4	reporting observations	報告觀測	37 - 41
fainter-than	暗於...等	17	rotating stars	自轉變星	27
field of view	視野	13	RR Lyrae stars	天琴座 RR 型變星	24
Greek letter star names	希臘字母星名	22	seasonal gap	“不可觀測時期”	2
Greenwich Mean Time	格林尼治標準時間	28	setting circles	定位環	11
Greenwich Mean Astronomical Time	格林尼治天文標準時間	28	star hop	星橋法	16,42
Harvard Designation	哈佛編號	19, 21	supernovae	超新星	25
interpolation	內插	12	time zone chart	時區圖	31
irregular variables	不規則變星	24	Universal time (UT or UTC)	世界時/協調世界時	28
Julian date, how to compute	儒略日，如何計算	28	variable star names	變星的名字	19, 61
Julian date, precision needed	儒略日，需要的精度	29	Variable Star Index, International (VSX)	國際變星索引	21
Julian date, sample calculations	儒略日，計算範例	28-29	Variable Star Plotter (VSP)	變星繪圖器	6 - 8
Julian date, table for 1996 - 2025	儒略日，1996-2025 表	33	variable stars, types of	變星的類型	23 - 27
Julian date, table of decimals	儒略日，小數表	32	visual format	目視報告格式	39 - 41
key star	導引星	11	WebObs		37-38

人名索引表

William Tyler Olcott	威廉·泰勒·歐科特	iii, vi, 10
Friedrich Wilhelm August Argelander	弗裡德里希·威廉·奧古斯特·阿爾格蘭德	v, 10
Edward C. Pickering	愛德華·C·皮克林	vi, 10
William Herschel	威廉·赫歇爾	10
Hipparchus	伊巴穀	15
Ptolemy	托勒密	15
Joseph Justus Scaliger	約瑟夫·朱斯圖·斯卡里格	29
Bayer	拜耳	61

名詞對譯表

按中文首字中文拼音排序

阿貝無畸變（目鏡）	Orthoscopic	哈佛年報	<i>Harvard Annals</i>
埃爾弗寬視場（目鏡）	Erflle	合焦	accommodation
半規則	Semiregular	極大	maximum
伴生	symbiotic	極小	minimum
本質	intrinsic	鏡像(的)	reversed
比例尺	scale	凱爾納（目鏡）	Kellner
變星總表		普羅梭（目鏡）	Plössl
<i>General Catalog of Variable Stars (GCVS)</i>		齊焦目鏡	parfocal Eyepieces
表觀	extrinsic	青年天文俱樂部	<i>Astronomische Jugendclub</i>
波恩巡天星圖	<i>Bonner Durchmusterung (BD)</i>	散焦法	out-of-focus method
側視法觀測		掃視法	quick glance method
making estimate by using averted vision		色球層	chromosphere
“超廣角”（目鏡）	"Ultrawide"	實際視場	true Field
超級爆發	superoutburst	視野	field
持續的凝視	prolonged stare	天區	field or region of the sky
葛稿	Mira	吸積盤	accretion disk
疊加光變曲線	folded light curve	星冕層	corona
定位環	setting circle	星圖	chart
度量	measure	星圖中的方向	orientation of the chart
反向星橋法	reverse star hop	星雲狀物質	nebulousity
方位角誤差/效應	position angle error/effect	序列	sequence
仿視星等	photovisual magnitudes	尋星鏡	finder
拱極	circumpolar	尋星圖	finding chart
估計	estimate	副型	subclass
估計的標杆	measuring rods in estimating	眼睛的遠/近點	far/near point of the eye
光變範圍	range of variation	造父變星	Cepheids
光變週期	period of variation	認證星圖	chart
光譜類型	spectral type	直觀視場	apparent Field
規格，規模	scale	座標	coordinate

譯後記

在此譯作完成之時，我特別要向摯友王路亞、孫北吉和胞兄程思浩致以衷心的感謝。遠在美國的路亞協助我翻譯了第 1、3、6 章部分內容，在對原文的理解和譯文的措辭方面提出了很多恰到好處的意見，並在我灰心時給予了動人的鼓勵；北吉在文章的版面設計方面提供了巨大的幫助，使得它能具有現在的美感；兄長則在精神上始終給予我堅定的支援，在生活中貼心的體諒與照顧。還有我的父母、北京天文館的老師、我的同學們和 AAVSO 的各位老師，他們對這份工作的支持，我們也不應當忘記。如果這本譯文能對任何讀者有所幫助，我願與所有給予過我無私幫助的人們共同享有這份光榮；對於譯文中曲解原意或文字錯誤的地方，望讀者不吝指出，對此我應當承擔全部責任。

朱光潛先生在《給青年的十二封信》結語中曾寫道，自己的這本書與那些偉大的作品比起來，還不如螞蟻所負的一粒米之於駱駝所負的千斤重擔，然而螞蟻負米比之駱駝負擔，卻是同樣賣力氣。讀罷朱先生諄諄教誨的美文，譯者自愧弗如。譯者深知自己能力有限，但希望工作之勤奮能彌補能力之不足；諸君讀畢這本《手冊》，如能有一分一毫的收穫，譯者便為自己的工作而由衷地開心了。

最後一句話

去年是 AAVSO 創建一百周年，謹以此《手冊》中譯作為獻給為我的生活開闢了一個嶄新天地的 AAVSO 的一份生日晚禮。

今年我就要成年了。這本《手冊》的中譯文，相信也是我在這一年生日得到的第一份厚禮。

“我一無所有，卻滿足非常
因為我追求真理，愛好幻想¹”

成長之回憶固然美好，然而未來的景致卻更加壯麗：

迷人的黎明啊！
若不是因著你那燦爛的生機，
絢麗的星空
那靜謐的夜的主宰，
我豈會將它放棄？

與君共勉！

譯者 寫于十八歲生日

¹ 歌德《浮士德》，錢春綺譯，上海譯文出版社。