

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，似乎少了哪個人也並沒有什麼。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。