

美国变星观测者协会

目视变星观测手册



程思淼 译

2012 年 1 月

美国变星观测者协会(AAVSO)

美国马萨诸塞州剑桥，海湾州路 49 号

49 Bay State Road

Cambridge, Massachusetts 02138 U. S. A.

电话：617-354-0484

传真：617-354-0665

电子邮件：aavso@aavso.org

网址：<http://www.aavso.org>

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

根据美国变星观测者协会 2010 年 1 月修订、2011 年 4 月更新版本译出

COPYRIGHT 2012

by the American Association of Variable Star Observers

©美国变星观测者协会2012

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

ISBN 1-878174-92-4

译者电子邮箱：edmond4850@sina.com

我与变星的故事

“美国变星观测者协会 (AAVSO) 是全世界最大的变星爱好者组织。”四年前重读我的天文启蒙书——傅学海等先生所著的《星星的故事》时，这样一句话映入眼帘。如此，我邂逅了 AAVSO。

2007 年隆冬，刚上初二的我第一次沐浴在双子座流星雨优雅的步伐中，同行的还有大名鼎鼎的 17P 彗星。第一次在寒风中做报表，我便爱上了这份工作——这份为科学研究积累数据的工作。在这积土成山的壮丽中，没有每一粒沙的渺小，有的只是作为山的一部分的崇高。我被深深地迷住了。2008 年 6 月 8 日，我第一次通过望远镜看到了变星。那时我找星还很不熟练，像 R Aql 这样的变星，我几乎要找半个小时。时光飞逝，我在变星观测方面的经验和兴趣也迅速提高。在变星观测中，我再次感受到了那种由衷的快乐——正如 AAVSO 所强调的，在观测并把数据提交到组织总部的时候，一个天文爱好者就这样为科学的探索做出了重要的贡献，这是多么不可思议而又激动人心的事情啊！接下来的三年，我不仅每次到野外观测都一定要做变星观测直到筋疲力尽，而且也接受了 AAVSO “城市观测”的理念，晴天时就在位于市中心的家里那起双筒。在变星观测中，我熟识了双筒镜的巨大威力、亲眼见到了星星近千倍的亮度变化；更重要的，在 AAVSO，我找到了家一般温暖的感觉：这三年来，我不仅收到了各种有用的文件、书籍，还收到了 AAVSO 寄来的新年贺卡、信件，甚至一份“优秀初级观测者”的证书！

我逐渐对变星的观测熟悉了。2010 年 4 月，我跌跌撞撞地翻译了一篇介绍北冕座 R 型变星的论文。感谢北京天文馆《天文爱好者》杂志编辑部李鉴老师辛勤的工作，我得以在杂志第 7 期上发表了自己的第一篇文章。无论是从成为天文爱好者，还是从成为变星爱好者以来，我都得到了国内外无数天文圈前辈和同好的无私帮助，把这无数热情无私的帮助传递下去，我感到这是我的责任——我深深为之感动。2010 年暑假，我开始把自己三年来观测变星的经验 and 想法写下来，李鉴老师欣然接受了我的稿件。发表在 2010 年 9 月-2011 年 2 月《天爱》上的六篇《变星观测攻略》，虽然现在看来写得有些仓促，字句有欠斟酌，错字也很有一些，但确是诚心希望它们能早日对爱好者朋友有所帮助。受 AAVSO “Variable Stars of the Season” 的启发，我和李鉴老师商议从 2010 年 11 月起在《天文爱好者》上连载 12 篇《本月变星》/《每月变星》，为读者提供即时的变星信息。虽然受杂志本身特点的限制，我们仍然不能提供像新星甚至是超新星的实时信息，但是我们对长周期变星和半周期变星的预报，甚至对我自己的观测也时有帮助，使我颇感欣慰。变星观测也好，天文科普也好，这样的大事业，似乎少了哪个人都并没有什么。但无论如何，我在这份壮丽事业的创造者之列——这难道还不是我所能享有的最光荣的称号吗？

在中国，知道变星，知道 AAVSO 的爱好者并不多。在 2009 年的 AAVSO 年报中，我曾遗憾地看到，上报数据的中国爱好者竟只有一个人！但在与 AAVSO 诸位老师的交流中，我了解到中国爱好者的重要。Matthew Templeton 博士曾热情地对我说，有了中国爱好者的加入，AAVSO 的观测者就能覆盖全经度，可以不间断地进行“接力”监测了！我们的数据会有意义：这是对中国变星观测者价值最大的肯定，但我也深深体会到我们在这方面工作的不足。在最美好的中学时代，变星成为我最大的乐趣之一，更确切地说，是我最好的朋友。在观测流星雨的时候，我总不免痴痴地生出些甜蜜的幻想来：恋人相依在一起，欣赏天际划过的流星，那是多么美丽动人的情景啊！流星的气质，与那夏夜银河的，多少都是优雅。但变星却是孤独的。流星观测当然辛苦，但多少还能有些美妙的想望；可在夜深人静之际，有谁会惦念那滴水成冰的荒郊野外的一位变星观测者的辛劳呢？然而，正是与这位孤独的朋友相伴，使我习惯了孤独，依恋起孤独来。有道是，“必自立而能立于人”，又云“幸福源在独处时”。故当先置德灵于心，才气于身，而后求谐同于他人。如此，纵他人永不谐我，我亦自谐。至于挚友、伴侣，天之恩赐也。自谐者，生活之幸福已翩然至，何急求于人耶？

孤独的幸福，然而温暖的友谊，这便是变星和 AAVSO 在我生命最美好的三年里留下的永远的痕迹。

译序

译者有心翻译这本手册，大概是两年前的事了。当时偶见《手册》之中译，文字甚为难懂。这当然不能责怪原译者，毕竟不在中国生活多年，中文又系世界极难之语言，生疏之后写作难免不够通顺。但是这责任难道不应落在我辈中国学人肩上么？我便凭初生牛犊之心，奋力着手翻译。但当时英语基础甚薄，译过几段便不得不搁笔了。前几日重校那几段文字，竟发现好些令人捧腹之误读，可见当时学力着实甚弱。然而虽初试受挫，我却始终挂念着这份中译：一方面愿有高人重译，为国内爱好者造福，另一方面也愿自己早日能亲自把它介绍给国内天文圈。经过前年春几乎字字查词典地译出了一篇介绍北冕座 R 型变星的文章，后又自作了数篇变星观测方法的介绍文章，重新起笔翻译这本《手册》约是去年九月。是时刚从波兰参加天文竞赛结束回国，又恰获知 M101 星系中超新星 SN 2011FE 爆发的消息，甚为激动。虽由于正值高三，不得不放弃全部野外观测计划而终于没能一睹其芳容，但激荡的心潮却使我重想起《手册》刚起头的译稿来。

说实话，在这次打算翻译《手册》之前，我几乎全部的观测技术和经验都是从实践中得来的。因此，在翻译的四个月里，我常有这样的疑虑：既然自己都能全凭实践获得至少看来是足够用的观测经验，这本指导性的《手册》的意义何在？再者，以自己接触 AAVSO 的经历，相互交流时英语是必不可少的，然而既然有能力阅读英文，又何以有读者会来读这本中译呢？关于第一个问题，这实际上是对总结性书籍存在意义的普遍质疑。然而，一旦工作起来，每当我有这样的想法，不消几天它定能自然消退，而我便能重又信心满满地继续翻译。这是因为，很显然地，即使经过三年半的观测实践，甚至自己还撰文介绍这个领域，但在这本《手册》当中，我还是能不时地发现很多极有教益的见解、极为实用的经验和极富新意的创造。它们不断地告诉我说：“先生，您对‘教科书’这个词的成见恐怕太深了。”第二个问题则是对译文存在意义的质疑。我不得不承认，这个质疑实在是太不能站住脚了：难道所有文章一定要是为立志走出国门的读者看的吗？前几日读到摩西门德尔松翻译卢梭《论不平等》为德文的故事，若有所悟：难道德国民众要启蒙，便非要去看卢梭先生的法文著作不可？由此看来，认为读者若想学习文章内容，就非要学习原文语言，甚至认为如果不懂原文语言，从译文中不可能得到教益，这种无端歧视外语薄弱读者对文章内容学习和领悟能力的想法，大概只是译者因业巨力薄而灰心时找的借口罢。

《手册》原文系 2010 年修订版，以今 2012 年看来，实属旧版，而其旧又尤以涉及网络之内容为甚。自原文出版以来，AAVSO 网站已换面数次，增删了很多内容，故每涉及一处链接，译者皆小心求证，除特殊说明之外，尽已将原文更正以为新版网站可用。《手册》所引用的网站中的操作界面，亦已更新。特别要说明的是，因“变星绘图器”的新版操作界面与上一版相比更新不少，故译者将第二章相关文字的顺序做了较大调整，并增删了一些段落。在附录三的列表中，译者增加了几种中国读者易于得到的、对变星观测可能有用的星图。正文中的人名，对于历史人物，皆直接翻译为汉语，并附一张人名索引表于全书最后；对于当代人名，第一次出现时在中译名后加括号写出原文。附录四中除极知名的项目、人名或地名译为汉语，其余皆保持原文（此因译者才疏学浅，不敢保证全译正确之故；《天文爱好者》杂志曾有连载文章介绍诸巡天项目，读者有心可阅之）。为使版面尽量与原文一致，也由于译者实在无精力将每一处更改附于最后，对于原文中一些明显的错误或说明未清、易引起歧义之处，译文中皆直接做了修改，并未特别标明。

诚愿这本译文能激发广大中文世界天文爱好者们对目视变星观测这个领域的兴趣，并对读者诸君有所裨益！

译者 二〇一二年一月于北京家中

2010 修订版前言

我们非常高兴能向读者呈献出这本修订版《目视变星观测手册》。这本手册意在给读者进行变星观测提供一个全面的导引。这本手册将为您提供由专家撰写的变星观测方法，以及如何向 AAVSO 报告您的观测数据。

如果您是一个观测新手，这本手册将是很重要并且实用的工具——在这里您可以找到开始进行变星观测所需要的所有信息。而如果是一个老手，您也会发现这是一本实用的参考书、查找方便的资料书或是用来温习观测方法的教科书，它将帮助您探索变星观测的新领域。

这本手册将带领您熟悉变星观测的标准程序——这对于进行观测和把数据提交给 AAVSO 非常重要。

您会发现这本手册中的信息编排方式非常实用：章节的安排按照难度和主题的顺序。手册中有很多独立的资料页，以便观测者将这些重要资料单独拿出，夹在观测记录本或塑料夹里。

无论您是初学者还是一位有经验的观测者，或者您仅仅是希望了解更多有关变星观测的知识，我们都希望这本手册能帮助您学习变星观测的基础知识，提高您使用望远镜观测的水平，还有就是能让您在为变星天文学事业做出贡献时感到享受和满足。

这本手册中的信息是由 AAVSO 技术组的萨拉·J·柏克 (Sara J. Beck) 从 AAVSO 的各种出版物中收集并整理的。我真诚地感谢萨拉为准备这本手册做出的优秀的工作。

另外，很多 AAVSO 会员和总部的工作人员为这本手册贡献了有价值的意见和建议。非常感谢卡尔·费埃尔 (Carl Feehrer)、彼得·吉尔博特 (Peter Guilbault)、盖因·汉森 (Gene Hanson)、哈顿·梅纳里 (Haldun Menali)、保罗·诺里斯 (Paul Norris)、约翰·欧奈尔 (John O' Neill)、伦·洛伊尔 (Ron Royer)、迈克尔·萨拉迪伽 (Michael Saladyga)、麦克·西蒙森 (Mike Simonsen) 和道·韦尔奇 (Doug Welch)。

阿纳·A·汉顿 (Arne A. Henden)
AAVSO 主任

.....事实上，只有在变星观测领域，业余爱好者才能让他们并不昂贵的器材实际地派上用场，更进一步说，在更广阔的领域里应用于对科学知识的探求。

——威廉·泰勒·欧科特，1911

目录

前言	iii
引言	v
什么是变星？	
为什么要研究变星？	
AAVSO 是什么？	
第 1 章 准备工作	1-5
制定观测计划	1
需要的器材	3
第 2 章 变星星图	6-10
第 3 章 进行观测	11-18
观测步骤说明	11
另外的观测提示	13-17
视野	13
证认星图中的方向	13-14
星等标度	15
极限星等	15-16
变星的证认	16
估计变星的亮度	16-17
保留记录	17
第 4 章 关于变星	19-27
变星的命名	19
<i>哈佛编号和 AUID</i>	19-21
表 4.1 星座名称及简写	20
变星的类型	23-27
<i>什么是光变曲线？</i>	23
第 5 章 确定日期	28-33
逐步说明	28
计算范例	29
第 6 章 制定一个观测计划	34-36
制定一个计划	34
一般的观测流程	35
一些有用的 AAVSO 出版物	36
第 7 章 向 AAVSO 提交观测结果	37-41
提交报告	37-38
AAVSO 目视报告格式	39-41
第 8 章 观测示范	42-49
附录 1 变星的长期光变曲线样本	50-57
附录 2 AAVSO 诸专项小组	58
附录 3 更多资源	59-60
附录 4 变星的名字	61-63
索引	64

引言

什么是变星？

变星指那些亮度变化的恒星。在诞生之初和步入老年时恒星的亮度往往会波动。亮度变化的原因可能是内在的（膨胀、收缩、爆发等），也可能是外在的因素，比如几颗恒星相互的掩食。到 2009 年大约有 25 万已知或疑似的变星被编号。如果测量足够精确，大多数恒星——包括太阳和北极星——其亮度都有变化。

为什么要研究变星？

对变星的研究是非常重要的，因为它提供了恒星物理属性、自然状态和演化的基本信息。通过变星的观测数据，我们可以确定它们的距离、质量、半径、内部及外部结构、组成、温度和光度等参数。由于专业天文学家根本不可能有时间和资源去整合数千颗变星亮度变化的数据，业余者通过观测变星并向 AAVSO 或类似组织提交他们的观测数据，就会为科学做出切实有用的贡献。

在 19 世纪中期，编制《波纳巡天星图及星表》的德国天文学家弗里德里希·威廉·奥古斯特·阿尔格兰德（1799–1875）最早意识到了认真的业余观测者贡献的重要性。1844 年，当只有 30 颗变星被确认时，阿尔格兰德在一篇文章中写到：“……我迫切地要把这些至今一直被严重忽视的变星放到所有热爱星空的人们的心中。希望你们能将有益的工作与乐趣结合起来，在为增加人类的知识做出重要贡献的同时增加自己的快乐……”现在又何尝不是如此呢？

目视观测的价值是什么？

近来有很多关于目视观测者怎样才能对科学做出真正贡献的讨论。什么样的变星让天文学家感兴趣？什么样的观测最有可能带来对恒星性质的新的了解？CCD 拥有更高的精确度，无数的巡天项目覆盖天空：当它们越来越多，如果想要对科学做出有意义的贡献，目视观测者将不得不更有选择性地观测。但是目视观测者还是有很多可以观测的目标。

没有任何一个巡天项目能够在每个夜晚用所有波段对全天进行观测。举个例子，ASAS-3 大约每三个晚上为一个轮次。它在 V 波段的有效观测亮度范围是 8 到 13.5 等，并且只观测南天极到大约赤纬+28 度的天区。因此，如果不考虑 ASAS 正在准备的一个类似的北天巡天，那么 ASAS-3 覆盖范围以北的广大天区对目视观测者来说就仍是可用的目标。不能保证这些数据会释放——还有一些巡天也正在进行，但数据也并没有释放。所以，在它们释放之前，这些巡天丝毫不会影响到目视观测的价值。

对于目视观测者来说还有很多目标可以监测。这些变星的活动要求更高的观测频率——如果我们的观测耽误了几天，对它们的科学研究就几乎不可能了。这些活动包括激变星的爆发、北冕座 R 型变星急速的变暗以及其它一些不寻常的快速的活动。

大多数巡天并不花太多时间观测正在接近太阳的恒星，同时对早晨天空中刚刚离开太阳的恒星也没有足够的关注。所以观测日落后很快落下或黎明前刚升起的恒星对目视观测者来说将有很大收获。

没有巡天项目能观测亮于 8 等的恒星，独立的 CCD 观测者也倾向于避开这样亮度的恒星。能达到这个亮度，或者总是比它亮的恒星，将是留给目视观测者进行长期观测的好目标。如今，裸眼与双筒变星是留给目视观测者的领域。

同时，拥有可以观测到暗于 13 等恒星的大望远镜的观测者，仍然可以通过观测亮度在 ASAS 星等覆盖下限与很多计划中的新巡天的星等上限之间的星，为科学做出贡献。

AAVSO 是什么？

美国变星观测者协会 (AAVSO) 是由对变星感兴趣的业余爱好者与专业天文学家们组成的一个全球性非盈利的从事科学、教育事业的组织。1911 年由一位执业律师兼业余天文学家威廉·泰勒·欧科特和哈佛大学天文台主任爱德华·C·皮克林创建，一直到 1954 年成为一个独立的非官方研究组织之前，AAVSO 都是哈佛大学天文台的一部分。我们的宗旨始终是：将业余观测者的大量变星观测数据统一标准，以及收集、评估、分析、出版并存档，使专业天文学家、教育者和学生能够使用它们。总部设在美国马萨诸塞州剑桥的 AAVSO 是世界上最大的变星观测者协会：到 2009 年，我们已有 47 个国家的超过 2000 位会员。

到 2009 年，AAVSO 的档案中共保存了对超过 11,000 颗恒星的超过 180 万个观测。来自世界各地的超过 1500 名观测者每年可以提交大约 100 万观测数据。这些观测在检查并没有发现错误后就进入到 AAVSO 国际数据库中。这个数据库是 1911 年以来 AAVSO 的所有观测者们能力、热忱和忘我精神的结晶。

对天文组织的服务

AAVSO 的数据，包括出版的和未出版的，都可通过 AAVSO 网站 (<http://www.aavso.org>) 或通过向 AAVSO 总部提出申请向全世界天文学家发送。天文学家们可能因为以下原因需要 AAVSO 的服务：

1. 某些不寻常的恒星活动的即时信息；
2. 协助制定及执行用陆基大望远镜或卫星上的仪器进行的变星观测项目；
3. 在陆基或空间望远镜观测时协助对目标星的光学观测并实时提供它们的活动情况；
4. 包含有对应的光谱、测光、偏振及多波段观测等数据的 AAVSO 光学观测数据；
5. 用 AAVSO 的长期数据对恒星的活动进行统计分析。

AAVSO 与专业天文学家间关于即时信息和多波段观测的合作使很多观测项目得以顺利进行，尤其是那些使用卫星的研究项目。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 等卫星的观测。由于 AAVSO 的即时通知，它们得以观测到很多极为罕见的天体活动。

对观测者和教育者的服务

通过接收变星观测者的观测数据，把它们收录进 AAVSO 数据库并公开以使它们能为专业天文学家所用，AAVSO 帮助爱好者为天文学做出了贡献。当您的观测数据进入 AAVSO 国际数据库，未来的研究就可以用到它们了，因此您也就有机会为未来及现在的科学研究做出贡献。

根据各人的要求，AAVSO 可以帮助个人观测者、天文俱乐部、小学、中学或大学等制定合适的观测方案。这样，观测者、学生和大学的天文系就可以最大程度地利用好他们的资源，进行有价值的科学研究。AAVSO 也可以协助传授观测技术以及为观测方案中应包含哪些星提供建议。