

天文学手册

G. D. 罗思 主编



科学出版社

天文学手册

G. D. 罗思 主编

汤崇源 彭时俊 张一鸣 译

王思潮 等 校



科学出版社

1985

31782

内 容 简 介

许多天文爱好者都渴望通过实际的观测活动来探索宇宙的奥秘，从中开阔眼界、增长知识、获得乐趣，然而他们时常为找不到合适的指导书籍而烦恼，本书试图填补这个空白，它由天文学各分支的专家执笔写成，着重介绍不同天体的观测技术和方法，书中没有深奥和枯燥的数学推导，可供具有中等以上文化的读者阅读。面对我国各地青少年业余科技活动逐步开展的形势，本书尤其适合各地的科技辅导员和广大天文爱好者使用。即使对专业工作者说来，它也是一本有益的工具书。

Edited by G. D. Roth

ASTRONOMY

A HANDBOOK

Springer-Verlag, 1975

天 文 学 手 册

G. D. 罗思 主编

汤崇源 彭时俊 张一鸣 译

王思瀚 等 校

责任编辑 方开文

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1985年10月第 二 版 开本：850×1168 1/32

1985年10月第一次印刷 印张：19

印数：0001—4,000

字数：499,000

统一书号：13031·2995

本社书号：4400·13—5

定价：4.15 元

112-9/16

译 者 的 话

目前国内为业余天文爱好者出版的手册还不多见，本书的翻译就是填补这一空白的一个尝试。全书讨论了天文学各个方面的基本观测知识，书中没有深奥枯燥的数学推导，而是主要介绍观测不同天体的技术和方法。第二章专门讲述观测仪器，有的章节还阐述天文观测所需要的最起码数学知识。我们希望有志于天文学的读者能从本手册中得到必要的知识和方法，使其在感兴趣的领域进一步深入下去，这也就是我们翻译本手册的目的。

本手册原为德文，我们从英译本译出。原书有的内容是结合国外情况写的，读者可结合自己的需要和可能灵活地运用，并可参考我国《天文爱好者》等杂志与其他有关书籍。

本手册第一、三、四、五、六、十四和十五章彭时俊译，第二、十一、十二、十三、十六、十七、十八、二十（后半部分）、二十一章及二十二章附录汤崇源译，第七、八、九、十、十九章和二十章（前半部分）张一鸣译。由于译者水平所限，错误在所难免，望读者予以指正。

本手册承下列同志协助校订，第一、十六、十七、十九、二十、二十一章王思潮校，第二章杨世杰校，第三章姚保安校，第四、九、十和十八章吴洪敖校，第五、十一、十二、十三、十五章和附录周兴海校，第六、七、八和十四章郑家庆校。对他们在百忙之中给予我们大力帮助，在此表示衷心感谢。

第一版前言

几十年来,已经有用德文出版过类似的天文学书籍了,天文爱好者都强烈地感到这种书的缺乏。在我们这个航天时代,天文学知识引起了人们越来越大的兴趣。望远镜的实际观测特别依赖于这种知识,而这种训练的教育价值也是毫无疑问的。另一方面,天文爱好者的工作也能对职业天文学家的工作做出重要贡献。

正是依据这些观点,本手册的目的是为天文爱好者提供多方面的帮助,同时向读者展示应用天文学的广大范围,诸如数学物理学、精确力学和光学、甚至还涉及到社会关系学等等。除了天文爱好者外,本书的读者对象还包括大学师生和中学师生。我们希望本书成为他们进行“天文学实验”的指导手册。我们建议在中小学、专科学校以及课外学习班开设这种课程。

天文学范围如此广泛,使我们不得不对本书内容加以限制。对一般的天文学事实我们谈得有限,以便腾出更多篇幅为独立工作的天文工作者提供所需的指导。即使在这方面,可用的材料也是太多,使我们不得不有所取舍。我们把中学学过的初等天文学、数学和物理学知识作为实际基础。本书最后列有参考书目,正文中也列有一些参考资料,以帮助读者据此进一步加深对天文学实际知识的了解。

本书目录的编排和索引,可以帮助读者使用本书。书中内容划分为理论和实践并不是很严格的,这种划分基本上是为通论和专门章节。不同章节保持独特风格,而它们之间的互相关联提供了所需的一致性。

本书内容的选择适合现代天文学的需要。对诸如马克苏托夫望远镜和射电望远镜这样的新工具,人造卫星这样的全新课题,都有所阐述。书中也详细地谈到了天体照相术的各种可能性。另有

专门一章介绍业余天文学家使用的应用数学，为他们独立归算观测结果提供基础知识。

对观测者富于科学成果的领域，如太阳研究、掩星现象、行星、恒星测光等，本书都作了特别详尽的论述。对每个读者来说，利用天文年历或历书作为本手册的辅助工具，应该和他使用天文星图和星表一样自然。我们也建议读者经常查阅一些天文学刊物，以便把本手册的基本内容随时与天文学的新发展和成果结合起来。

作为本书编者，我希望在此对所有合作者在本书的计划阶段和写作过程中给予的理解和友好合作表示真挚谢意。与此同时，我还要对慕尼黑的威廉·拉比教授表示由衷悼念之情。他从一开始就热情地支持这一计划，然而他的过早去世，使我们失去了他的合作。

G. D. 罗思
于 慕尼黑

第二版前言

本书新版已作了修订，并增添了新内容。新内容特别涉及到射电天文学，为此单独增设了一章。另外还增加了新的一章讨论日规，和一些表格的附录。有关月食的部分也已重新写过了。

读者的许多建议，使新版本获益不浅。新版大大扩充了天文爱好者观测工具这一章。而关于太阳、月球和行星观测的新材料也将会受到读者欢迎。

在过去几年中，人们大大增加了对于宇宙探索的兴趣。有志于科学的外行人都渴望能进行自己的天文观测。每一年都有新的天文台出现，以满足学校和其他团体的需要。在此，本手册也以最新的文献目录和有关天文组织、仪器和教学工具的参考资料，提供了必要的情报。

对所有同事的良好合作，我必须再次表示诚挚感谢。我也要作为新同事的慕尼黑大学天文台台长 P. 韦尔曼教授；布拉格科学院天文研究所的 F. 林克博士和慕尼黑大学天文台的 H. A. 施密特教授表示欢迎。再者，我还要感谢德意志民主共和国陶腾堡-耶拿的施华兹柴尔德天文台台长 N. B. 里克特教授和慕尼黑的 W. 克雷德勒博士。他们帮助我审阅了手稿，并提出了改进建议。

我们都为第一版的两位合作者的去世而感到悲痛，他们是慕尼黑大学天文台的 A. 格特勒博士和 R. 库恩博士。天文爱好者和大众天文学界将永远铭记他们。

W. D. 海因茨博士、N. B. 里克特教授和 F. 施梅德勒教授协助审阅了格特勒和库恩的遗稿，并做出必要的修改，对此我们感到不胜荣幸。

G. D. 罗思

于 慕尼黑

目 录

第一章 天文学文献和术语的介绍 W. D. 海因茨 (1)	
1.1 宇宙和业余天文爱好者	(1)
1.2 天文学文献	(2)
1.3 星图和星表	(3)
1.4 历书	(6)
1.5 观测的归算	(6)
第二章 业余天文学家的观测仪器 W. 扬 (8)	
2.1 天文观测仪器的性能	(8)
2.2 天文观测仪器的元件	(32)
第三章 光辐射接收器 R. 库恩 F. 施梅得勒(修订) (111)	
3.1 概述	(111)
3.2 人眼	(113)
3.3 照相乳胶	(116)
3.4 光电管	(129)
3.5 电视技术	(131)
第四章 业余天文学家的射电天文学	
..... P. 韦尔曼 H. A. 施米德 (133)	
4.1 概述	(133)
4.2 射电天文学基础	(133)
4.3 仪器	(137)
4.4 射电天体	(144)
4.5 业余天文学家的仪器设备	(149)
第五章 地球大气和它的影响 F. 施梅得勒 (159)	
5.1 地球大气概述	(159)

5.2	受天气影响的现象	(159)
5.3	持久的大气现象	(166)
第六章	球面天文学基础 K. 舒特	(175)
6.1	概述	(175)
6.2	坐标	(175)
6.3	时间和周日运动现象	(182)
6.4	恒星坐标的变化	(187)
6.5	历法,年,儒略日期和标准时	(193)
6.6	地球自转的不均匀性,历书时和秒的定义	(197)
6.7	球面三角学	(199)
第七章	现代日规 K. 舒特	(205)
7.1	概述	(205)
7.2	二分点日规	(206)
7.3	地平日规和东西向垂直日规的设计	(206)
7.4	地平日规和东西向垂直日规的结构	(208)
7.5	垂直斜日规	(209)
第八章	业余天文学家的应用数学 F. 施梅得勒	(218)
8.1	概述	(218)
8.2	误差理论	(218)
8.3	插值法和数值微积分	(225)
8.4	照相天体测量学	(228)
8.5	行星位置、亮度和行星地理坐标的测定	(230)
8.6	掩星的归算	(234)
第九章	太阳 R. 马勒	(236)
9.1	概述	(236)
9.2	太阳的观察	(236)
9.3	日面现象	(242)
9.4	太阳现象位置的确定	(257)
9.5	太阳的摄影	(267)
9.6	结束语	(271)

第十章	日全食的观测	W. 皮特里 (272)
10.1	日冕的摄影	(272)
10.2	专业天文项目	(275)
10.3	专业地球项目	(277)
10.4	观测站	(278)
第十一章	月球	G. D. 罗思 (282)
11.1	月球观测的问题和概念	(282)
11.2	可见性的条件	(288)
11.3	月面结构物	(290)
11.4	光学观测	(292)
11.5	月面图的坐标网格	(305)
第十二章	月食	F. 林克 (309)
12.1	概述	(309)
12.2	月食的预报	(313)
12.3	地影的扩大	(320)
12.4	月食的测光	(323)
12.5	月食的照相	(332)
第十三章	掩星的观测	
	 A. 格特勒 W. D. 海因茨(修订)	(335)
13.1	概述	(335)
13.2	预报	(335)
13.3	光学条件	(337)
13.4	时间测量	(339)
13.5	观测结果的整理	(343)
13.6	月掩行星	(344)
第十四章	人造地球卫星	W. 皮特里 (348)
14.1	卫星的性质和目的	(348)
14.2	可见性条件	(350)
14.3	光学观测	(356)
14.4	报时	(362)

14.5	射电观测	(364)
14.6	轨道的基本计算	(367)
14.7	椭圆轨道	(370)
第十五章	行星观测	W. 桑得勒 (374)
15.1	行星表面的观测	(374)
15.2	不同行星的观测	(381)
15.3	行星掩恒星	(413)
15.4	行星表面的照相	(414)
15.5	行星表面的测微计测量和测光	(421)
第十六章	彗星的观测	
	A. 格特勒 N. B. 里克特(修订)	(424)
16.1	概述	(424)
16.2	彗星的目视观测	(425)
16.3	彗星位置的目视测定	(428)
16.4	彗星位置的照相测定	(431)
16.5	彗星结构的观测	(432)
16.6	测光方法	(437)
16.7	光谱和偏振	(439)
第十七章	流星和火流星	F. 施梅得勒 (441)
17.1	流星概述	(441)
17.2	观测方法	(442)
17.3	专门观测的问题	(444)
17.4	流星轨道的测定	(447)
第十八章	夜光云, 极光, 黄道光	W. 桑得勒 (451)
18.1	概述	(451)
18.2	黄道光	(452)
18.3	极光的观测	(457)
18.4	夜光云	(464)
18.5	发光带	(469)
18.6	蓝色的太阳	(471)

第十九章	恒星和行星的测光	W. 扬	(473)
19.1	关于眼睛灵敏度的测量		(473)
19.2	眼睛的测光能力		(473)
19.3	亮度估计和测量中的误差来源		(474)
19.4	亮度估测的准备工作		(476)
19.5	亮度估计		(480)
19.6	亮度测量		(486)
19.7	变星光度观测的归算		(493)
19.8	大行星的光度测量		(499)
19.9	小行星的测光		(504)
19.10	对颜色的测量记录		(507)
第二十章	双星	W. D. 海因茨	(509)
20.1	目视双星		(509)
20.2	测微计和目视测量		(513)
20.3	照相观测		(520)
20.4	轨道要素和星历表		(522)
第二十一章	银河及河外星系		
	 K. 库恩 F.施梅得勒(修订和完成)		(524)
21.1	概述		(524)
21.2	仪器		(525)
21.3	最重要的目标		(530)
第二十二章	附录		(537)
第二十三章	文献		(573)
	人名索引.....		(590)

第一章 天文学文献和术语的介绍

W. D. 海因茨

1.1 宇宙和业余天文爱好者

天文学研究整个无限的宇宙，探索地球以外的一切现象。今天，除了少数几个能被宇宙飞船探测的天体以外，天文学家仍然无法随意接近它们进行实验，因为天体通常是太遥远了。天文学家时常只能在大自然限定的时间和条件下进行观测，而且对天体测量工作说来，被测量的天体及其运动一般是相当小的，对天体物理分析说来，可接收到的天体光量通常也是相当小的，这就会给观测带来相当大的天然的不精确性。然而由于天文计算是十分细致的，天文学家根据大量的观测数据进行计算，并仔细分析所有可能出现的误差，从而大大提高了计算结果的精度，因此只要提到天体运动的数字结果，人们就会联想到“天文精度”这一众所周知的术语。

天文学是一门数学的科学，是一门“精确”的科学，因为它使用的方法和结果通常是定量的，可以用数字表达出来。有时候观测的推算(结果的推导)非常繁杂，需用大量的表格，由天文观测得出的理论往往使用最先进的数学方法和高速计算机。

对于业余天文学家来说，碰到的数学问题越是深奥，所感到的困难就越大。而且他使用复杂而昂贵的仪器（如摄谱仪和电子技术）的机会也很小。尽管如此，只要业余天文学家仔细而系统地安排他的观测，不在已经解决的、或者只能用庞大的仪器手段才能获得进展的问题上浪费时间，他还是大有可为的。当然，如果不进行一些数字工作和简单的计算，也会一事无成。本书并不是为那些

企图讨论宇宙相对论模型的读者写的，这些人往往认为初等天文学、物理学和数学概念无关紧要。

即使纯粹为了娱乐而用双筒望远镜遥望繁星点缀的天空，缺乏一定程度的天文学基本知识也会大大减低兴趣。人们对看到的东西总想做出解释。下面概要地指出几点，为业余天文学家学习本书提供一些指导，使他们能独立地进行更深入的观测，从而能对天文学做出贡献。

(1) 天文学基础：第一章内将介绍入门性读物，重要的专业教材以及如星图、星表、历书等等有用的工具。

(2) 仪器手段：介绍它们的性能和正确的使用方法（8—105页）。

(3) 天体在天球上的运动及其基本的数学关系，以及地球大气对观测的影响（159—174页）。

(4) 不同类型天体的观测特征。这在本书较后部份讨论。

(5) 只有坚持不懈和耐心才能造就一个优秀的观测者，而且对自己的观测结果必须经常采取严格态度。如果他还具备一些简单的数学知识，如误差的基本原理（见 218 页），那就会很有用。在专门的观测计划中，都与有经验的有专业知识的观测者（专业的或业余的）合作，将会得到很大的好处。

我们希望，随着业余天文学家的天文知识的不断积累，他对天体观测的兴趣也会越来越浓。

1.2 天文学文献

对整个天文学作出通俗解释的书籍比比皆是，后面的书目中就列了许多。

天文学已经越来越细地分为各个不同的分支，各专业的详细知识需要专门的书来讨论。早些年还有把天体物理学归到多卷的手册中的（例如，《天体物理学手册》，1928；《物理学手册》卷七，“天体物理学”；又例如，数学天文学的大部分知识则编纂在数学百

科全书中),现在则还必须参阅更加专门的著作。

一些观测工作,应参阅专业的或通俗的天文学期刊。本书附录中列出了一些最重要的期刊以及它们通用的缩写。此外,各天文台也交换它们各自的出版物,参与研究计划的业余天文台有时也分享这些交换。

年刊能为你提供天文学文献的一个全貌。特别是《天文学和天体物理学文摘》(半年刊,自1969年开始),它的前身是《天文学年鉴》(德文年刊,1899—1968年)。

1.3 星图和星表

观测者必须具备一份包括肉眼能看到的所有天体的好星图。对于暗星,则有更详细的星图。在观测暗星时,必须参照它在星表中的位置使用定位圈来寻找。特殊的大星表通常只有天文台的图书馆里才有。

这里,对星图的绘制稍作介绍。图1-1表示绘图用的坐标网格。

很早以前,人们就开始把天空划分为星座了。但直到十八、十九世纪这个工作才基本完成并统一起来,尤其是南天球。今天的88个星座,其界限是由国际协定根据经线和纬圈精确划定的,通常用拉丁名称或三、四个字母的标准缩写来称呼它们(见附录表18)。根据贝厄的规定,星座中亮星的名称用小写希腊字母表示,即按照恒星的视星等的亮度顺序给予相应的希腊字母,在一定的星等级别内则按照它们在星座内的位置而定。例如狮子座 α (α Leonis)即是狮子星座 Leo (Regulus) 内最亮的星。弗莱姆斯蒂则将星座内五等星以上的恒星按赤经的顺序依次用数字标记,例如,天鹅座 61 (61 Cygni)。在希腊字母不够用时,贝厄有几次曾经使用了拉丁字母。但因会引起混淆,现已废弃不用,而改用弗莱姆斯蒂的数字法标记了。

在北半球天空中,约有130颗亮星有通俗的名称(大部分见于

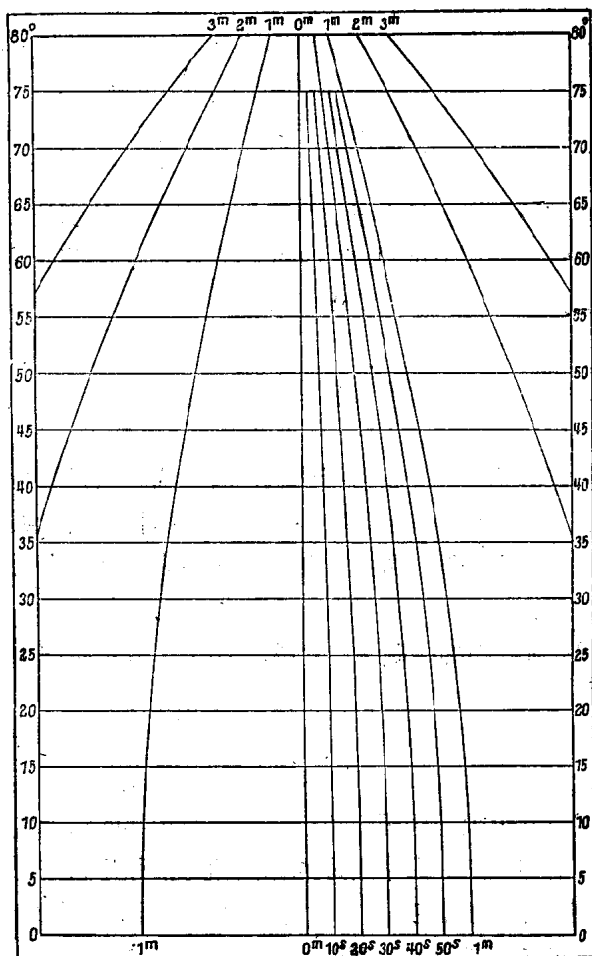


图 1-1 画星图用的坐标网格。(引自汉堡天文台表格, 1916 年)

阿拉伯的诗句)。但我们往往发现不同的星有相同的名字,或是同一颗星有好几个名字或拼法。我们应该使用熟悉而又不会混淆起来的字,如天狼星 (Sirius), 心宿二 (Antares), 牵牛星 (Altair) 等等。

古尔德将恒星的标号扩大到南半球的天空。他的标号往往用字母“G”结尾,例如船尾座 38 G (38G. Puppis)。有时我们发现

数字后带有字母“H”，这是根据赫巫留的北天星表而来。例如鹿豹座 19 H (19 H. Cam)。还有其他的标记法，如 H¹ 代表海斯标记法，B 代表波德标记法，等等，这些现在已几乎不用了。暗星用某个大星表中的通用数字来表示较为合适。例如，波恩星表 (BD)，亨利德累伯星表 (HD)，恒星总表 (GC)。在这些星表中，恒星是按照赤经的顺序来标号的 (不管它们在星座中的位置)，有时还按赤纬区细分。例如，星 HD 111123，也就是 BD⁺53°779 (BD 星表中 ⁺53° 赤纬区内 779 号星)。星团和星云则使用梅西尔星表 (M) 或德锐尔的新总星表 (NGC) 中的标号。如 M31，即 NGC 224，就代表仙女座大星云。变星有它们自己的带有一、两个大写字母的标号，如双子座 U (U Gem)，天琴座 RR (RR Lyr)。贝厄采用的字母标注法偶尔也用到变星上，如仙王座 δ (δ Cep)，天琴座 β (β Lyr)，甚至还用在星团上，如英仙座 χ (χ Per)，半人马座 ω (ω Cen)。

星表中，在恒星名称后面还会注明它在天空中的位置 (赤经和赤纬)。因为位置会发生变化 (主要由于岁差，见 187 页)，故还应注明处于此位置的时间。在一个星表中，所有的恒星位置都指的是同一时间的，这个时间称为星表的二分点或历元。从 187 页的叙述中可知，把岁差 (更精确的话，再加上自行、光行差等) 的改正计算进去，我们就可以把任何位置变换到其他历元的位置。

星表中给出的恒星其他特征有目视或照相亮度及其光谱；有的星表还提供了运动、是否变光以及双星、聚星等等的资料。

为了避免由于刊物、参考书印错或误读，或是查找的差错而弄错了星体，应总是同时使用两个独立的标号。例如两个不同星表中的名称，座标或数字，如果是很暗的变星，则是亮度以及小的认证星图。为区分双星的子星或是密近星体的各个成员，要利用下列符号：

北边	用	N 或 Bo
南边	用	S 或 Au
西边	用	pr 或 P