

历经百年 全世界天文爱好者最喜爱的经典星图

Norton's
诺顿星图手册

Star Atlas and Reference Handbook



【英】伊恩·里德帕斯 / 著

李元 沈良照 李竞 齐锐 曹军 李鉴 陈冬妮 姜晓军 / 译

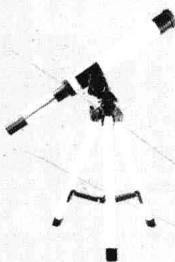
CSK 湖南科学技术出版社

北京天文馆
郑重推荐

Norton's

诺顿星图手册

Star Atlas and Reference Handbook



【英】伊恩·里德帕斯 / 著

李元 沈良照 李竞 齐锐 曹军 李鉴 陈冬妮 姜晓军 / 译

CSK 湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

诺顿星图手册 / (英) 里德帕斯著 ; 李元等译. --长沙 : 湖南科学技术出版社, 2012. 2

书名原文: Norton' s Star Atlas and Reference
ISBN 978-7-5357-7120-9

I. ①诺… II. ①里… ②李… III. ①星图—手册
IV. ①P114. 4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 022885 号

Twentieth Edition Norton's Star Atlas and Reference Handbook
Copyright © 2004 by Pearson Education, Inc.

湖南科学技术出版社通过美国 Dutton 和上海版权代理公司
获得本书简体中文版中国大陆地区出版发行权。
著作权合同登记号: 18-2008-085

诺顿星图手册

著 者: 【英】伊恩·里德帕斯

译 者: 李 元 沈良照 李 竞 齐 锐
曹 军 李 鉴 陈冬妮 姜晓军

责任编辑: 吴 炜 孙桂均

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙超峰印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市金州新区泉洲北路 100 号

邮 编: 410600

出版日期: 2012 年 7 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.75

插 页: 4

字 数: 435000

书 号: ISBN 978-7-5357-7120-9

定 价: 58.00 元

(版权所有·翻印必究)

《诺顿星图手册》在中国

这本《诺顿星图手册》驰名世界已达百年之久，它不但是天文爱好者们最喜爱和极为实用的星图之一，而且也是天文工作者们一本常用的星图手册。在抗日战争期间，后方的星图奇缺，我在1941年开始观星时，仅靠一张4等星的星图领我进入了星座世界，后来越来越感到好星图的重要。直到1944年初我由重庆去成都华西大学拜访李珩教授时，才在他的指引下从旧书店里幸运地买到陈遵妫先生编著的《恒星图表》（上海商务印书馆1937年出版的精装大本）。该书是数十年中我国出版的最详细的星图，其中有一套由5大幅星图组成的全天星图，收入了全天的6等以上的恒星，译自日本村上忠敬的《全天星图》。这已使我喜出望外，然而在使用中感到星名不够完备，星座界限未能采用国际天文学联合会公布的国际通用的科学的星座区划，从而再一次想得到更好的星图。抗日战争胜利后有幸得到我的亲友、在美国麻省理工学院的武宝琛博士的赠送，当我1947年春前往南京紫金山天文台工作之际收到最新版的《诺顿星图手册》（1950.0历元、1946年第10版）。翻阅之后大开眼界，也是当时难得的一本最好的星图，成为天文同行们争相传阅的星空宝书。全靠清华大学物理系的沈良照同学把星图拍成8幅8英寸照片，由建国初期的大众天文社印售给天文爱好者们。直到20世纪70年代我们建议由北京的光华出版社于1977年影印出版了1973年第16版的诺顿《星图手册》，以应急需。后来我国著名天文学家，中国科学院上海天文台台长李珩教授、研究员着手翻译本书并约我和他合作，且两易译稿，最后按照1978年的第17版译成，1984年由科学出版社出版《星图手册》，共印3000册，很快售完，颇受各方好评。1990年后，台北的明文书局邀我按该书1989年第18版重译，用繁体字在台北出版。新译本仍用《星图手册》的书名，于1995年在台北出版，新译本曾得到当时北京天文台沈良照研究员和该台后起之秀姜晓军的大力帮助得以问世，而且印制极佳。当时我正在美国，由姜晓军赴美时把新版带给我，阅览之后甚感欣慰，因为台北版还得到台北市天文台蔡章献台长的关注；也得到美国哈佛大学史密松天体物理天文台华裔天文学家邵正元先生的帮助才有所成，所以这个译本是包含了海峡两岸和旅美华人科学家的合作，具有十分亲切的情感。当时李珩恩师已经逝世5年，令人无限怀念。

在改革开放之后，也有多种星图出版，但翻译出版最新的《诺顿星图手册》仍是我们追求的目标。湖南科学技术出版社2008年出版《剑桥天文爱好者指南》（李元、马星垣、齐锐、曹军等译），后不久取得《诺顿星图手册》中文简体字的版权许可。除了北京天文馆的几位译者外，特别请中国国家天文台的沈良照、李竞二位资深研究员和姜晓军博士参与译事，可以说这是多位老中青天文爱好者们合作的成果，又正值2009年国际天文年的到来，更值得庆幸。由于60多年来我是历次版本的见证人和参与者，所以特意把这段史话公之于世。

此外本书开译的前一阶段由我负责组译，中途我因健康一度欠佳特请天文爱好者杂志社齐锐社长主持后来更繁重的工作。

本书开译之初征得双方出版社的同意，在中译本的后面增加近30页，刊载世界著名的三种具有代表性的古典星图，以供参考，而这些图绘可以说是科学、文化与艺术的结晶，400年来流传不衰，而我国尚未完整出版过。我们相信这些古典星图可能会引起人们更加有趣地去仰望星空。

李元

2009年10月

国际天文年于北京

前言

经历了漫长的年代，才会有一本深刻而永远改变某个领域的著作出版。同样稀罕的是，一种书印了又印，竟绵延一个世纪。有口皆碑的《诺顿星图手册》正是这样一部著作，自1910年以来就帮助人们找认夜空中的点点繁星和模糊天体。《诺顿星图手册》指导我们观天，犹如罗杰·托里·彼得森（Roger Tory Peterson）图鉴指导我们考察地上的自然界。这两种著作不仅让人识别新生事物轻松有趣，而且还激励人们学习。

1956年，洛杉矶天文学会为年轻会员举办了一场抽奖活动。奖品是能支起一台6英寸望远镜的座架，我当时17岁，在我看来，奖品非常吸引人。我获奖后，我的双亲为我增置了一块极好的反射镜面和几个目镜。这样便开始了我的望远镜观测生涯。

下一步自然就是买一册《诺顿星图手册》。该书当时已经有了名气，出到了第12版。这本书不厚，但对我这样一个刚刚入门的爱好者作用肯定很大。从那时起，为了寻求星空知识和作为杂志主编工作需要，我曾千遍万遍地查阅《诺顿星图手册》。

当我的目光扫过那古老版本的星图，我惊奇地发现它们所承载的史实多么丰富。一条铅笔线记录了1961年我看到的一个火流星划过的行迹，它的光强得使我已经适应观察暗星的眼睛看周围景物竟变成一幅负像。在北冕座TT的方位我作过一个小小的“×”记号，由于我是年轻小伙时就确认它是1颗变星，看到它我就像父亲见爱子那样亲切。在星图9上，又一个“×”标出类3C273。这个记号肯定是1963年划上的。那一年，类星体使天文学家开始认识到，宇宙中有许多以引力为能源，表现古怪、变化剧烈的天体。

我的星图上还零乱地标着其他记号。有的现在看来没有什么用了，不过当时一定显得十分重要。可不是……这个小点一定是1975年天鹅座新星，往下那个就是1967年海豚座新星，后者是很有趣的所谓慢新星，我曾尽可能每夜都观测它，持续了几个月。我的老版《诺顿星图》确实成了一部天象日记，你们的肯定也会这样。

回顾起来，《诺顿星图手册》的作用有两方面。首先自然是那一套星图，6幅盾牌状的长图加上两幅圆形南北极天区图，体现了原著者的创新思维。每张图都覆盖大面积天空，使我学认星座并找认它们之间的联系极为方便。同时，每幅星图又包含那么多深入细节，鼓励我去找认数不清的新交。

《诺顿星图手册》的另一个作用在于它的说明资料。我花了相当工夫才体会到其中手册的重要性，毕竟观测比阅读有趣得多！不过当我认真读来，呈现的是观测指南、专业诠释和史实点滴所构成的金矿。文中也提出了“如何进行”和“如果……就该……”许多这样的问题。这促使我去继续阅读学习，使我对天文学的理解日益全面。我的天文知识中很多都源自《诺顿星图手册》对我的鼓动。如果说《诺顿星图手册》启发我走上了长年热爱天文学这条人生道路，这丝毫没有夸张。究竟有多少人（肯定很多）也和我一样，只有天知道！

《诺顿星图手册》的这一次最新版一如既往地再度升级，成为使用者更加必不可缺和得心应手的工具书。1989年我第一次为《诺顿星图手册》写前言。自那时以来，业余天文学经历了空前的革命性飞跃。突出的表现是价钱不贵的自动望远镜大批上市和软件的日益完善。两者相结合就构成惊人威力，一按电钮，望远镜就自动对准所要观测的任何天体。

那么有的人就要怀疑，纸上画的星图与自动望远镜相比是不是还有用。我只想说，一本书可不需要电能。不过别忘了把电池装进你的手电筒！

利弗·J·罗宾逊

《天空和望远镜》月刊名誉退休主编

序 言

为了《诺顿星图手册》（以下简称《诺顿》）这第20版能在新世纪中以崭新的现代化面貌问世，我们对它作了彻底重新设计和重排。由于改写了标题，星图更加清晰和引人注目。参考手册及其数据表的更新和改善包括新写的计算机控制望远镜和 CCD 成像技术，在第19版出来后的5年中这两个领域改变了业余天文学的面貌。我们也扩充了观测深空天体的内容，因为这是爱好者的热门对象。其他主要改进还有全新的月球和火星图。在全书各处，总是把活跃观测者的需求放在首位。

以往的版本使《诺顿》赢得了世界最有名和使用最广星图的声誉，其参考手册已经成为一切观测者不可缺少的伴侣。我们相信这一最新版本将把《诺顿》的传统带入21世纪的深处。

历 史

《诺顿星图手册》最早出版是在1910年。它刚一问世就得了个开门红，这主要归功于其画图创新，把星空划分为几大片，每片覆盖全天面积的大约五分之一，查阅方便，而且最暗画到6等星，达肉眼极限。那时《诺顿》的服务对象是小望远镜观测者，特别是使用19世纪业余天文家的两部观测指南名作，从中寻找有趣天体的观天人；这两部著作是韦布（T. W. Webb）牧师的《普通望远镜天体手册》和史迈司（W. H. Smyth）的《天体的循环》。若干年后，《诺顿》便享誉世界，成为业余和专业天文学家都需要的标准工具书。

著者阿瑟·菲利普·诺顿（Arthur Philip Norton, 1876~1955）在世时是业余天文学家，他的专职是在某学校任教。如果不是因为他的《星图》，天文学界恐怕不会有人知道他。

诺顿出生于英国威尔士加的夫市一位牧师的家中。当他还是中学生时，原属曾祖父的一架望远镜归他所有，激起了他对天文学的兴趣。在都柏林三一学院获得文学学士学位后，他在英格兰一些中学任教。诺顿在肯特郡 Tonbridge 的 Judd 中学教地理和数学课22年之久，直到1936年退休。除了使他出名的《诺顿》和1949年出版、较为简化的《普及星图》外，他没有出过其他图书。在他一生之中，《诺顿》出了多次新版，同时他对其中的星图作过两次更新。

回顾《诺顿》开始出版的1910年，星座之间的分界线还没有正式划定。国际天文学联合会会在1930年补上了这一课。阿瑟·诺顿按照国际天文学联合会新规定的星座边界为1933年第5版《诺顿》重新画了图，并且根据《订正哈佛恒星亮度表》把书中最暗星等极限设在6.2等（第1版的极限星等并未确切设定）。这时的诺顿视网膜后面出现了血块，因而左眼看东西十分模糊，但这并没有影响他所画星图的质量。

天图制作者面临一个地图编绘人所没有的问题：由于受到名叫岁差的一种现象的影响，每颗星的坐标都在随时间逐渐变化。这就是说，一切星图终究都要变得愈来愈过时。《诺顿》第1版的“历元”（恒星坐标的对应瞬时）是1920。诺顿为1943年第9版重新画的星图则是对应于标准历元1950.0，并且把极限星等扩展到6.35等。这一版的各张星图在他去世后很久还在重印出书。

再过了若干年，当然又必须更改历元了。1989年第18版《诺顿》中的各张星图就是按照标准历元2000.0重新画的，其中用到的新技术是诺顿所梦想不到的。这样，《诺顿》开始成为内容并无阿瑟·诺顿本人写作的工具书，然而他对读者的精神感召自非书名所囿，而是绵延千秋。

星 图

早就决定的是，进入新世纪，星图仍要沿用历经考验的排列方案。和以前版本的细微区别是，如今两极和赤道天区图采用的是同一种投影方式，称为兰伯特（Lambert）方位角等距投影法，其优点是能在纸平面上以轻微的失真度反映大面积星空形象。诺顿并没有写明他采用的是哪一种投影方式；他的赤道区星图看起来是用他自己设计的一种改进型球面投影法画成的。

在最新的星图中，极区的情况是投影表面的平面和天球接触于两极，赤道区星图则是该平面和天

球接触于天球赤道。为了把失真度降到最小，每张赤道区星图都是由中央赤经线出发投影而成。为了尽可能提高精度，所有投影过程都是用计算机完成的。

投影软件是在爱丁堡 John Bartholomew & Son 绘图公司编写的。我们的绘图顾问迈克·斯旺 (Mike Swan) 加写了银河轮廓、大小麦哲伦云、银道和黄道软件。他原是全国地形测量局的一位专业地图绘制员，又是韦布学会的一位深空观测家。他在天文学和绘图两个领域中都具备专长是这个项目得以顺利开展的关键因素。

所有数据都转换成机读形式后，上述绘图公司就把各张星图打印到胶片上。接着这些胶片就传给迈克·斯旺，由他手写标题并最终校核。星图和标题俱全的胶片由同上绘图公司输出，从而生产出印刷板。《诺顿》第 20 版中的星图是由该书设计人查尔斯·尼克斯 (Charles Nix) 和他的合作者加里·罗宾斯 (Gary Robbins) 重新绘制并重新写标题的。

数 据

恒星的方位和星等数据取自耶鲁大学《亮星星表》(简称为 BS) 及其补编。虽然 BS 所含的恒星和阿瑟·诺顿编绘星图时用的《订正哈佛恒星亮度表》所含完全一样，但 BS 的星等包括大为改善的重测数据。还有，历元 1950.0 的星图把星画到极限星等 6.35，如今我们画到的极限是 6.49 等，也就是包括所有 6 等以及更亮的星。

BS 的第一著者，耶鲁大学天文台的朵丽特·霍夫莱特 (Dorrit Hoffleit) 和马里兰州 Greenbelt 国家空间科学数据中心的韦恩·沃伦 (Wayne Warren) 给我们提供了 BS 第 5 版的磁带。他们提供的磁带的内容还有 BS 的 1983 年补编；这样，我们就能够把《订正哈佛恒星亮度表》原本漏掉，以致 BS 未能编入的那些亮于 6.50 等的恒星寻找出来。

星图所需的数据是由爱丁堡皇家天文台从 BS 磁带中选取，加上星座边界信息后，传送给上述绘图公司的。银道星图的数据也是由爱丁堡台所提供。

尽管这种工作已经是计算机操纵，但是颇大程度的手动干预仍是有必要。因为 BS 不列深空天体，迈克·斯旺编成了星团、星云与星系表，加入恒星数据库中。他还花了许多小时以确认变星和变星兼双星，使星图中能以专用符号标出。一般的双星则可以直接从 BS 磁带中找认出来。

本版《诺顿星图》所画的星数超过 8800。恒星的符号是按星等整数分档，便于认星。少数 0 等和 -1 等星用的符号和 +1 等星的一样大。各星等范围的相应星数所占百分比如右表所示。

| 星等范围 | 《诺顿星图》中的星数百分比 |
|---------------|---------------|
| -1.50 至 +1.49 | 0.25 |
| +1.50 至 +2.49 | 0.9 |
| +2.50 至 +3.49 | 2.5 |
| +3.50 至 +4.49 | 7.2 |
| +4.50 至 +5.49 | 22.6 |
| +5.50 至 +6.49 | 66.5 |

双星和聚星

凡是角距至少为 0.1 角秒的 BS 中的双星或聚星，星图中所采用的符号是一条短线横穿星点中心。不过，如果组成双星或聚星的子星分得很开，可以在星图上分别画出，就用不着这样的符号（除非该星另有别的特近的伴星）。分光双星和其他的（例如经掩星研究或斑点干涉测量而发现的）特近双星，在星图中并不用双星符号标出。

《诺顿》中每张星图都伴有相应的有趣天体表，列入其中的双星只限于合成星等亮于 6.5 等的。这些表中所有的双星都已在星图上标出。第 20 版《诺顿》中双星的赤经、赤纬、角距和星等数据已经和最新版《华盛顿双星星表》作了核对。

变 星

凡是 BS 以及我们所查其他资料中列为变幅至少 0.1 等，极大亮度亮于 6.5 等的变星，就在星图

中用变星符号标出。这种符号当中是一个实心黑点，外面有一个小圈，其大小反映该变星最亮时的星等。包括新星在内的，最暗时比星图极限星等 6.49 还要更暗的变星，其符号就是画成空心圆。星图中标出的变星总数超过 500，其中 40 多例是 BS 及其补编并未列入，但我们查知它们最亮时亮于 6.5 等（某些类型，尤其是周期很长的变星，变幅并未精确界定）。图中还用到一种双重特性的符号来标出近 150 例变星兼双星。

和各张星图相对应的变星表应该是列入了变幅至少 0.4 等，最亮时亮于大约 6.5 等的所有变星。这些表所含的全部变星都已经在星图中标明。

深空天体

每一种深空天体各自用一种符号表示，以相区别：疏散星团、球状星团、弥漫星云、行星状星云与星系。对于视直径超过大约 0.5° 的星云和星系，星图中还画出它们的实际形状和大小范围。展示的深空天体总共超过 600 个，其中最有趣的有简略描述，写在与各张星图相对应的表中。

参考手册

这些年来，参考手册已经变得和《诺顿》本身一样重要。第 1 版的集中文字只有 18 页，大部分是由詹姆斯·戈尔·因格列斯 (James Gall Inglis, 1865~1939) 所撰写。1933 年出第 5 版时扩充到 51 页，到 1978 年第 17 版时发展成 116 页。第 18 版，在尽量保留《诺顿》最本质特征的前提下，几乎完全改写了参考手册。重点总是在于参考信息和别处往往难以查到的实用观测指南。这一宗旨在其后的各版次中始终不变。和以前各版一样，我们决定不列文献。但是，不得不提到的是小罗伯特·贝纳姆 (Robert Burnham Jr.) 所著《贝纳姆天象手册》(三卷本, Dover 出版公司)。这部著作虽然已经陈旧，但它是《诺顿星图》非常宝贵的伴侣书，至今仍被观天爱好者奉为经典。伊恩·里德帕思和维尔·梯里昂 (Wil Tirion) 合编的《恒星和行星指南》(英国哈珀·柯林斯出版社, 美国普林斯顿大学出版社)，将星座逐个画出，是一一说明有趣天体的一种简明手册。

致 谢

对下列人士为审阅以及修改与补充新资料所作的努力，本版《诺顿》的编辑谨致谢意：皇家航海历史部的 Steve Bell 和 Catherine Hohenkerk (方位与时间)、Robin Scagell (仪器与观测)、Nik Szymanek (天文成像)、Geoff Elston (太阳)、Peter Grego (月球)、Robert Steele (水星与金星)、Richard Mckim (火星)、Ian Phelps (木星与土星)、Andrew Hollis (天王星、海王星、冥王星与小行星)、Tom Mc Ewan (极光、夜光云与黄道光)、Roger Griffin (恒星)、Storm Dunlop (变星) 和 Darren Bushnall (观测深空天体)。Jean Meeus、Jon Harper、Jonathan Mc Dowell 和 Jonathan Shanklin 提供了补充资料。《天空和望远镜》的 Leif Robinson 写了前言，我们表示感谢。

月球全图是由美国地质测绘局所制的一幅有明暗层次的气笔图和克莱门蒂娜探测器的拼接图像所合成。亚利桑那州 Flagstaff 美国地质测绘局的马可·罗西克 (Mark Rosiek) 给我们提供了这些资料。火星全图是根据火星环球勘测者航天器上环火星照相机所拍图像绘制而成，是由加利福尼亚州圣迭戈市 Malin 空间科学系统公司的迈克尔·卡普林格 (Michael Caplinger) 所提供的。

这一版的设计、排版和线条图制作都是由查尔斯·尼克斯完成的。约翰·伍德拉弗 (John Woodruff) 出色地帮助做好改校样工作，还提出了许多好建议。我要特别感谢 Pi 出版社的斯蒂温·莫罗 (Stephen Morrow)，由于他对《诺顿》的热心支持，这一版本才能实现。本编辑对于书中出现的任何差错和遗漏承担责任，并且将一如既往，欢迎本书读者提出种种改善建议。

伊恩·里德帕思 (IAN RIDDATH)

<http://www.ianridpathom/books/nortonpage.htm>

目 录

第一章 方位与时间 /1

天穹 /1

位置 /3

日期和时间 /7

第二章 实践天文学 /23

观测 /23

天文观测器材 /27

望远镜的测试、调整与维护 /37

天文摄影 /40

第三章 太阳系 /49

太阳 /49

月亮 /54

行星及其卫星 /65

水星 /71

金星 /73

火星 /75

木星 /78

土星 /83

天王星, 海王星和冥王星 /86

小行星 /87

彗星 /89

流星 /93

食 /95

掩食 /98

极光、夜光云和黄道光 /99

人造卫星 /101

第四章 恒星、星云和星系 /103

恒星 /103

辐射、星等和光度 /103

距离、运动和物理参数 /110

恒星光谱分类 /115

恒星演化 /116

双星 /118

变星 /122

星团、星云和星系 /130

第五章 星 图 /139

附 录 /179

单位和记号 /179

天文学常数 /181

符号和缩写 /181

常用地址 /182

名词注释 /185

索 引 /193

译后记 /200

古典星图三种 /201

第一章 位置与时间

天 穹

天 球

所有的天体都可以看做是位于一个以地球为中心的圆球上，这个想象出来的球面称为天球(图 1)。和所有球体一样，天球也有两个极点和一条赤道。从地球两极延伸出去就是天球的两极；而地球赤道延伸到天球上就是天赤道。地球在围绕地轴自转，结果是天球看起来在环绕着天极每天旋转一周。

站在地球表面的观测者在任何时刻只能看到一半的天球。这个可见的半球以观测者的地平线为界，地平面在距离天顶 90° 的地方与天球相切。天顶是天球上位于观测者正上方的点。观测者正下方的点称为天底。

关于用来描述天体在天球上所处位置的天球坐标系，参见位置一节。

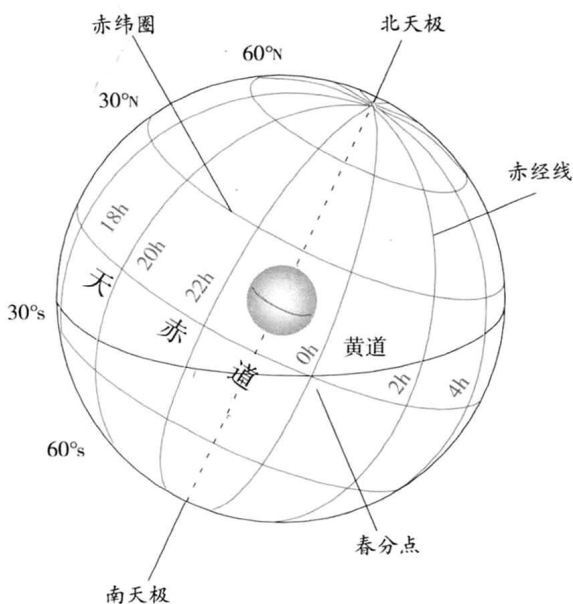


图 1 天球示意图。地球位于中心，画出了赤经、赤纬线以及黄道。

日运动

随着地球的自转，天球看起来在旋转，日月星辰每天东升西落。在赤道上观察，所有天体都沿着与地平线垂直的方向升起，并在地平线之上保持 12 小时可见。但是在两极观察，则所有天体都在沿平行于地平线的方向运动，并永远保持在地平线之上，既无升起也无落下。

在中间的纬度上，天体的视运动介于上述两种极端情形之间。有些天体会有出没现象，而有些则永不落下，一直环绕天极旋转，这些天体被称为拱极星。在固定的纬度上，恒星总是从地平线上同样的位置升起和落下；而对于太阳、月亮和行星，由于它们在天球上的运动，每天升起和落下的位置会有所不同。

在某个地点，一个天体位于地平线上的时间长短取决于它的赤纬（离开天赤道的向北或向南的角距离）。天赤道上的星在除极点以外的任何地方都是从正东升起，在正西落下，在地平线之上停留 12 小时。离可见的天极近于 90° 的星在地平线之上停留时间长于 12 小时；距离可见的天极大于 90° 的星星升起后 12 小时之内就会落下。

表 1 给出了不同赤纬的天体自升起通过子午线的时间间隔。该天体位于地平线之上的总时间，即从升起落到下的时间，是表中所示数值的 2 倍。

拱极星

拱极星指在某个地点观测时永远不落下的这些恒星。天空中拱极星区的大小是由观测地点的地理纬度决定的，因为天极的仰角高度等于观测地的纬度。例如，在纬度 40° 的地方，天

极在地平之上的仰角是 40° ，此时距离天极 40° 以内的恒星都是拱极星。同样，距离对面的天极 40° 以内的区域里的所有恒星是永不升起，无

法看到的。在地球的极点上，所有能看到的星都是拱极星；在赤道上，所有的星都不是拱极星。

表 1 半周日弧

在各纬度上，指定赤纬的天体升起和落下的时刻与其通过子午圈（上中天）的时刻之间的间隔。该天体的总可见时间，即从升起落到下的时间，是此时间间隔的 2 倍。这个表是用以下公式计算的：

$$\cos(\text{半周日弧长}) = -\tan(\text{赤纬}) \times \tan(\text{纬度})$$

要将度化成小时，除以 15。忽略大气折射。

| 观测者 纬度 ° | 天体赤纬 对北半球观测者，为北赤纬 对南半球观测者，为南赤纬 | | | | | | | 天体赤纬 对北半球观测者，为南赤纬 对南半球观测者，为北赤纬 | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30° | 25° | 20° | 15° | 10° | 05° | 00° | 05° | 10° | 15° | 20° | 25° | 30° |
| | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m | h m |
| 5 | 06 12 | 06 09 | 06 07 | 06 05 | 06 04 | 06 02 | 06 00 | 05 58 | 05 56 | 05 55 | 05 53 | 05 51 | 05 48 |
| 10 | 06 23 | 06 19 | 06 15 | 06 11 | 06 07 | 06 04 | 06 00 | 05 56 | 05 53 | 05 49 | 05 45 | 05 41 | 05 37 |
| 15 | 06 36 | 06 29 | 06 22 | 06 16 | 06 11 | 06 05 | 06 00 | 05 55 | 05 49 | 05 44 | 05 38 | 05 31 | 05 24 |
| 20 | 06 49 | 06 39 | 06 30 | 06 22 | 06 15 | 06 07 | 06 00 | 05 53 | 05 45 | 05 38 | 05 30 | 05 21 | 05 11 |
| 25 | 07 02 | 06 50 | 06 39 | 06 29 | 06 19 | 06 09 | 06 00 | 05 51 | 05 41 | 05 31 | 05 21 | 05 10 | 04 58 |
| 30 | 07 18 | 07 02 | 06 49 | 06 36 | 06 23 | 06 12 | 06 00 | 05 48 | 05 37 | 05 24 | 05 11 | 04 58 | 04 42 |
| 35 | 07 35 | 07 16 | 06 59 | 06 43 | 06 28 | 06 14 | 06 00 | 05 46 | 05 32 | 05 17 | 05 01 | 04 44 | 04 25 |
| 40 | 07 56 | 07 32 | 07 11 | 06 52 | 06 34 | 06 17 | 06 00 | 05 43 | 05 26 | 05 08 | 04 49 | 04 28 | 04 04 |
| 45 | 08 21 | 07 51 | 07 25 | 07 02 | 06 41 | 06 20 | 06 00 | 05 40 | 05 19 | 04 58 | 04 35 | 04 09 | 03 39 |
| 50 | 08 54 | 08 15 | 07 43 | 07 14 | 06 49 | 06 24 | 06 00 | 05 36 | 05 11 | 04 46 | 04 17 | 03 45 | 03 06 |
| 55 | 09 42 | 08 47 | 08 05 | 07 30 | 06 58 | 06 29 | 06 00 | 05 31 | 05 02 | 04 30 | 03 55 | 03 12 | 02 18 |
| 60 | — | 09 35 | 08 36 | 07 51 | 07 11 | 06 35 | 06 00 | 05 25 | 04 49 | 04 09 | 03 24 | 02 25 | — |

子午圈

观测者的子午圈是在天空中从北到南的一条假想线，是穿过天极和天顶的大圆。当一个天体位于子午圈上时，称为中天。

拱极星会中天两次。当它从东向西穿过子午线时位于最大高度，称为上中天。当它在天极和地平线之间穿过子午圈时高度最低，称为下中天。如果没带例外的条件时，中天指的是天体位于最大地平高度的时刻，即上中天。

黄道

由于地球的公转，在一年间，太阳看上去在天球上走了一圈。在天球上，太阳一年运动的轨迹称为黄道。黄道与天赤道之间呈约 $23\frac{1}{2}^\circ$ 的夹角，称为黄赤交角，来源于地球自转轴的倾斜。一年当中，太阳的赤纬在北 $23\frac{1}{2}^\circ$ 和南

$23\frac{1}{2}^\circ$ 之间，并分别在夏至和冬至到达最北和最南点。如果地球的自转轴没有倾斜，那么太阳看上去就会沿着天赤道移动，而地球上也就不会有春夏秋冬了。

每年 3 月 21 日前后，当太阳在春分点穿过天赤道时，它的位置是赤经 0 时，赤纬 0° 。6 个月之后，9 月 23 日（秋分）附近，太阳位于赤经 12 时，赤纬 0° 。在这两个日子之间，太阳位于天赤道以北；接下来，从 9 月 23 日到 3 月 21 日的 6 个月里则在天赤道以南。第 17 页的表 7 列出了太阳在一年中不同时间的赤经和赤纬值。

2 个黄极分别在黄道以北 90° 和以南 90° 。即北黄极位于赤经 18 时，赤纬 $66\frac{1}{2}^\circ$ ；南黄极则在赤经 6 时，赤纬南 $66\frac{1}{2}^\circ$ 。

黄赤交角（符号 ϵ ）

黄赤交角是天赤道相对于黄道的倾角，也等于地轴与公转轨道面法线的夹角。由于章动

和行星对地球引力的影响，黄赤交角随时间有细微的变化。章动使得黄赤交角在每 18.6 年内最大偏离平均值 $9''.2$ 。而行星岁差目前使得黄赤交角每年减小 $0''.47$ 。在 2000 年 1 月 1 日，黄赤交角为 $23^\circ 26' 21''$ ；到了 2050 年 1 月 1 日，将变为 $23^\circ 25' 58''$ 。

二分点

这是黄道与天赤道相交的两点。每年太阳在 3 月 21 日和 9 月 23 日前后经过这两个点。在二分点上，太阳的中心正位于天赤道上；不过，虽然“分点”的意思是昼夜平分，此时地球上白天与黑夜的长度却并不精确相等。造成这一现象的原因有两个。首先是日出和日落是按照太阳圆面的上缘——而不是中心——计算的；其次地球大气的折射会使得地平线处的太阳像向上提升约半度，这两个因素都使得白昼时间略长。

春分点 (符号 Υ)

这是每年 3 月 21 日前后太阳向北穿过天赤道的点，也就是黄道的升交点。在 2007 年后，春分日会固定在 3 月 20 日，直到 2044 年后，则可能发生在 3 月 20 日或 19 日。而这种情况会持续到本世纪末，届时春分又会发生在 3 月 20 日或 21 日。

春分点也叫做“白羊宫第一点”，因为 2000 年前希腊人测量春分点的位置时，它正位于白羊座。从那时起，由于岁差的影响，春分点已经移动到了相邻的双鱼座内。

春分点是赤经量度的原点。岁差使得春分点在天球上每天向西移动 $0''.14$ 。

秋分点 (符号 \cap)

这是每年 9 月 23 日前后太阳向南穿过天赤道的点，也就是黄道的降交点。秋分点也叫做“天秤宫第一点”，虽然在岁差的作用下，现在秋分点已经移到了室女座内。

分至圈

二分圈是通过春分点和秋分点的时角圈，也就是 0 时和 12 时赤经的时角圈。二至圈是通过夏至点和冬至点的时角圈，也就是 6 时和 18 时赤经的时角圈。

二至点

这是在黄道上太阳分别于每年 6 月 21 日和 12 月 22 日前后到达的距离天赤道最远的两点，分别位于赤纬北 $23\frac{1}{2}^\circ$ （夏至点）和南 $23\frac{1}{2}^\circ$ （冬至点）。夏至时，北回归线上正午时分太阳在正头顶，北半球的白昼最长，黑夜最短（南半球的情形正相反）。在冬至点，阳光直射南回归线，北半球的白昼最短，黑夜最长（南半球的情形正相反）。

出乎意料的是，白昼最短的日期与最晚日出和最早日落的日期并不重合；同样，最早日出和最晚日落的日子也不是黑夜最短的日期。原因是不断变化的时差，使得在二至点时日出和日落的时刻都推后了，但延后的时间不一样。其结果是最晚的日出是在白昼最短的那天之后，而最早的日落则发生在此之前。同样，最早的日出发生在白昼最长的那天之前，最晚的日落则在其后。在以上情形下，确切的日期取决于观测者所处的纬度，纬度越低，日出日落的极值时刻与二至点时刻的偏离就越大。在冬至点这种现象比夏至点更为明显，因为时差的每日变化在 12 月份里最大。

位置

天球坐标系

在天文学中，天球上的位置可以通过 5 种不同的坐标系来表示，每种坐标系适用于某些特定的场合。其中 4 种分别使用不同的基本平面，来描述从地球上观察到的位置；第 5 个系统是日心坐标系，给出的是相对于太阳的位置。

在星表中列出的是地心赤道和黄道坐标，即假设观测者从地心处看到的天体的位置。对于遥远的天体，例如恒星和星系等，观测者无论位于地球上的哪个地方，所观测到的天体位置都没有差别；而对于太阳系内的天体，就必须做些微小的修正以获得站心坐标——即在地球表面某个位置所看到的天体坐标。

赤道坐标系

赤道坐标系是在天文学领域里最常见的坐标系。它的基本平面是天赤道，坐标由赤经和赤纬组成，偶尔也用时角和极距来代替。

赤经 (符号 α) 和赤纬 (符号 δ) 可以看做是地表经纬度在天球上的对应项。赤纬的计量单位是度, 在天赤道上为 0, 在天极处为 90° 。

赤经的 0 时线类似地球上的格林尼治子午线。在每年 3 月 21 日前后, 太阳由南向北穿过天赤道, 穿越点就是春分点。0 时赤经线即是经过春分点的赤经线。赤经以时、分、秒为单位从春分点开始沿天赤道向东计量, 其范围从 0 时到 24 时, 有时候也用角度表示。1 小时赤经差等效于 15° 。(即 1° 等于赤经 4 分)。

时角圈是天球上经过天体和天极的大圆, 与天赤道垂直。时角是子午圈和通过某天体的时角圈之间的夹角, 沿天赤道向西计量。在北半球, 位于子午圈上在天极和南点之间的天体的时角为 0 时。1 小时前自东向西通过子午圈的天体的当前时角为 1 时, 以此类推。所以时角就是天体从最后一次自东向西经过子午圈起所经历的时间。

极距是天体与天极之间的夹角, 沿着时角圈测量, 等于 90° 减去该天体的赤纬。

地平坐标系

地平坐标系是最简单的坐标系统。其基本平面是观测者的水平面, 天体的位置用方位角 (地平经度) 和地平高度 (地平纬度) 或天顶距来表示。

地平高度 (符号 h 或 a) 是天体位于地平线之上的仰角, 在垂直于水平面的方向测量。当天体位于地平线上时, 它的地平高度为 0。当天体位于天顶时, 其地平高度为 90° 。有时会用天顶距 (符号 z) 来替代地平高度, 它是天体距离天顶的角度, 等于 90° 减去地平高度。方位角 (符号 A) 是经过天顶和天体的大圆与地平圈的交点, 沿地平圈自正北向东计量的角度。在正北的天体的方位角为 0° , 在正东的天体的方位角是 90° , 以此类推。

天体在某一时刻的方位角与地平高度取决于在地球的哪个位置上测量它, 是纯粹的站心坐标。所以天体的地平坐标要根据观测的时间地点以及天体的赤经赤纬推算出来。

黄道坐标系

将黄道作为基本平面。尽管与赤道坐标系相比, 黄道坐标系较少遇到, 它还是常用于表示在地心所见的太阳系内天体的位置。黄道坐

标用黄经、黄纬表示。

黄经 (符号 λ) 从春分点开始沿黄道向东计量, 从 0° 到 360° ; 黄纬 (符号 β) 沿通过天体和黄极的大圆, 在垂直于黄道的方向上测量, 从 0° 到 90° 。

表 2 坐标系基本平面与测量原点

| 参考平面 | 坐标量 |
|-------------|-------------------------------|
| 天赤道 | 赤纬; 赤经, 从春分点起算。 |
| 黄道 (地心) | (地心) 黄纬 (地心) 黄经, 从春分点起算 |
| 黄道 (日心) | 日心黄纬; 日心黄经, 从春分点起算 |
| 观测点水平面 | 地平高度; 方位角, 从北点起算 |
| 子午圈 | 赤纬; 时角, 从子午圈起算 |
| 银道面 | 银纬; 银经, 从银心方向起算 |
| 太阳赤道面 | 日面纬度; 日面经度, 从人为定义点起算 |
| 月亮或行星赤道面 | 行星或月亮表面纬度; 表面经度, 从所定义的本初子午线起算 |
| 太阳、月亮和行星的边缘 | 北点或最高点的距角 |

银道坐标系

用于研究银河系内的天体位置, 其基本平面是银道, 对天赤道呈 63° 度的倾角。坐标包括银纬 (符号 b) ——垂直于银道从 0° 到 90° , 和银经 (符号 l) ——以度为单位沿银道向东计量。银经的零点在银心的方向, 国际天文学联合会在 1959 年的采用值为赤经 17 时 45.6 分, 赤纬 $-28^\circ 56' .2$ (历元 2000.0)。北银极在后发座, 坐标是赤经 12 时 51.4 分, 赤纬 $27^\circ 7' .7$ (历元 2000.0)。南银极在玉夫座, 坐标为赤经 00 时 51.4 分, 赤纬 $-27^\circ 7' .7$ 。

日心坐标系

日心坐标系表示从太阳中心所见的天体的位置, 特用于太阳系内的天体。日心坐标系的基本平面是黄道面, 坐标量为日心黄纬 (符号 b) 和日心黄经 (符号 l), 后者的零点是春分点。在任意时刻, 地球的日心黄经等于太阳的地心黄经加 180° 。在更加严格的情况下会采用质心坐标系。质心指的是太阳系的质量中心。由于行星, 特别是大质量的木星的存在, 太阳

系的质心与太阳中心并不重合。

参考平面

各种坐标系统所使用的参考平面和坐标，以及度量原点，归纳于表 2 中。

太阳系的不变平面定义为通过太阳系质心，并垂直于太阳系总角动量（包括所有行星和卫星的自转和公转运动）的平面。与黄道面不同，由于它在空间中的位置不再受行星摄动的影响，所以形成了一个不变的参考面。不变平面相对黄道面的倾角为 $1^\circ.58$ 。

星星的位置

“恒”星的位置通常用赤经和赤纬描述。但是由于岁差的存在，天赤道和春分点在天球上的位置一直处在变化之中，其结果是恒星的赤经赤纬坐标也一直在改变。此外，其他一些因素，例如章动，光行差，视差，自行和大气折射等，都会对观测到的恒星位置产生影响。所以，要想获得精确的结果，就必须针对上述因素进行修正。

3 类天体位置通常会用到：平位置、真位置和视位置。

天体的平位置是指在去除了大气折射，视差和光行差效应之后，天体在天球上相对于指定历元的平赤道和春分点的日心（质心）坐标。平位置随时间的变化仅来自于自行和岁差，是星表中所列出的位置。

真位置是指在观测时刻，消除了周年视差和地球运动产生的光行差的影响后，天体在天球上相对于该时刻真赤道和春分点的日心（质心）坐标。

视位置是假设在地球中心所实际观测到的天体在天球上相对于该时刻真赤道和春分点的（地心）坐标。

真赤道与春分点

这是在任意时刻观测到的实际的天赤道和春分点的位置。由于岁差和周期性的章动的影响，真赤道与春分点处在持续的漂移中。

平赤道与春分点

这是在消除了章动效应，即仅在岁差影响下的天赤道与春分点的位置。在星表中列出的位置都是相对于某个指定的平赤道和春分点，

通常在某年的年首或年中。

标准历元

标准历元是一个确定的日期和时间，用来对天体位置或其他数据进行比较。从 1984 年开始，坐标系的标准历元被确定为 2000 年 1 月 1.5 日，以 J2000.0 表示。前缀 J 代表儒略历元，即基于 365.25 日的儒略年。当前的标准历元正是 1900 年 1 月 0.5 日标准历元后的 1 个儒略世纪（36525 日）。一般来说，一个标准历元通常会持续使用半个世纪左右。将来的历元会基于儒略年的整数倍。

岁差

岁差是一种春分点在天球上向西的运动。它的主要分量产生于太阳和月亮对地球赤道隆起部分的引力拉动，称为日月岁差。另外还有行星引力造成的较小的效应，称作行星岁差。两者之和的大小为每年 $50''.3$ ，即每 71.6 年 1° ，称为总岁差。岁差使得所有恒星平行于黄道移动，所以在固定的地点或固定的时刻所能看到的星星在一个岁差周期内会缓慢地变化。

由于岁差的影响，恒星的赤经赤纬也在持续变化中。像本书一样的星表星图会给出指定标准历元（目前国际通行的是 2000 年年首）下的天体位置。要找到在其他时刻的近似位置，可以使用表 3。

岁差的一个周期持续 25800 年，在这段时间里，地球的自转轴（和公转面的垂线成 $23\frac{1}{2}^\circ$ ）在天球上划出一个半径 $23\frac{1}{2}^\circ$ 的小圆。所以勾陈一（北极星，小熊座 α ）只在一段时间里才是距离北天极最近的亮星。4800 年以前，右枢（天龙座 α ）距离北天极仅有 $0^\circ.1$ 。天津四（天鹅座 α ）将在 8000 年后成为离北天极最近的亮星，角距 $7^\circ.5$ 。而在 11300 年后织女星（天琴座 α ）将最接近北天极，但仍有 $5^\circ.7$ 远。

章动

天极在天球上的轨迹并不是一个完美的圆形，而是在微微地摇摆。这种不规则性称为章动，是由于地轴在以一定节奏倾向和远离黄极，就像俯仰点头似的。它在经岁差修正后的天体位置上又添加了一种可觉察的变化。随着太阳和月亮的相对位置与距离的变化，它们作用在地球上的引力的大小和方向也在变化。总的效

表3 岁差

10年间赤经岁差

| 天体赤经 (小时, 适用于北天天体) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 0, 12 | 1, 11 | 2, 10 | 3, 9 | 4, 8 | 5, 7 | 6 | 18 | 19, 17 | 20, 16 | 21, 15 | 22, 14 | 23, 13 | |
| 天体赤经 (小时, 适用于南天天体) | | | | | | | | | | | | | |
| 0, 12 | 23, 13 | 22, 14 | 21, 15 | 20, 16 | 19, 17 | 18 | 6 | 5, 7 | 4, 8 | 3, 9 | 2, 10 | 1, 11 | |
| ° | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| 80 | +0.51 | +0.84 | +1.15 | +1.41 | +1.61 | +1.73 | +1.78 | -0.75 | -0.71 | -0.58 | -0.38 | -0.12 | +0.19 |
| 70 | +0.51 | +0.67 | +0.82 | +0.95 | +1.04 | +1.10 | +1.12 | -0.10 | -0.08 | -0.02 | +0.08 | +0.21 | +0.35 |
| 60 | +0.51 | +0.61 | +0.71 | +0.79 | +0.85 | +0.89 | +0.90 | +0.13 | +0.14 | +0.18 | +0.24 | +0.32 | +0.41 |
| 50 | +0.51 | +0.58 | +0.65 | +0.70 | +0.74 | +0.77 | +0.78 | +0.25 | +0.26 | +0.28 | +0.32 | +0.38 | +0.44 |
| 40 | +0.51 | +0.56 | +0.61 | +0.64 | +0.67 | +0.69 | +0.70 | +0.33 | +0.33 | +0.35 | +0.38 | +0.42 | +0.46 |
| 30 | +0.51 | +0.55 | +0.58 | +0.60 | +0.62 | +0.64 | +0.64 | +0.38 | +0.39 | +0.40 | +0.42 | +0.45 | +0.48 |
| 20 | +0.51 | +0.53 | +0.55 | +0.57 | +0.58 | +0.59 | +0.59 | +0.43 | +0.43 | +0.44 | +0.46 | +0.47 | +0.49 |
| 10 | +0.51 | +0.52 | +0.53 | +0.54 | +0.55 | +0.55 | +0.55 | +0.47 | +0.47 | +0.48 | +0.48 | +0.49 | +0.50 |
| 0 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 | +0.51 |

10年间赤纬岁差

| 天体赤经 (小时) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|--|
| 0 | 1, 23 | 2, 22 | 3, 21 | 4, 20 | 5, 19 | 6, 18 | 7, 17 | 8, 16 | 9, 15 | 10, 14 | 11, 13 | 12 | |
| +3.3 | +3.2 | +2.9 | +2.4 | +1.7 | +0.9 | 0.0 | -0.9 | -1.7 | -2.4 | -2.9 | -3.2 | -3.3 | |

应来源于三种因素的混合，即月球章动（天极以 18.6 年的周期围绕平位置在±9°的范围内摆动），太阳章动（0.5 年的周期，幅度±1".2）以及半月章动（幅度±0".1，周期 15 日）。其中 18.6 年的月球章动影响最大，所以地球自转轴在 25800 年的一个进动周期内，将穿过其平位置 2750 次。章动还造成黄赤交角的细微变化，这个分量称作交角章动。沿黄道的章动分量称为黄经章动，或二分差。

光行差

有限的光速以及地球每秒 30 千米的公转速度使得天体的视位置与其真实位置之间产生一点差别，称为光行差。在一年当中，恒星看上去在沿着以其真位置为中心的一个小椭圆上移动。在天球上不同的位置，椭圆的偏心率不同。黄极处的轨迹是一个正圆，而黄道上恒星的轨迹压缩成一段短线。恒星从它的真位置偏离的最大值是 20".5，称为光行差常数，这个角度的正切值即是地球平均公转速度除以光速。地球的自转也会带来附加的微弱效应，称为周日光行差，最大不超过 0".32。

表3使用方法

要估算在赤经上的岁差改正值，首先找到最近的赤经小时数所在的列，注意赤纬在北（正）还是南（负），以选择正确的列。找出赤纬所在的行，读出表中的数据。如果对精度要求较高，可以做内插拟合。此表给出了 10 年的岁差改正值，乘以实际时间间隔比例，就得到了赤经的改正值。

对于赤纬，读出 10 年改正量，如果需要的话可以做内插。乘以实际的时间间隔比例，将改正值加到赤纬上去。

举例：摩羯座 β 星 1950 年历元的坐标为赤经 20 时 18.2 分，赤纬 -14°46.5'。在 2000 年坐标下该天体的位置如何？

查表得 10 年的修正值为 +0.56 分，乘以 5 得到 50 年的改正量，加到 1950 年的赤经值上：

$$\begin{array}{r} \text{赤经 1950} \quad 20\text{h } 18.2\text{m} \\ 5 \times (0.56\text{m}) \quad \underline{+2.8\text{m}} \\ \text{赤经 2000} \quad \underline{20\text{h } 21\text{m}} \end{array}$$

10 年的赤纬改正值约 +1.9'，所以 50 年的岁差赤纬修正为：

$$\begin{array}{r} \text{赤纬 1950} \quad -14^\circ 56.5' \\ 5 \times (+1.9') \quad \underline{+9.5'} \\ \text{赤纬 2000} \quad \underline{-14^\circ 47.0'} \end{array}$$

在加入改正量时注意算术规则：符号相同相加，符号相异则相减。

摩羯座 β 星 2000 年的精确坐标为赤经 20 时 21.0 分，赤纬 -14°46.9'。在间隔时间较长和天体自行较大时会产生误差。

要获得以前历元的天体坐标，只要把改正量的符号取反就可以了。

周年视差 (符号 π)

天体的地心位置与日心位置之差。距离我们较近的恒星的视位置在一年当中会稍微地变化，因为地球在环绕太阳公转的过程里不断地改变着自己的位置。周年视差被定义为地球轨道的半长轴在天体处的张角。测量视差是唯一的确定单个恒星距离的直接方法。

自行 (符号 μ)

自行是恒星相对于太阳的运动在天球上的投影。在星表中列有自行的数据，即每年或每世纪的赤经 (μ_α) 和赤纬 (μ_δ) 变化量。已知自行最大的是巴纳德星，每年 $10''.4$ 。

大气折射

光线在通过地球大气层时会产生弯折，所以观测到的天体的地平高度比实际要高。折射所产生的变化在地平处达到半度以上，而在天顶则降为 0，并且还和大气条件有关。表 4 给出了不同高度角的折射变化。

纬度变化 (极移)

测量到的恒星赤纬会呈现出很小的不规则周期性变化，最大达 $0''.04$ 。这是由于地球的自转轴在围绕着一个平均位置沿逆时针方向漂移。这种变化包含两个分量。主要分量来源于地球的自转轴与其对称轴并不重合，这会在纬度上造成 428 天周期的最大幅度 $\pm 0''.3$ 的极移 (相当于地面上半径 9 米的一个圆圈)；第二个分量的来源是空气质量分布的季节性变动，这会形成 1 年周期的 $\pm 0''.18$ (± 5 米) 的地极移动。

日期和时间

在天文学中，主要的时间尺度是根据自然界的周期现象——即地球的自转 (日) 和它绕太阳的公转 (年)——来定义的。日又被人分为时、分、秒等间隔。秒长最初被定义为日长的一个固定分数，现在则借由原子的性质来定义 (即：对应铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁的辐射周期的 9192631770 倍)。

实际上，地球的自转受到进动、章动和潮汐摩擦的作用，以及风、洋流、地球内部物质的运动等微弱而无法预测的影响。因为月球和其他行

表 4 折射

对 15° 以上的地平高度，可用下式计算折射量 R (单位：度)：

$$R = \frac{0.00452p}{(273+T)\tan a}$$

式中： p 为以毫巴为单位的气压值， T 是摄氏温度， a 是以度为单位的水平高度。对于 15° 以下的地平高度，这个简化算式的误差越来越大，故采用更为精确的下式计算：

$$R = \frac{p(0.1594 + 0.0196a + 0.00002a^2)}{(273+T)(1 + 0.505a + 0.0845a^2)}$$

下表所列之不同高度的折射量 (单位：角分) 以 1013.25 毫巴 (1 个大气压) 和 10°C 的条件计算

| 地平高度 (a) | 折射量 (R) | 地平高度 (a) | 折射量 (R) |
|----------|---------|----------|---------|
| 90 | 0.0 | 14 | 3.8 |
| 80 | 0.2 | 13 | 4.1 |
| 70 | 0.4 | 12 | 4.4 |
| 65 | 0.5 | 11 | 4.8 |
| 60 | 0.6 | 10 | 5.3 |
| 55 | 0.7 | 9 | 5.9 |
| 50 | 0.8 | 8 | 6.5 |
| 45 | 1.0 | 7 | 7.4 |
| 40 | 1.2 | 6 | 8.4 |
| 35 | 1.4 | 5 | 9.8 |
| 30 | 1.7 | 4 | 11.7 |
| 25 | 2.1 | 3 | 14.3 |
| 20 | 2.7 | 2 | 18.2 |
| 18 | 3.0 | 1 | 24.2 |
| 16 | 3.4 | 0.5 | 28.5 |
| 15 | 3.6 | 0 | 34.2 |

星对它的引力作用，地球的公转轨道也不是开普勒定律所描绘的完美的椭圆。所以存在着多种“日”和“年”的定义，其中最重要的如下所述，但里面所引用的数值几乎都不是固定常数。

书写日期

在天文工作中，日期通常按照单位从大到小的顺序书写，即年、月、日，日的小数或者时、分、秒。例如

2001 年 1 月 1 日 2 时 34 分 4.8 秒

或 2001 年 1 月 1.107 日

儒略日期 (JD)

这是天文学家使用的一种日期系统，它表示的是从某一起始日期开始所经过的日数。在对相距较远的两个日期进行比较时这种计日法非常有用，因为它消除了日历变化的影响。儒略日从格林尼治正午起算，以小数形式表示，而不用时、分等单位。例如，2000 年 1 月 1 日的格林尼治正午时刻为儒略日期 JD2451545.0。儒略日系统的起始点为公元前 4713 年 1 月 1 日

的格林尼治正午，它距离现在足够遥远，因此我们所关注的大部分过去的天文事件都发生在正的儒略日期中。每天 12 点之前的时段属于比日历早 1 天的儒略日期。午夜时刻的儒略日期可以用下式计算，适用于 1901 年到 2099 年：

设公历日期之年、月、日分别为 Y, M, D

若 $M > 2$ 则令 $y = Y, m = M - 3$;

否则，令 $y = Y - 1, m = M + 9$;

则

$JD = 1721103.5 + INT(365.25y) + INT$

$(30.6m + 0.5) + D$

其中， INT 表示对括号中的数取整。

要得到格林尼治子夜之后 H 小时的儒略日，在已经计算出的世界时 0 时的儒略日基础上加 $H/24$ 。

例如，计算世界时 1989 年 6 月 7 日 18 时的儒略日期：

$Y = 1989, M = 6, D = 7, H = 18$

因为 $M > 2$ ，故 $y = 1989, m = 3$;

0 时的儒略日期 $= 1721103.5 + INT(726482.5) + INT(92.3) + 7 = 1721103.5 + 726482 + 92 + 7$

18 时的儒略日期 $= 2447684.5 + 18/24 = JD2447685.25$

简化儒略日期 (MJD)

在处理当前的日期时，使用简化的儒略日更为便捷。简化儒略日等于儒略日期减去 2400000.5。所以，1989 年 7 月 7.75 日的简化儒略日期为 MJD47684.75。注意简化儒略日期始于格林尼治子夜。

日

我们称之为“日”的时间单位是基于地球的自转。相对于太阳的日长（太阳日）比相对于恒星的（恒星日）长约 4 分钟，因为地球绕太阳的公转运动使得太阳相对于恒星背景的视位置每天都在移动。

太阳日分为两种：真太阳日与平太阳日。

真太阳日

太阳中心连续两次经过子午圈的时间间隔。这个间隔不是固定的，因为地球环绕太阳公转的轨道不是圆形而是椭圆，并且太阳是沿黄道运动而非天赤道。

平太阳

平太阳是一个以匀速沿天赤道运动的假想天体，这样我们可以由此得到一个均匀的时间尺度。

平太阳日

平太阳连续两次经过子午圈的时间间隔，等于真太阳日的平均值。平太阳日用于民用时间。

恒星日

春分点连续两次经过子午圈的时间间隔。恒星日比平太阳日短 3 分 55.91 秒。

日出与日落

日出与日落是考虑了地球大气的折射效应后，太阳的上边缘接触地平线的时刻。如果用太阳中心来计算，所得到的日出和日落时刻会与观测结果明显不同。根据在地平处的折射量为 $34'$ 以及太阳的视半径为 $16'$ 计算，在日出和日落时，太阳的中心会在地平线之下 $50'$ 处。表 5 列出在一年当中不同纬度地区的日出和日落时间。

晨昏蒙影

晨昏蒙影是傍晚日落之后和清晨日出之前的一段时间，此时由于阳光在大气中的散射，天空并不完全黑暗。定义了三种晨昏蒙影：

民用晨光始和昏影终：太阳中心位于地平线下 6° 。

航海晨光始和昏影终：太阳中心位于地平线下 12° 。此时，最亮的星星和海平面都可以看到。

天文晨光始和昏影终：太阳中心位于地平线下 18° 。此时，若天气晴朗，在天顶的 6 等星可以看到。

晨昏蒙影的时间随着观测地点离赤道的距离而延长。表 6 列出了一年当中在不同纬度地区的天文晨光始与昏影终的时刻。注意在高纬度地区的夏季，晨昏蒙影在晚上会一直存在。

时间的计量

真太阳时

真太阳时即在日晷上显示的时间，记录的是真太阳在天空中的运动。但真太阳时是不均匀的，因为真太阳在一年中的运动是变化的（见真