

德国科隆天文台台长
德国天文学会布鲁诺·汉斯·柏吉尔奖得主
德国天文爱好者协会主席

倾心力作

北京天文馆
《天文爱好者》杂志

鼎力推荐

天文学入门

Astronomie für Einsteiger

Schritt für Schritt zur erfolgreichen Himmelsbeobachtung

带你一步一步成功探索星空

[德] 魏纳·E. 策尔尼克

[德] 赫尔曼-米歇尔·哈恩

著 庄仲华 | 译

畅销
16年



北京科学出版社

Astronomie für Einsteiger

Schritt für Schritt zur erfolgreichen Himmelsbeobachtung

天文学入门

带你一步一步成功探索星空

[德] 魏纳·E. 策尔尼克

[德] 赫尔曼-米歇尔·哈恩

著 庄仲华 | 译

© 2013 Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, Germany

Original title: Astronomie für Einsteiger

All rights reserved.

Simplified Chinese translation copyright © 2018 by Beijing Science and Technology Publishing Co., Ltd.

著作权合同登记号 图字: 01-2017-3879

图书在版编目 (CIP) 数据

天文学入门: 带你一步一步成功探索星空 / (德) 魏纳·E. 策尔尼克, (德) 赫尔曼-米歇尔·哈恩著; 庄仲华译. —北京: 北京科学技术出版社, 2018.12

ISBN 978-7-5304-9664-0

I. ①天… II. ①魏… ②赫… ③庄… III. ①天文学—基本知识 IV. ①P1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 091703 号

天文学入门: 带你一步一步成功探索星空

作者: [德] 魏纳·E. 策尔尼克 [德] 赫尔曼-米歇尔·哈恩

策划编辑: 胡诗

责任印制: 张良

出版人: 曾庆宇

社址: 北京西直门南大街16号

电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)

0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkj@bjkjpress.com

经销: 新华书店

开本: 720mm × 1000mm 1/16

版次: 2018年12月第1版

ISBN 978-7-5304-9664-0/P · 048

译者: 庄仲华

责任编辑: 田恬

营销编辑: 葛冬燕

出版发行: 北京科学技术出版社

邮编: 100035

0086-10-66113227 (发行部)

网址: www.bkydw.cn

印刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司

印张: 12

印次: 2018年12月第1次印刷

定价: 79.00元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

序言：天文学——你的新爱好



温和的夏夜里，璀璨的星空下，走进一座天文馆或者向公众开放的天文台，你会油然而生出一种渴望——用自己的双眼去探索宇宙中无穷的奥秘。如果你真的这样做了，收获肯定会远超你的想象！

天文学是一个美妙的爱好。作为自然科学工作者，我们已经习惯用冷静、客观、审慎的科学态度来观察自然现象，挖掘这些自然现象背后隐藏的信息，将这些信息生成数据并加以研究。然而，天文学作为历史最悠久的学科之一，魅力从未减退。即使是在闲暇时光，我们也经常会通过肉眼、望远镜或照相机在幽深的夜空中徜徉，领略宇宙的神奇。

其实，许多天体和天文现象，我们仅凭肉眼就能看到，放眼观察就行了。但还有许许多多的天体和现象，我们需要借助光学设备才能看到，尤其是当我们的观测对象非常微弱时。因此，一位天文爱好者走上天文观测之路后，一副双筒望远镜或一架小型天文望远镜会迅速成为他的必备装备。在望远镜经销商那里，此类设备应有尽有。但是对天文学初学者来说，想要立刻熟练使用这些设备以应对天文观测时出现的各种状况并非易事。我们将在本书中为你提供这方面的帮助和指导。

初级星友们有了观测工具后，马上又会面临一个新问题：借助这些观测工具，我们究竟能在天空中看到什么？观察坑坑洼洼的月球表面固然是个不错的主意，但是一定还有更多的目标等待我们去发现！然而，按部就班地——“造访”那 3000 颗肉眼就能看见的星星又实在是

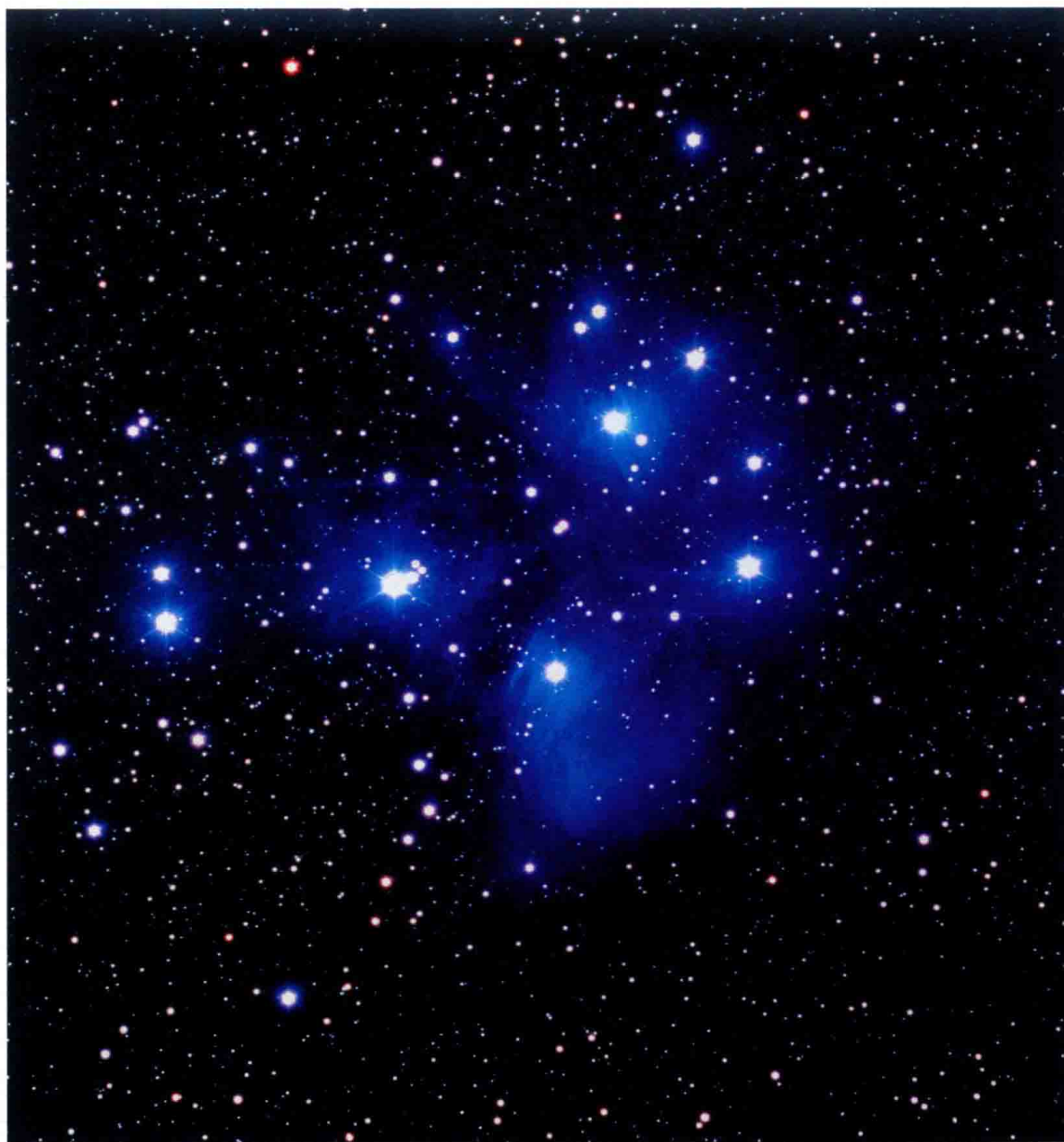
太无趣了。对星友而言，什么是有益的尝试呢？

你可以前往你家附近的天文台，使用那些在夜晚为公众开放的观测设备来观测天体。当然最重要的是，你要学会熟练使用自己的观测设备。

请静下心来仔细阅读本书，把它作为你观星的操作指南，跟着我们系统地学习如何观星。请准备一本笔记本，在上面记录你观测的数据、遇到的问题以及问题的解决方案，这样你可以从实践中汲取越来越多的经验，不断学习新知



渐盈的半月，使用网络摄像头拍摄



昴星团周围蓝色的反射星云

识。请记住，即使是业余天文学，你想要精通也不可能一蹴而就！

在本书中，我们将告诉你可以在天空中观测哪些天体，向你介绍太阳、月球、行星的相关知识，以及我们用观测设备对准它们时能够看到些什么。我们也会将目光投向宇宙深处的

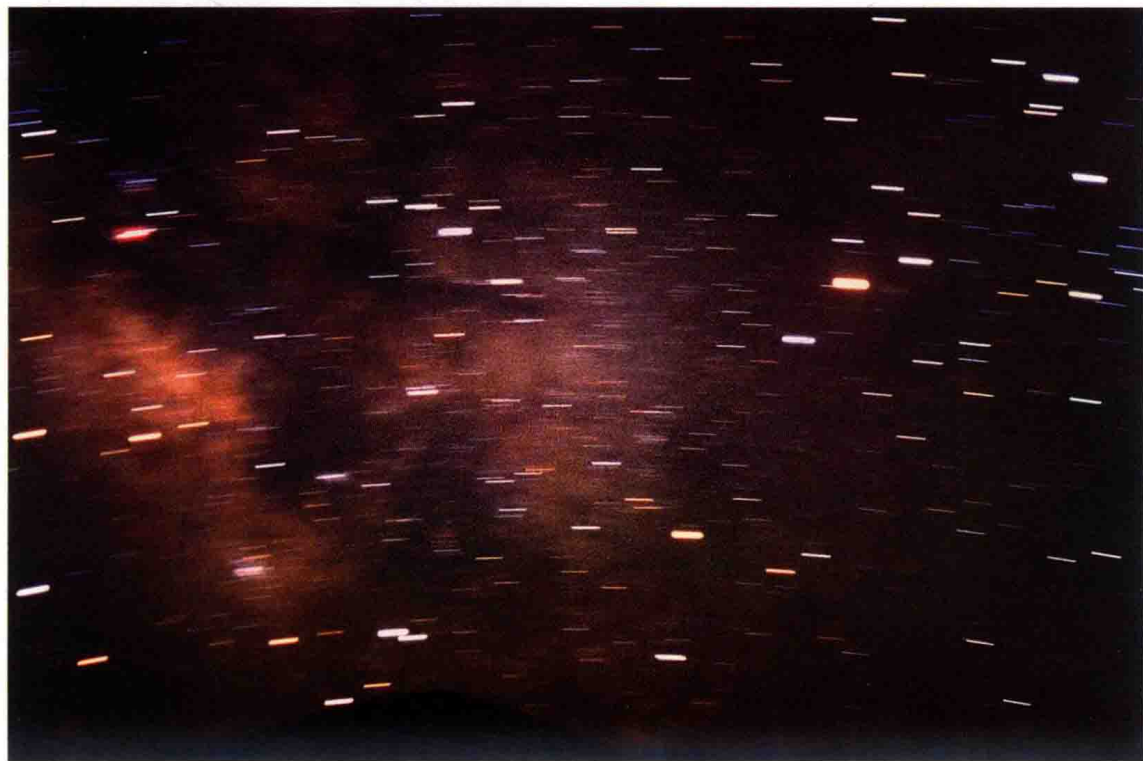
恒星和星系：借助小型天文望远镜可以看到许许多多遥远的天体。我们还会在书中讨论：哪种设备适合用来进行哪些类型的观测，以及这些设备的工作原理。此外，我们还会教你如何使用你自己的设备，如何精确地瞄准你想要观测的天体。

将天文学作为一个爱好，你还会获得别样的快乐。你可以与其他星友相见、相识，互相交流，互相鼓励。当地的天文协会和“德国星友协会”（www.vds-astro.de）这类的跨地区

组织也会给你提供帮助。

天文学是我们所有爱好中最美好的一个。祝愿你投身天文观测的过程中，能获得无限乐趣！

魏纳·E. 策尔尼克
赫尔曼 - 米歇尔·哈恩



星迹。这张照片内容丰富，它让我们清晰地感受到了地球的自转，而这正是星迹得以形成的原因。照片拍摄的是天蝎座和人马座一带的天区，银河从中穿过。这片天区拥有众多迷人的天体，我们可以用双筒望远镜和天文望远镜进行观测

目 录

日间天文学 1

日常天文现象	2
天空为什么是蓝色的?	2
大气光学现象	4
天旋还是地转?	7
绕日公转	10
时间	13
夜幕降临前	16
光的折射	16
黄昏	16
白夜	17
日食	18
晴空	19



夜间天文学 21

裸眼观测	22
仰望星空	22
赤道星座	24
黄道星座	24
冬季星座	27
春季星座	28
夏季星座	29
秋季星座	30

拱极星座	31
银河	32
行星和它的伙伴们	34
月球	34
行星及其运动	39
流星	46
人造卫星	47
天外稀客——彗星	50

望远镜 53

双筒望远镜和天文望远镜	54
集光力	54
分辨率	55
视宁度	55
倍率	56
相对口径	58
望远镜的原理与实际使用	59
赤道仪	66
赤道仪的工作原理	66
赤道仪的校准	67
望远镜支架的选购建议	68
寻星技巧	69

太阳系天体 75

月球——我们的近邻	76
月球表面	76
双筒望远镜中的月球	78
天文望远镜中的月球	78
月食	79
太阳的观测	80
投影法	80



使用物镜端太阳滤光片	81
使用赫歇尔棱镜	82
太阳黑子	82
其他太阳活动	85
日食的观测	86
其他天体的观测	88
双筒望远镜中的行星	88
天文望远镜中的行星	89
水星和金星	90
火星、木星和土星	94
天王星、海王星和冥王星	106
小行星	109
流星	111
彗星——宇宙的流浪者	114



恒星、星云和星系	121
恒星——宇宙中的明灯	122
遥不可及的恒星	122
绝对星等	124
恒星的颜色	125
特征谱线	126
赫罗图	127
恒星的寿命	129
双星	130
变星	132
银河系内外	136
银河系的观测	138



深空天体	139
疏散星团	139
疏散星团的观测	140
星际物质	141
球状星团	146
星系	148

从菜鸟到专家 155

天文摄影	156
直接用相机进行天文摄影	156
跟踪摄影	161
通过天文望远镜进行天文摄影	164
数字图像处理技术	167
用网络摄像头进行天文摄影	169
天文 CCD 相机	172
观测笔记	174
记录观测结果	174
天文摄影笔记	174
星图	176
北天极区	176
南天极区	177
天赤道区赤经 18 时附近	178
天赤道区赤经 12 时附近	179
天赤道区赤经 6 时附近	180
天赤道区赤经 0 时附近	181

附录 182

日间天文学



日常天文现象

2

夜幕降临前

16



日常天文现象



我们身处的地球并不是理想的天文观测场所：大气层会“吞没”一部分星光，地球的自转以及它围绕着太阳的公转又给我们的天文观测增加了难度。

天空为什么是蓝色的？

冬日里，当你站在积雪覆盖的高山上，远眺湛蓝无云的天空时，“天空为什么是蓝色的”这个问题的正确答案其实就在你身边。雪之所以为白色，是由于它同其他所有白色的物体一样，能够将照射在它上面的全部颜色的光“一视同仁”地反射回去。在雪景照片中这个现象尤其明显，我们观察雪景照片会发现：只有太阳照耀下的积雪是白色的，阴影中的积雪则闪烁着淡蓝的微光，因为它只能反射天空的蓝光。



蓝白相间的雪景

可是太阳，至少在它高悬于天空的时候，却又分明散发着黄色的光芒——那为什么太阳光照射下的积雪是白色而不是黄色的呢？

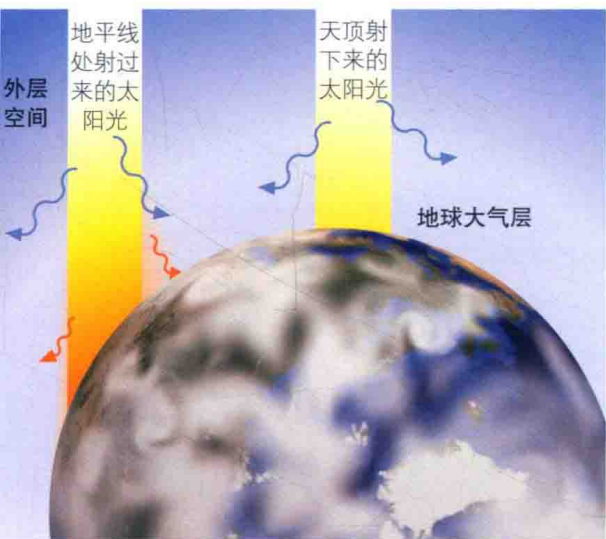
以雪为镜

如果说，阴影中的积雪由于只反射了天空的蓝光而呈淡蓝色，太阳光照射下的积雪由于既反射了天空的蓝光又反射了太阳的黄光而呈白色，那么显而易见，白光相当于黄光与蓝光的叠加，如果滤去白光中的一部分或者全部的蓝光，它就又变成了黄光。这正是地球大气层中发生的情况：太阳发出的白光在穿过地球大气层时损失了一部分蓝光，因而我们看到的太阳是黄色的。

接下来我们还要弄清楚，为什么太阳光被分解成向各个方向均匀散射的蓝光（天空蓝）和始终集中闪耀的黄光（太阳黄）呢？弄清楚这个问题对我们以后的天文观测活动很有帮助。其实，太阳只有高悬于天空时看起来才是淡黄色的，越靠近地平线它的颜色就越深——从橙黄色、橙色到橙红色。肯定不是太阳自身的颜色发生了变化，这其中一定存在一个物理现象，甚至有可能它与天空蓝出现的原因是相同的。让我们来看一下第3页图。

图的右半部分，太阳高悬于天空，太阳光

穿过大气到达地表所走的路程非常短。此时，只有距地表 50 km 内的大气层会对太阳光产生显著的影响，这里的大气密度在随高度降低而显著增加。图的左半部分，太阳位于地平线处。太阳光在进入大气层之前始终是白色的，可是地面的观测者看到的太阳却是红色的，同时天空也被染成了红色。无须精确的测量我们就能从图中看出，太阳位于地平线处时太阳光穿过大气层到达地表的路程明显更长¹，因为此时太阳光是斜射入大气层的。相应地，一部分太阳光会发生折射从而斜穿出大气层。太阳位于地平线处时，太阳和天空都偏红色（相应地，此时夕阳照射下的高山积雪也会泛着明显的红光），很显然，在穿越大气层的漫漫长路中，白色的太阳光失去了其他所有颜色的光。也正是



蓝色天空与红色落日的成因：太阳高悬于天空时，太阳光直射，穿过大气层所走的路程相对较短，在这个过程中被散射掉的短波光（蓝光）使天空呈蓝色；太阳接近地平线时，太阳光穿过大气层所走的路程很长，只有长波光（红光）才能走到最后

这个原因，此时的太阳远没有正午时分耀眼和炽热。数百千米外的西边，太阳光中的蓝光还在染蓝那里的天空，那里的太阳还处于地平线之上。当太阳光剩下的黄光里中等波长的光也被大气层滤掉后，太阳最终会变成一个橙红色的鸭蛋黄。

谜底揭晓

蓝天其实是通过一个“筛选机制”形成的，这一筛选过程在大气层内进行。太阳光在大气层中所走的路程越长，筛选得越彻底，并且这一机制对蓝光的作用最为明显。19 世纪时，英国物理学家瑞利勋爵经过观察，对这一机制给出了解释：大气层内的分子和原子决定了天空的颜色。这些分子和原子与太阳光相遇时，会迅速形成带电粒子，并且带电粒子中多余的能量会直接辐射到周围的环境中去。由于这种能量的“返还”是向着任意方向的，原来的太阳光中就有一部分光被筛选出来，向各个方向散射出去了。

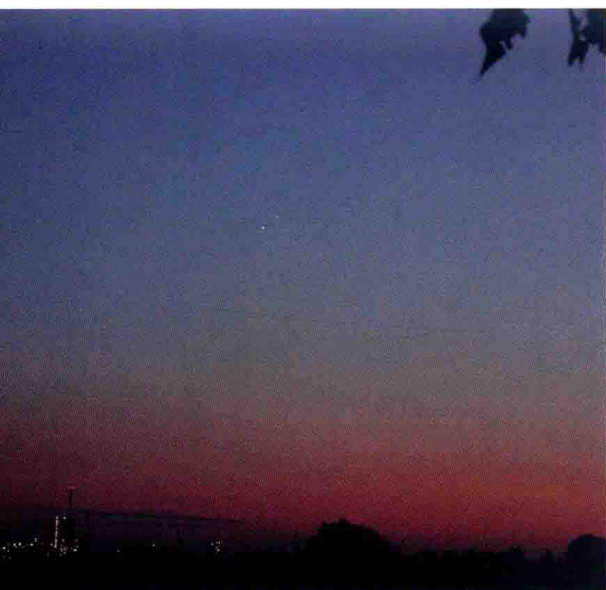
在这里，我们要介绍一个物理学模型，它对我们理解光的特性很有帮助。物理学家们认为，光（以及其他形式的电磁辐射）是以波的形式存在的，因此，波长和频率是光的两个基本属性。不同颜色的光的波长不同，比如蓝光的波长在 420~480 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 之间，红光的波长则在 640~800 nm 之间。入射光波长是与之相撞的空气粒子直径的 50~100 倍。瑞利勋爵在 1861 年发现，他所描述的散射效应的强度与波长的长短密切相关，与空气粒子相撞的光波长越短，散射就越强烈——蓝光的

¹ 此时太阳光几乎与地面相切地长距离地穿过稠密的大气层。



日出和日落时，白色的太阳光中只有红光能够穿透地球大气层

散射强度大约是红光的 16 倍。通过散射，不同颜色的光被层次分明地筛选出来。因此，白昼时天空是蓝色的就不足为奇了。



薄暮冥冥时的金星和木星。如果知道金星的位置，白昼时我们有时也能在天上看到它

湛蓝的天空看上去非常美丽，但对天文观测来说它却存在一个致命的缺陷：过于明亮，以至于我们在白昼时无法用肉眼看到星星。只有月球和金星——特殊情况下还有木星——能够在明亮的天空里现身。我们由此推导出，白昼的天空要比夜晚的天空亮约 1 万倍。

大气光学现象

白色的太阳光是由不同颜色的光叠加形成的，我们看到的彩虹就可以证明这一点。彩虹的形成是由于太阳光照射到雨滴上并被雨滴反射。光的反射并不是发生在雨滴的外壁上，否则只会形成一道由无数光点汇成的“白虹”。事实上，太阳光会穿进雨滴，并像穿过玻璃透镜一样发生折射，也就是说，笔直的太阳光的路径发生了偏转。光的折射也与波长相关，蓝光

的折射角比红光的大。光折射入雨滴发生色散后在雨滴内继续前进，然后在雨滴内壁上发生反射，这些单色的反射光在雨滴内继续沿直线前行，再次遇到空气与雨滴的边界时被折射出去，蓝光的折射角仍然比红光的大。于是我们就看到了一个典型的七色彩虹桥，彩虹桥的内圈为蓝色，外圈为红色。自古以来，人们出于各种原因认为数字7代表圆满，所以对彩虹的7种颜色——赤、橙、黄、绿、蓝、靛、紫——再熟悉不过了。

另外一些大气光学现象，比如包括幻日现象在内的各种晕、华和虹彩云的成因相似。所有这些现象的出现都需要一个媒介，使照射于其

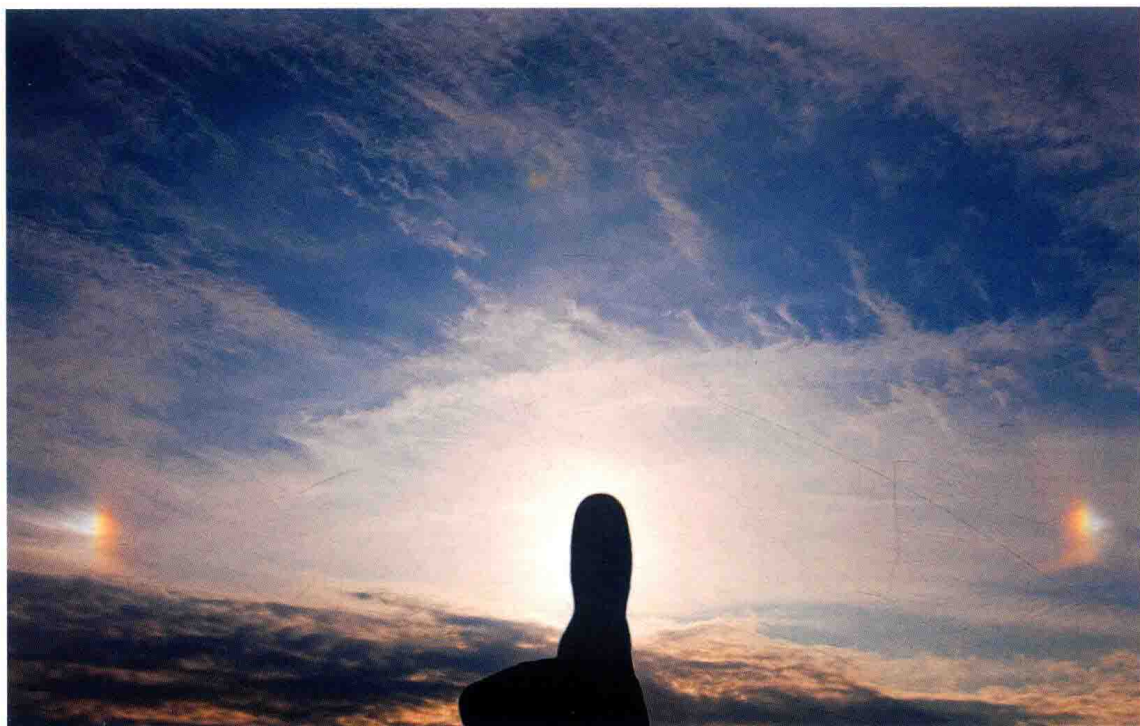
上的日光或月光发生色散，并进行反射或衍射。晕像，除了非常引人注目和频繁发生的幻日外，还有 22° 晕、 46° 晕（较为罕见）、光柱和环地平弧等，它们都是光在六角冰晶中发生折射而形成的。冰晶的排列方向不同，产生的晕像也不同：幻日和幻月以及光柱现象的发生前提是冰晶水平排列，而 22° 晕的出现对冰晶的排列方向没有要求。冰晶主要存在于高空卷云中，卷云常常预示着暖锋的临近、空气湿度的增加。

华的成因则是衍射：日光或月光照射在相对较薄的云层里大小不一的水滴上时，就发生了衍射效应。水滴越小，华环直径就越大，最大可达 $3\sim 6^\circ$ ¹。金星特别明亮的时候，有时人



日晕中的一种—— 22° 晕，由高空冰晶对太阳光进行折射而成

¹ 视直径单位。视直径指我们用肉眼看到的物体的视角，单位为度($^\circ$)、角分(')、角秒(")。天文学上常用这几个单位来衡量天体的大小。——译者注（除特殊说明的，本书所有脚注均为译者注）



幻日是日晕中最常见的一种现象

们能看到它周围环绕着一圈小小的华环。由于衍射现象也与波长相关，华环的外缘颜色偏红，再往内，各种单色光叠加成了灰色。另外，太阳周围的薄云有时会呈现彩虹般斑斓的色彩，这也是太阳光在云内发生衍射形成的。

夏至前后，在南北半球的高纬度地区可以看到夜光云飘浮在 80 km 以上的高空中。在这里，宇宙尘埃不断从太空进入地球大气层，然后缓缓下沉，大气中原本就稀少的水蒸气会在尘埃表面凝结成冰晶。典型的夜光云是纤丝状的，呈淡蓝色。夜光云出现时观测者所在地早已被或深或浅的暮色笼罩，而夜光云在高空中被（午夜）太阳¹照亮着。这也就解释了为什么夜光云多出现在夏至前后，且在高纬度地区

¹ 午夜太阳即指极昼现象。



这张照片中，月华均匀地环绕着月球



夜光云大多出现在地平线附近

更容易被观测到——因为对低纬度地区的观测者来说，这些云要么过于贴近地平线，要么太阳已经低到不能将其照亮。

天旋还是地转？

我们都知道，从我们的视角看过去，每天清晨太阳都从大致相同的地方升起，傍晚又从与之大致相对的地方落下。在晨昏之间，太阳会以或高或低的弧度划过天空，并在正午时分到达它在这一天中的最高点，即天文学中所谓的“上中天”。如果我们坚持数天、数周乃至数月反复观测太阳上中天时所处的方位就会发现，这一方位并不会随着时间的推移而发生变化。于是人们把正午时分太阳所在的方位命名为“南”，太阳在此时总是位于正南方。当一个人面朝南方时，他左手的方向为东，右手的方

向为西，而第四个方向——北，就在他身后。正如德国一首有名的童谣唱的那样：“太阳从东边升起，爬到南边最高处；再从西边落下去，朝北永远看不见。”

夜晚，天空中的星星也在自东向西移动，所以古人认为，整个天空是以地球为中心自东向西转动的。然而如今普遍的观点是：地球是以相反的方向，即自西向东绕着地轴转动的。赤道处地球自转的速度总是超过 460 m/s，比声音在空气中传播的速度还快。然而我们的耳朵并没有受到音爆的袭击，仅仅因为地球及其大气层在一个极为空旷的宇宙空间中转动。

虽然早在古希腊时代，就有人提出了地球在自转的猜想，但是由于缺乏观测证据，这一猜想被否定了——仅凭肉眼看到的天体在天空中自东向西运动不足以证明这一结论。

19 世纪中期，法国物理学家傅科为验证地

球在自转进行了一次实验：他在巴黎先贤祠上挂了一个长长的单摆，并使其摆动，单摆没有受到外力，摆动的方向不会改变，因此，人们看到的单摆摆动方向的变化证明了单摆下方地球在自转。另一个证明地球在自转的证据就是热带地区的典型气流：空气从（南半球或北半球）纬度较高的地区向赤道流动时，出发地地球自转的速度小于赤道处地球自转的速度，所以形成的风并不是从正南方或正北方吹来的，而是从东南方或东北方吹来的（即东南信风和东北信风）。出于同样的原因，北半球低压区附近的气旋沿逆时针方向绕低压中心转动，南半球低压区附近的气旋则相反：沿顺时针方向绕低压中心转动。



北半球的气旋总是逆时针转动，这是由地球自转引起的

由于地球的自转，我们看到的天空也一直在改变：我们看到，在东边，限制了我们视野的地平线在不断下沉，新的天区不断出现；而在西边，地平线在不断升高，原本可见的天区逐渐被地平线遮挡。但是我们在面对这种现象时总是言辞匮乏，只能在太阳（或者其他天体）在东方显现时说“太阳（或者其他天体）升起来了”，当西方地平线将其遮住时说“太阳（或者其他天体）落下去了”。

如果将天球¹上的南点²与北点彼此相连，并使这条连线穿过天顶（即在观测地做一条铅垂线，其向上延伸与天球的交点），天球就被分成了东西两个半球。

因为太阳在正午时分正好跨过这条连接南点、天顶和北点的线，所以这条线所在的大圈被命名为子午圈。类似地，连接天球东点、西点并穿过天顶的线会把天球分为南北两个半球，这条线所在的大圈也有一个名字，即卯酉圈。

高度角和方位角³

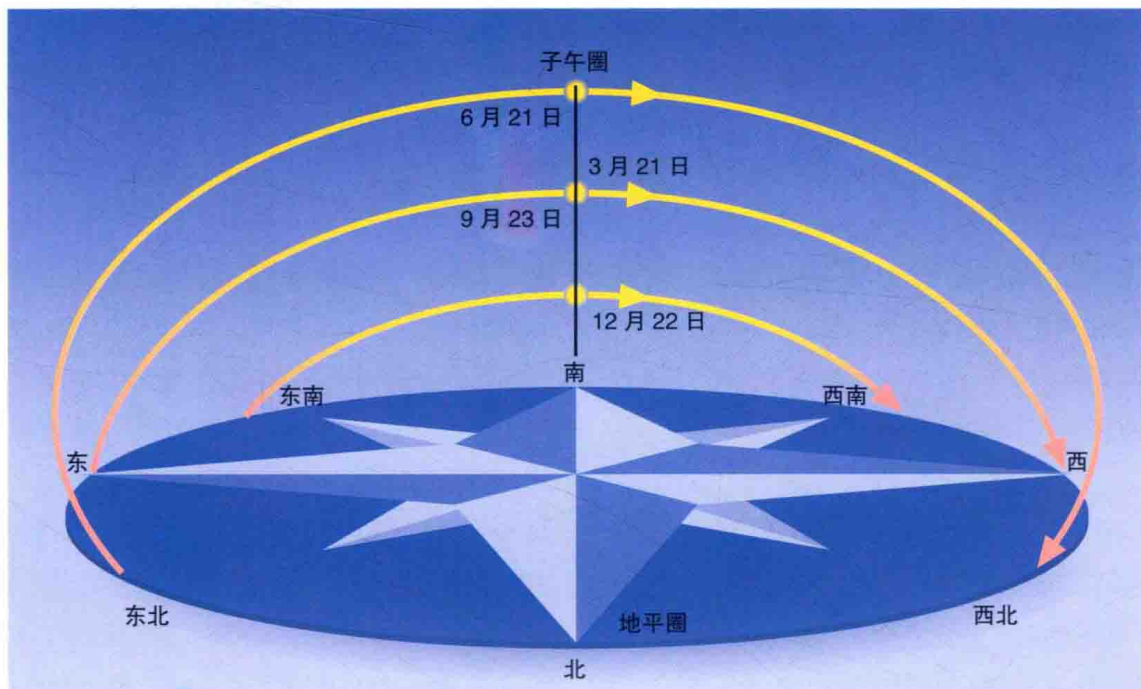
► 为确定天体在天空中的位置，我们可以使用两个坐标参数：高度角和方位角。在天文学中，某天体的高度角从地平圈⁴（ $h=0^\circ$ ）开始计量，天顶的高度角为 $+90^\circ$ 。天体的方位角（又叫地平经度）按照从南（ $A=0^\circ$ ）经西（ 90° ）、北（ 180° ）到东（ 270° ）的顺序来计量。航海学中方位角的计量与此相反，以北为原点（ $A=0^\circ$ ）。

1 天球：天文学中为研究天体的位置和运动而引入的一个假想圆球。我们看到的是天体在这个巨大的圆球球面上的投影。

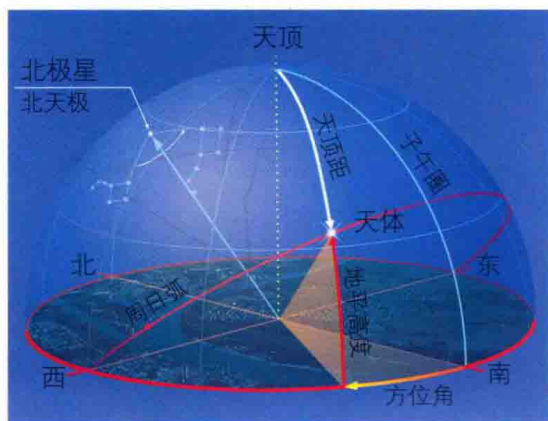
2 南点、北点、东点和西点是天球上位于正南、正北、正东和正西四个方位的点。

3 这两个坐标参数属于地平坐标系范畴。该坐标系是一种最直观的天球坐标系，以地平圈为基本圈，以天顶和天底为基本点。

4 地平圈：过天球中心且与铅垂线相垂直的平面与天球所交的大圆。



只有在春季和秋季，太阳才会从正东方升起，从正西方落下。在冬季，太阳的周日弧¹明显很短，在夏季则要长得多、高得多



方位角和高度角

在加勒比海或者其他热带地区度过假的人可能会发现，上午同一时刻，那里的太阳比德国更高，而下午太阳向地平线下落的路线也更陡。这是因为地球是一个球体，它使得身处赤

道附近、中纬度地区和两极的人们所看到的天体的周日视运动轨迹不一样。在极点，人们会看到天体在以天极为中心做圆周运动。

颠倒的天空

在赤道以南，我们看到的太阳甚至会反向运动。当观测者处于南半球时（更准确地说是处于太阳的南边时），太阳会一如既往地在正午时分到达它当天在空中的最高点，然后向左从地平线落下，而不像我们在北半球看到的那样，向右落下！地球南半球与北半球的自转方向是一样的，但是，观测者在南半球看到的天体的运动与在北半球看到的天体运动的方向相反。

用一个例子就可以很好地解释这种“逆行”

¹ 周日弧又称日间弧，指天体一天在天空走过的弧线。