

ZOUJIN KEXUE: TIANWEN SHIJIE CONGSHU

走进科学：天文世界丛书



奇妙的 日食与月食现象



QIMIAO DE RISHI
YU YUESHI XIANXIANG

本书编写组◎编

人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。



中国出版集团
世界图书出版公司

LIJIN KEXUE: TIANWEN SHIJIE CONGSHU

走进科学：天文世界丛书



奇妙的 日食与月食现象

QIMIAO DE RISHI
YU YUESHI XIANXIANG

本书编写组◎编

人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。

P195.2-09/1



世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙的日食与月食现象 / 《奇妙的日食与月食现象》编写组编著. —广州: 广东世界图书出版公司, 2010
ISBN 978 - 7 - 5100 - 1575 - 5

I. ①奇… II. ①奇… III. ①日食 - 青少年读物②月食 - 青少年读物 IV. ①P125. 1 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 008232 号

奇妙的日食与月食现象

责任编辑: 左先文

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E-mail: pub@gdst. com. cn, edks@sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市人民印务有限公司

(三河市杨庄镇伊辛庄 邮编 065200)

版 次: 2011年9月第1版第2次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1575 - 5/P · 0029

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前言

无庸讳言，日食与月食是发生在地球上最为壮观的天象之一。

古人们不明白日食和月食发生的原因，他们惊恐而又疑惑地盯着逐渐消失又逐渐再现的太阳和月亮，由此产生了许许多多的关于日食和月食猜想和故事，当然这些猜想和故事都是基于人们当时对自然现象的认识程度而给出的解释，含有很浓厚的迷信色彩。

现在我们已经了解了日食和月食发生的原理，也能够准确地预测到日食和月食发生的时间和地点，加上非常方便的交通条件，因而我们能够在每一次日食和月食发生时赶到食带，去观赏壮观的日食和月食景象。当然，日食和月食发生时，科学家们也借此难得的机会开展很多项目的科学研究，以揭示我们还不清楚的很多未解之谜、验证科学原理以及探索日食和月食对地球影响。

太阳系的星体每时每刻都在运动，与我们关系最为密切的是太阳、地球和月球的运动，昼夜变化、四季交替、月亮圆缺对我们日常生活的各个方面都有着直接的影响。除了这些常见的运动现象外，不常见的运动现象也在对我们的生活发生着不同程度的影响，其中最为明显的是日食和月食。

我们知道只有太阳发光，地球和月球都是不发光的的天体，但月球靠太阳的照耀而反光，地球需要太阳的照射来维持生物的存活。由于地球和月球都



是球体，同一时间内只能被太阳照射一面，另一面不被照到并且拖着一条长长的黑影子，太阳光很强烈，黑影子也便很长很明显，延伸在茫茫太空中。

当月球运行到太阳和地球之间时，如果太阳、月球和地球三者正好在一条直线上或接近于一条直线时，月球的影子就一直延伸到地球的表面，处在月影之中的地球区域，便看到月球遮住太阳的景象，这便是日食。按照被月亮遮住的太阳的面积大小，日食可分为日偏食、日环食和日全食，这主要是由太阳、月亮和地球成一条线的直曲程度决定的。由于月球只在农历的每月初一运行到地球和太阳之间，所以日食必定发生在农历初一；不过，并不是说每逢初一必定发生日食。

当月球运行到地球背着太阳的阴影区域（天文学上称本影）内时，月球被地球的阴影所遮掩，人们会在地球上看到月球被地球遮挡的景象，这便是月食。月食分月全食和月偏食两种，月全食时月球全部落入地球的阴影中，处在地球背着太阳那一面的人便可以都看到月全食；月偏食时，月球只是一部分进入地球的阴影中，并且始终没能全部进入，地球的阴影只是挡住了月球的一部分。由于月食时地球在月球和太阳之间，所以月食必定发生在农历每月的十五或十六日；当然，这也并不是说每逢十五或十六就一定会发生月食。

如果你还没有看到过日食和月食，还不了解食的成因，想知道有关日食和月食相关知识，想去正确地观测日食，这本书将以生动的图片加上通俗易懂的文字向你介绍有关日食和月食的方方面面，使你以愉悦的心情了解这种在地球上所能看到的最为重要、最为壮观的天象。



目 录

Contents

第一章 日食传说及观测历史

日食的传说

我国古代的日食记载

日全食的观测发现与争论

“太阳元素”——氦的发现

爱因斯坦相对论效应的验证

历史上有趣的日食记录

第二章 解密日食现象

日、地、月轨道运动关系

月相的变化

日食发生的原因

日食原理与三种日食

日食过程

日食发生的规律

日食发生的规律——沙罗

周期

日全食中最美的瞬间

第三章 太阳、地球、月球

太阳光球

太阳活动

日冕

我们的家园——地球

地球的伴侣——月球

日食效应

第四章 日食的观测方法

日食的目视观测

眼睛的性质和适应

日全食目视观测方法

日全食的摄影观测

日食的科学研究观测

中国日食季

第五章 月亮传说及月亮历史

西方的“月文化”

中国的月亮文化

《天问》中有关月亮的故事

月亮文的传承

月亮诗篇

林林总总话月亮



第六章 解密月食现象

什么是月食
月食的形成
月食的种类
月相变化及月食阶段周期
月食与历法
月食的传说及观测史
古代对月食的观测与预报

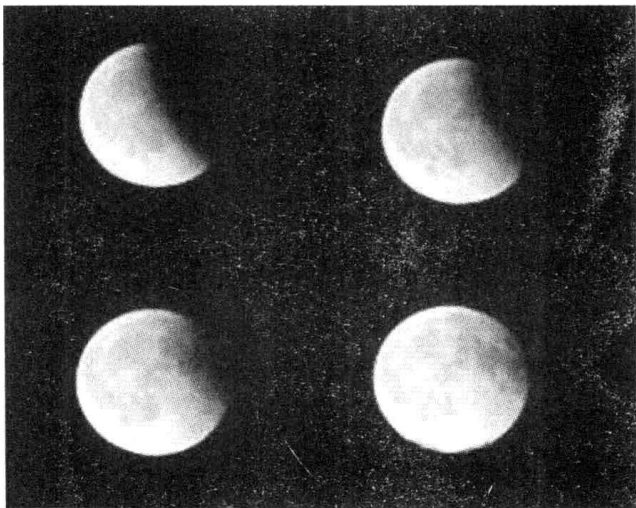
第七章 月食的观测方法

月食与月食观测
月食的目视观测法
接触计时方法
月食的照相观测法
月食观测的科学意义
2000 ~ 2020 年我国可见的
月食



第一章 日食传说及观测历史

日月经天，斗转星移。自古以来，壮丽的星空和奇异的天象就引起人们的关注和兴趣，人们进行观察和思考，探索其奥秘的哲理。如《易经》所述“观乎天文，以察时变”。日食，尤其日全食是令古代人最惊诧的一种稀奇天象，常常被看作灾难或吉祥的征兆，各种古代文明都有丰富的记载和有趣的故事，探索日食发生的原因和规律，并预报未来的日食。现今，日全食更令人们瞩目，并掀起专程旅游观赏日食和科学研究的热潮。



日食又叫“天狗吞食”

日食的传说

在漫长的历史中，由于对日食认识的局限，有很多传说和故事。全球大部分地区最流行的古老日食传说是妖怪吃掉太阳。

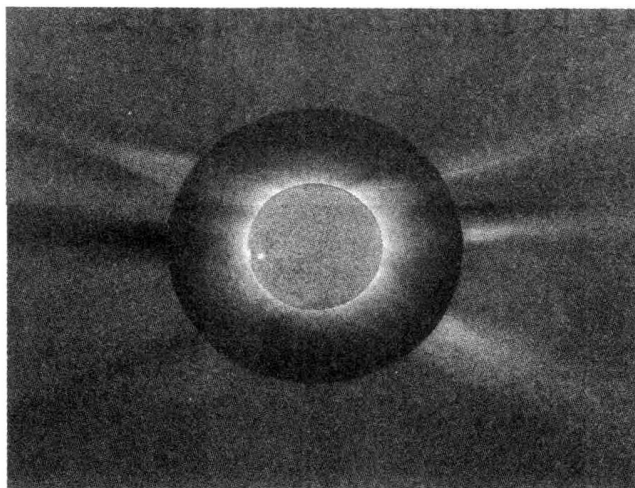
我国古代人认为，日食（常写为日蚀）是天上的大虫（或龙，或“天狗”）吞食太阳。发生日食时，人们向天空射箭，或敲锣乃至锅盆，试图驱走大虫，拯救太阳。



印度神话认为，一个叫做“拉胡”的魔鬼咬了太阳。

斯堪的纳维亚人认为日食是天狼食日；越南人说那大妖怪是只大青蛙；

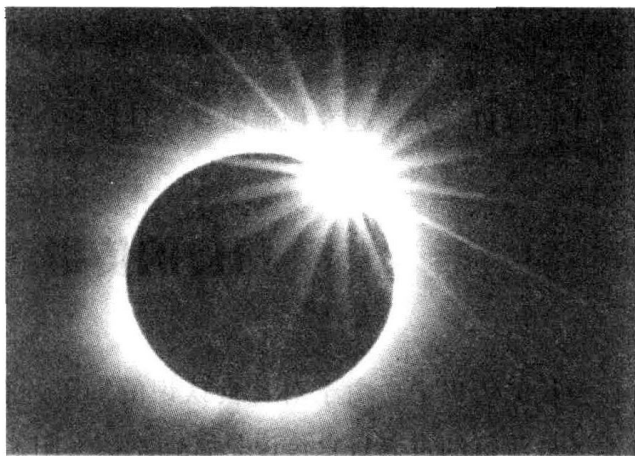
阿根廷人说那是只美洲虎；西伯利亚人说是个吸血僵尸。阿斯特克人（墨西哥印第安人）认为日食是魔鬼即将降临世间吃掉人类的信号，每见日食，女人都歇斯底里地惊叫。日本历史上曾有规定：在日食当天可停止工作，囚犯可获大赦。美国的奥吉布瓦印第安人在日食发生时 would 向天发射带火焰的



日食景象（一）

箭，意图“再度点燃太阳”。

有一个故事说，哲学泰斗泰勒斯推算出公元前 585 年 5 月 28 日将发生日食，那时美索不达米亚的两个部族（吕底亚人和米提亚人）长年战争，他就对两国的君主说，你们不要再打仗了，否则神会夺走你们的光明。在战斗正酣之际，果然发生日全食，天昏地暗。希腊史学家赫罗多特斯记载，日全食把士兵惊呆了，忘掉了



日食景象（二）

打仗，纷纷抛下武器，停战议和，彼此联姻交好。

还有一次，亚历山大皇帝正带领军队跟波斯打仗，也碰巧发生日全食，

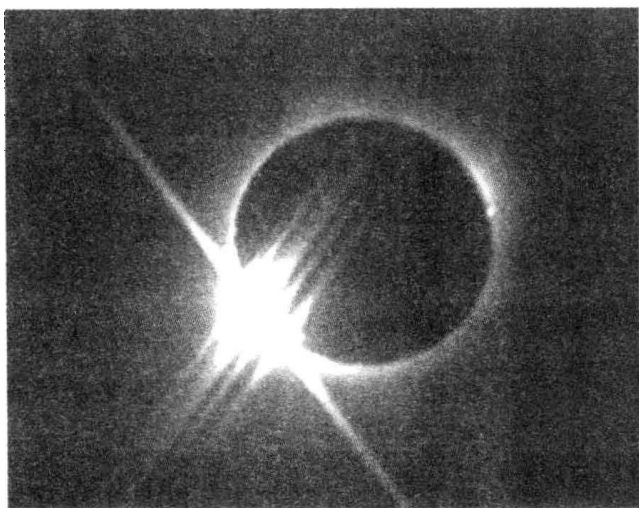


波斯军队的纪律较差，一看到日食就大乱了。亚历山大皇帝不愿意乘此机会占便宜，就下令停止追击。

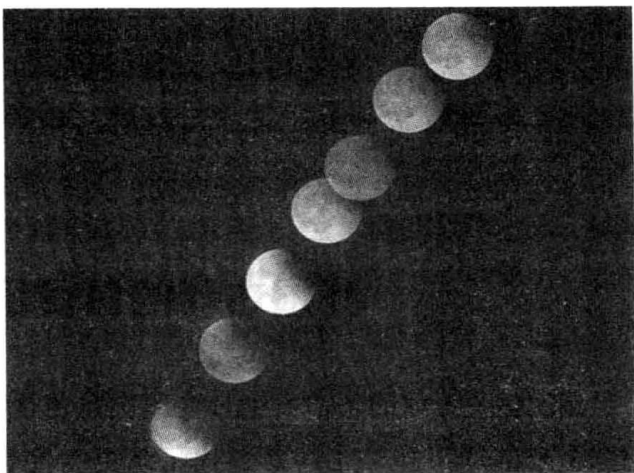
公元前 648 年发生了一次日食后，古希腊诗人阿基罗库斯写道：“没有比这再令人惊异、再不可能、再不可思议的事了。现在奥林匹亚山的众神之父宙斯让夜晚出现在正午，将耀眼的阳光隐藏起来……人们开始感到恐惧。从此以后，人们会相信任何事，也不会对任何事感到惊奇了。”

观测日食的时候，天文学家遭遇不幸的事例是很多的。例如，有些观测

者长途跋涉来到可看到日全食的地方，但却乌云蔽日，无缘观赏到期待已久的日食。据说，有位老专家特地到山上的天文台观



日全食景观



日偏食过程

日食。据说，有位老专家特地到山上的天文台观日食，但偏偏不巧，来了片云，而附近其他地方却是晴朗的。有位天文学家把一架照相机的拍摄任务交给一位帮手，那人不耐烦在烈日下等候日食到来，跑到帐篷里睡大觉，听到号响，立刻跳起，开始多次训练过的操作，可是忘记打开帐篷，结果自



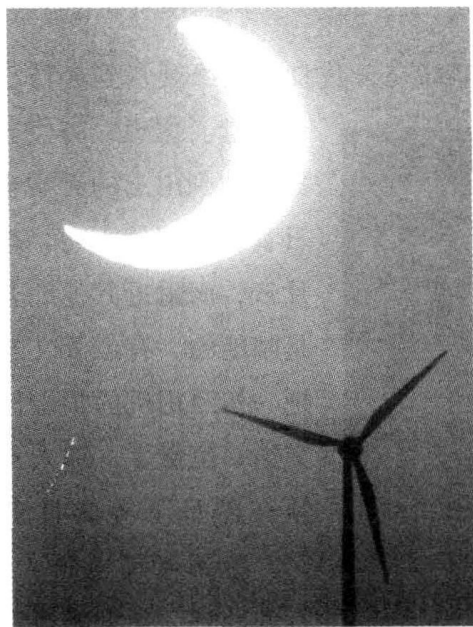
然没有拍摄到。

但也有不少不幸中又有幸的事例，日全食观测者记忆犹新的是气温冷得真快。而特别有趣的是，临近日全食时，云有消散的趋势，往往日食那天起初阴云密布，让远道而来的观测者很失望，可是，快到日全食的时候，云却变稀薄了，甚至只是太阳所在的那部分天空的云散开了，令观测者大饱眼福。

1997年3月9日，我国黑龙江的漠河地区发生日全食，那里还是冰天雪地，气温零下20多度，严寒使个别观测仪器失灵，日食前后多天还有大雪纷飞，但幸运的是，日食当天却分外晴朗，大多观测很成功。

我国古代的日食记载

虽然就整个地球而言，发生日食的次数还是相当多的，但一个地区见到并记载下来的却不多，尤其是古代记录更为宝贵，因为可以用它们来考证历史。



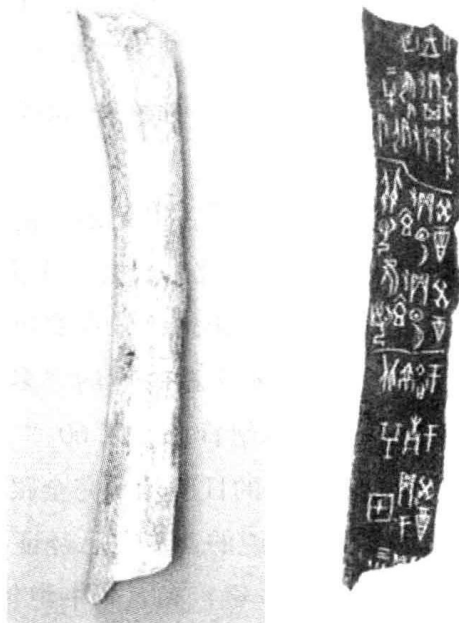
日食景象

《中国古代天象记录总集》列出1911年以前的日食记录1600多项。最早的是《尚书·胤征第四》记载的夏仲康五年“乃季秋月朔，辰弗集于房；瞽奏鼓，啬者弛，庶人走；羲和尸厥官，罔闻之，昏于天象，以干先王之诛”。此记载生动地描述了日食时的情况：那年阴历九月初一，日食发生时太阳与月球在房宿；人们惊慌失措，盲人擂鼓驱赶天狗来救太阳和壮胆，人们东奔西走；司天官羲和沉湎于酒，司天失职，没有预先推算呈报这次日食，就被帝王杀了。这次日

食记载也见于《竹书纪年》、《文献通考》、《左传》等，但年份有所不同。



如果按现在的公元计算，这次日食到底发生在哪年，离现在多久呢？中华文明有悠久的历史，然而，司马迁在《史记》里说，他看过有关黄帝以来的许多文献也有年代记载，但比较模糊且又不一致。确定早期历史年代有非常重要的意义。从1995年到2000年，我国开展了“夏商周断代工程”。由于天文学可以较准确地推算出从古至今各次日食发生的时间、地点，因此成为“断代”的一种方法。但是，对上述仲康日食的年代仍有多达14个不同结果，有公元前2158年、公元前2171年、公元前2155年、公元前2137年、公元前2056年、公元前2042年的，还有准确到月日的——公元前2018年12月6日、公元前

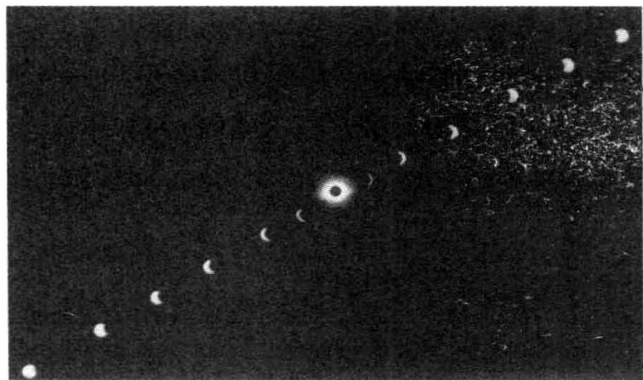


商代记录日食和月食的牛骨

1969年11月5日、公元前1948年10月28日、公元前1960年10月26日、

公元前1876年10月16日，总之，离现在有4000年左右了，确切年代仍需进一步研究。

《太平广记》有：太史令李淳风推算某日当有日食，因为日食对君王尤为不吉，唐太宗闻之，问李淳风，要是届时日食不发生，卿将何以自



日食过程



处？李淳风说，如果预报不准，甘当死罪。到了那天，他们一起等候，许久未见日食，唐太宗认为李淳风的预报已失误，就说：朕放你回家去和妻子儿女诀别吧。李淳风却并不惊慌地说，时刻还未到，结果他的预报“不差分毫”。这虽然是小说家意在渲染李淳风造诣之深，但故事中李淳风表示预报不准甘当死罪，使人联想到《尚书·胤征》中“先时者杀无赦，不及时者杀无赦”的古代遗风。

迄今已考释的中国最古老记录是商殷朝甲骨文。商朝龟甲板和牛肩骨是偶然地在 1899 年发现于北京药店（作为中药“龙骨”出售）。后来才追踪到在河南省的商朝京都安阳地区，在那里发掘出 160000 甲骨片，刻有甲骨文。其中有包括 6 次日食和 7 次月食的很多天象资料，记有干支。中国的干支纪日类似于现在的星期纪日，但以 60 “干支”循环运作，从远古以来连续使用。13 次商朝日月食的日期几乎完全跟考古学确定的商朝帝王世系对应。一些学者认为商朝是传说的，现在已经证明，甲骨文记录准确地流传到历史学家司马迁（公元前 91 年）和《竹书纪年》整理（公元前 299 年或前 279 年）时代。从商朝甲骨文编辑的帝王世系表几乎跟《史记》和《竹书纪年》的帝王世系表完全一样。

甲骨文解读确认的 5 次日食是：第 33696 号甲骨“乙巳日，……太阳有哉……报告给商甲：黄昏—夜晚，九牛祭祀”；第 33698 号“庚辰日，……太阳有哉……报告给父丁……九牛祭祀”；第 33699 号“戊子日，……太阳有哉……报告给和”；第 33700 号“占卜乙丑日，太阳会将会有哉吗？的确又哉”；第 33710 号“辛巳日，……太阳有食……报告给父丁”。“哉”与“食”相互替用。张培瑜、彭颢钧等先后推算出 5 次日食的“绝对”（即按公元统一次序的）日期。

商朝甲骨文记录的 5 次日食

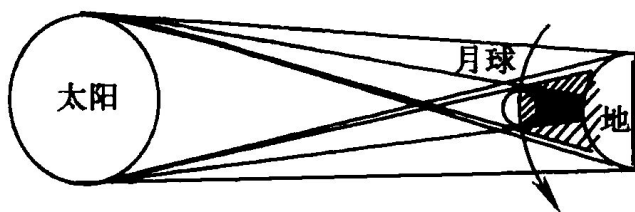
甲骨号	干支纪日	日食日期（公元前）	食分
33700	乙丑	1226 年 5 月 6 日	0.78
33698	庚辰	1198 年 10 月 21 日	0.73



续表

甲骨号	干支纪日	日食日期（公元前）	食分
33710	辛巳	1172 年 6 月 7 日	0.87
33699	戊子	1163 年 6 月 27 日	0.45
33696	乙巳	1161 年 10 月 31 日	0.86

在《竹书纪年》载有“懿王元年天再旦于郑”。（西）周懿王元年春正月，懿王登基，在郑（现陕西省华县）发生“天再旦”——即那天拂晓两次。有些人认为，这是在天亮之际发

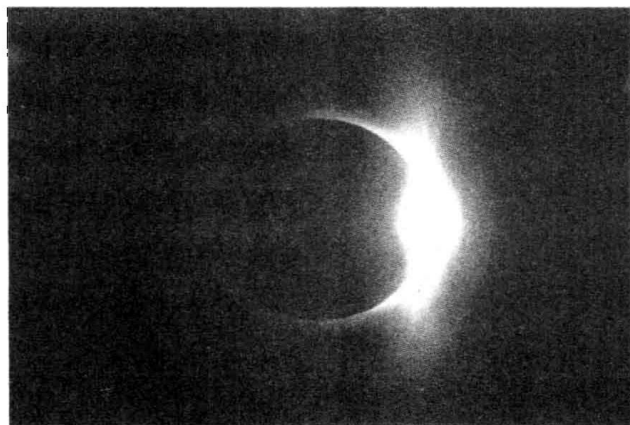


日全食形成示意图

生日食之故。1997 年 3 月 9 日，我国境内发生 20 世纪最后一次日全食，在新疆北部正好是天亮之际，在那里布网实地观测，看到了日食前天色已明、日食发

生后天色转黑、日食结束天色复明的全过程。从实地观测证明，“天再旦”为日全食记录的说法是可信的，由此推算懿王元年的天再旦天象是公元前 899 年 4 月 21 日的日食。

《墨子·非攻下》在论及舜命禹征三苗时有“昔者三苗大乱，天命亟



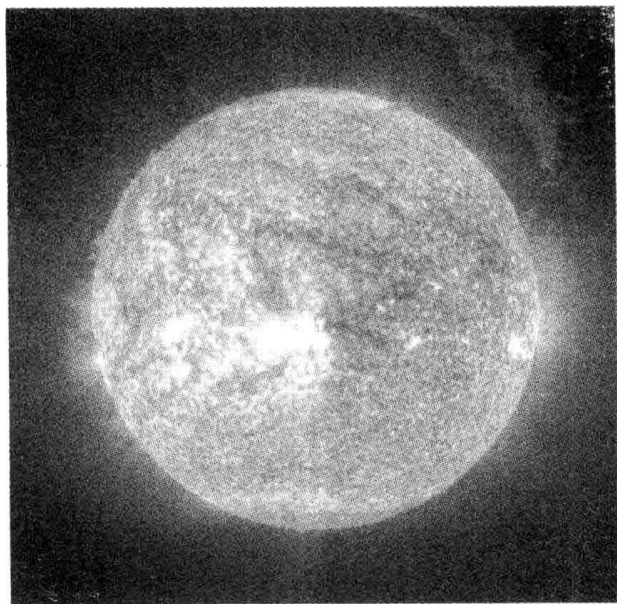
日食景象



之。“日妖宵出”语，有学者认为所谓“日妖宵出”可能是一次“天再昏”或“天再旦”的日食现象。“夏商周断代工程”专题组推算出公元前21世纪的4次可能日食，即前2097年8月31日“天再旦”、前2075年6月30日“天再昏”、前2072年4月20日“天再昏”、前2029年7月1日“天再旦”。若以夏商分界之年在公元前1580~前1620年范围内，则发生在前2097年8月31日的“天再旦”和发生在前2075年6月30日的“天再昏”日食均有可能。它们发生的时间均在禹受舜禅的前夕，看来，禹伐三苗时确实有日食被记录流传下来。

日全食的观测发现与争论

在古代的天象记录中，主要记载的日食发生的时间和地点，很少描述和探讨日全食时所见的形象。在1605年的日全食时，开普勒似乎是西方第一位评论日冕的天文学家。直到1706年日全食时，巴黎天文台台长卡西尼把日轮



日珥

周围的淡淡光辉比喻为“冕”，认为是某种形式的“黄道光”。黄道光是黄昏后在西方天空或拂晓前在东方天空看到沿地球公转轨道面——黄道面附近的微弱光锥，这是黄道面附近的行星际尘埃散射太阳光而形成的。

哈雷观测了1715年4月22日的日全食，在当年的英国《皇家学会哲学会刊》上描述了日冕的形状和红色的日珥。他认



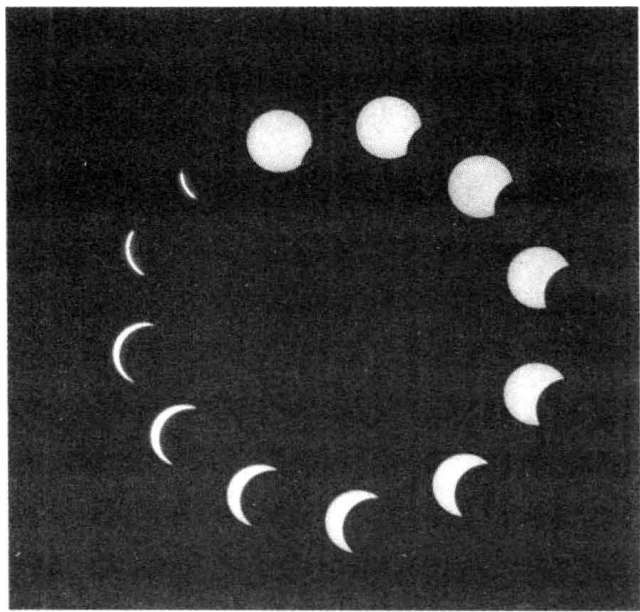
为日冕是由于月球存在稀薄大气的缘故，写道：“月球东侧被太阳光暴晒了两星期，自然可以认为，较热的月球大气对太阳光产生了某种吸收效应；相反地，西侧则在黑暗与寒冷中度过了两星期，不会出现任何吸收作用。”18世纪天文学的顶尖人物赫歇耳认为，太阳是颗寒冷的固态天体，表面覆盖一层发光云，除了大小和距离，跟其他行星没有什么重大差别。这两种观点被后来的观测事实完全否定了。

英国业余天文学家贝利目睹了1836年的日全食，发表的报告描述道，食甚时在月球边缘出现了一串由太阳光形成的亮珠。现在称之为“贝利珠”，实际是从月球边缘的山隙穿过的太阳光。他的描述推动了天文学界关注1842年的日全食现象。他激情地描述当时的情景：“街上传来的巨大喝彩声惊动了

我，就在同时，我又见到耀眼的壮观现象，为之震惊。这种震惊是难以想象的，因为在一瞬间，月球的黑影突然被冕状辉光包围。我原以为，月球完全遮住日轮时，其周围会出现亮环，根本没有想到会目睹如此壮丽而又真实的奇观，……虽然观众无一例外地交口赞美与喝彩，但我必须承认，在那异常美妙而骇人惶恐的现象中，同时会有些东西。而

最引人注目的是，……月球周围出现了三个庞大隆起物（这是‘日珥’）……。”

此后的50年中，对于看到的日食现象，尤其日冕是某种光学幻觉还是太阳的真实部分，发生了一场大争论。当时的很多科学家可能倾向于幻觉，把

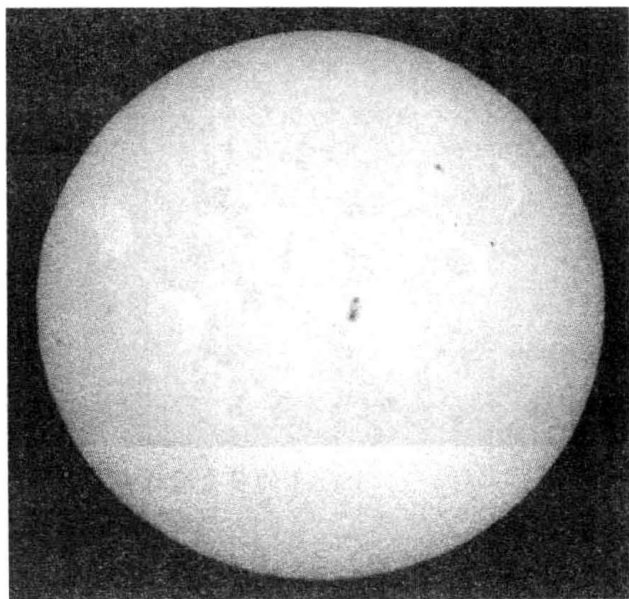


1868年的日全食过程



日冕归因于月球边缘处的或地球大气的光散射。在1860年的日全食时，德拉鲁（W. de La Rue）和塞基（A. Secchi）在相隔约400千米的两地拍摄了日冕照片，对比表明，两幅照片有很多同样的特征，说明日冕不可能是地球原因产生的。1870年的日全食观测再次得到同样的验证。不过，还不够充分并令人完全信服。

在1868年的日全食观测中，美国的坎贝耳发现日冕光是强偏振的。光辐射是电磁波，交变电场在垂直于传播方向振动。通常太阳光的电场向量是（垂直传播方向的）各方位都有的，不显示偏振，即非偏振光；当太阳光被小粒子散射到跟原来传播方向很大角度的方向，就会发生强偏振——电场向量主要在某特定方位，而散射到小角度方向就不会强偏振。偏振片只允许平行于其特殊（“轴”）方位的电场透过，可以检测偏振性质。因此，坎贝耳认为，日冕是由太阳附近（大角度散射）的，而不是地球大气（小角度散射）的粒子所组成。这成为日冕是太阳的真实部分的强力证据。



太阳黑子

早在1666年，牛顿就用三棱镜把太阳光分解为七色彩带——光谱。1814年，夫琅和费用他制成的光谱仪发现，太阳光谱有很多暗的谱线，称为“夫琅和费谱线”。1858~1859年，化学家本生和物理学家基尔霍夫合作，做了很多化学元素的光谱实验。基尔霍夫总结出2条定律：①每一种元素都有自己的特征谱线；②每一种元素都可以

吸收它能够发射的谱线。他们把太阳的夫琅和费谱线与一些元素的谱线对比，