



前沿科学探索书系

黑洞与彗星

天文学大观

百家出版社

[德] 海尔姆特·霍农 著 何康炎 译

Schwarze Löcher und Kometen

Schwarze Löcher und Kometen



黑洞与彗星

天文学大观

〔德〕 海爾姆特·霍農 著
何康炎 译



前沿科学探索书系

百家出版社

图书在版编目(CIP)数据

黑洞与彗星:天文学大观/(德)霍农(Hornung, H.)著;何康炎译. —上海:百家出版社,2001.12

(前沿科学探索书系/(德)本钦格尔(Benzinger, O.)主编)

ISBN 7-80656-419-5

I. 黑... II. ①霍... ②何... III. 天文学-普及读物
IV. P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 063494 号

© 1998, resp. 1999 Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH
& Co. KG. Munich/Germany

© for the Chinese edition: 2001 Bai Jia Publishing House

版权所有,盗版必究

登 记 号 图字:09-2000-268 号

丛 书 名 前沿科学探索书系

书 名 黑洞与彗星——天文学大观

编 著 者 [德]海尔姆特·霍农

译 者 何康炎

责任编辑 唐少波 丁翔华

封面设计 张 宁 梁业礼

出版发行 百家出版社(上海天钥桥路 180 弄 2 号)

经 销 全国新华书店

印 刷 商务印书馆上海印刷股份有限公司

开 本 787×1092 毫米 1/32

印 张 4.875 插页 2

字 数 90 000

版 次 2001 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-80656-419-5/G·594

定 价 10.00 元

导 言

仅仅是1996年和1997年的自然科学及技术出版物的数量,就超过了自有文字传播以来到第二次世界大战为止、世界上所有学者的相关著述的总和。如此大的知识量不仅使外行望而却步,就连专家也很难了解自身学科的全貌。在这种背景下,我们该如何确认哪些知识是有价值的,它们应怎样发展,会对我们产生什么影响?就显得尤为重要。因为正是自然科学与我们生活的各个方面息息相关,即便我们毫无察觉,但我们却无时无刻地要与它打交道。

本丛书旨在作为茫茫知识海洋中的航标,导引我们遨游自然科学和技术研究的最为重要的专业领域;文笔通俗易懂,重点放在基础性、关键性的知识和理论,并且自始至终刻意地省略了艰深的细节问题。

担纲本丛书写作的是一些杰出的科普作家,他们的日常工作就是用深入浅出的语言向人们讲解复杂深奥的科技内容。我感谢他们每个人,感谢他们对这一项目表现出来的自告奋勇精神和富有创造性的合作。

几千年来人类根据他们自己的那种不言而喻的地位,认为人类位于宇宙中心。直到哥白尼把人类从他们偏爱的位置上赶下了台。开普勒和牛顿把天体的运动归纳为数学



公式；伽利略解开了银河乃至星系之谜；康德把银河降为属于无数其他宇宙岛屿中的一个。每前进一步，使我们的故乡地球不那么富有意义。它是一个小的、脆弱的行星。它绕着相对不重要的星星运行，而这颗星星的另一边总有至少 1000 亿颗其他的星星在围绕运行，它们位于一个中等大小的螺旋形漩涡状星云之中，这颗星云与十几亿个其他漩涡状星云进入宇宙的深处。海尔姆特·霍农 (Helmut Hornung) 以极其精彩的方式，描写了人类是如何逐步了解宇宙的奥秘，他提供了一个直观的概貌，今天人们了解太阳、月亮和星系等种种情况。

奥拉夫·本钦格尔

海尔姆特·霍农

生于1959年，在完成英国语言文学研究和日耳曼学的学业后，一直是《南德意志报》的编辑。他从童年开始就对天文学感兴趣，作为天文家协会的成员，对此题目撰写过一百多篇文章和做过无数次专题报告。1993年，他撰写的科普读物《漫游星系王国》一书，被授予德国青年文学家奖。



前沿科学探索书系

蓝色的星球——人与生态

生命的分子——神奇的遗传学

知识与感知——探究人类的大脑

薛定谔的猫——玄奥的量子世界

关于鹦鹉螺和智人——进化论的由来

混沌及其秩序——走近复杂体系

超弦的音响——自然中之最小

$E=mc^2$ ——相对论入门

物质的最深处——核物理学导引

黑洞与彗星——天文学大观

逻辑的语法——数学漫谈

元素的轨迹——化学奇境

目 录

导言	1
1999 年 8 月 11 日	1
太阳、月亮和星系	14
天体的发现	14
探寻行星	39
地球的姐妹行星	53
炽热的气球	89
宇宙岛屿	111
空间与时间的界限	128
附录	139
术语释义	139
其他文献	146

1999 年 8 月 11 日

一束从宇宙空间来的黑影，迅速毫无阻挡地来到了地球。在中欧夏令时间 11 时 31 分，位于北纬 41 度和西经 65 度区域，发现这个锥形黑影与我们地球接触。只有少数人成为这次宇宙接触的见证人。它不是在大陆，而是位于纽约以东和纽芬兰（Neufundland）东南的大西洋上出现的，这发生在 1999 年 8 月 11 日——那天太阳已下山。“此刻，上帝我主发话，我要让太阳中午落山，让大地白天变黑。我要给你们假日带来悲伤，把你们所有的歌声转为悲叹。”

日全食当然不像《圣经》旧约全书艾莫斯（Amos）先知所描绘的那样，是上帝对人类的惩罚。当月亮缓缓地移动到光芒四射的日轮前面，白天的太阳在天空中会渐渐地变成狭窄镰刀形状，它的光芒会突然消失，黯淡的光环围绕着黑色的太阳。此时，又会唤起人们在 3 000 年前曾对日全食怀有那种敬畏的心情。相反——

在宇宙奇观发生之前，众多的兴趣爱好者们纷纷启程，奔赴月亮本影①将登陆掠过地球的那些地方，观看白

① 本影 【1】光在传播过程中遇到不透明物体时，在其后方形成的全暗区域。对于点光源，它与物体周缘联线范围的后（转下页）



天变为黑夜的壮景。当 1998 年 2 月 26 日月亮本影经过中美洲和加勒比海几分钟时,哥伦比亚的一些城市市长命令开启所有路灯,以防止发生交通事故和抢劫事件。在海地,政府宣布那天放假。在位于哥伦比亚北海岸的一个圣安塔罗小城镇,正当天空变暗时,有一对新婚夫妇正在举行婚礼。他们希望,自己的婚姻至少能维持到下一次又能在其故乡观看到日全食奇景的时候,那是到 2064 年。*

日食开始时,月亮慢慢地与太阳东边重叠(首次接触)。太阳会出现“凹陷”。当太阳被月亮全部遮盖前的几分钟,光线和温度才很快会发生变化。这种现象会变得越来越明显。在西边的地平线上出现一个黑暗的云状“射线”:这就是月亮的本影。在月亮本影覆盖下天空变黑,只有在地平线上透露出亮光。微风吹拂,鸟儿停止了它们的鸣叫,自然界陷入了沉睡。当“射线”经过时,白色的墙面上会映出一个个飞移的黑影。时间一秒一秒地过去,最后的亮光消失了。但是,太阳边缘还发射出像珍珠项链一样的亮光。此刻的太阳突然被一个白色并微带蓝色的晕轮紧紧地围绕着(第二次接触)。亮光射入月球的山谷,一个直径大 2 倍的皇冠式尖角冲入黑沉沉的天空。

(接上页)方区域是物体的本影。如光源不是点光源,则其后方可分为光线完全不能照到的区域,称为“本影”;和只有部分光线到达的区域,称为“半影”。【2】太阳黑子中央较黑的部分称“本影”,周围较淡部分称“半影”。



此时,观测者看到由太阳表面 200 多万度的大气层所形成的日冕(Korona)。日冕内部充满着微红的火舌。由火焰状的炽热气体以每小时 70 万公里的速度喷射到宇宙,产生剧烈爆炸,它是日珥。行星(Planet)和发亮的星体在黑暗的天体中闪烁。人们难于把握所有的印象。但是,天空还在继续变化:太阳西部的边缘上透露出第一道光芒,穿过了月亮山谷(像钻石戒反射光那样)。过一会儿整串珍珠项链又亮了起来(第三次接触),而月亮却慢慢地退了回去。它的黑影落在东方的地平线上。天又变亮,温度回升,自然界也苏醒了。约在日食开始的 3 小时后,新月释放了太阳(第四次接触)。太阳恢复了原样,又像往常一样发射出它的光芒,好像一切都没有发生过那样。

回顾 1999 年 8 月 11 日,您读到当时的这篇短文:月亮锥体黑影已行进了 35 公里,当第一次与地球接触之后的 40 分钟,它已到达靠近考恩瓦勒(Cornwall)海岸的普利茅斯。此时已有 103 公里宽的月亮本影经过了英国英吉利海峡、法国的兰斯(Reims)、凡尔登(Verdun)及梅斯(Metz),于 12 点 33 分抵达德国斯图加特,又继续飞过乌尔姆(Ulm)、奥格斯堡(Augsburg)、慕尼黑(12 时 27 分)和萨尔茨堡(Salzburg),随后朝匈牙利方向飞移。当接近罗马尼亚的里姆尼西—维尔森城市上空时,整个日全食持续的时间最长,共 2 分 23 秒。将近 14 时 36 分在印度东海岸孟加拉湾结束了它的行程。

迄今还没有一种自然奇观,像日全食那样强烈地吸



引着人们。早在公元前 2000 年巴比伦人在观察星辰运行时就发现,约每过 18 年为一个运行周期,随后又重复此运行过程。教会的星占学家们对此找不到解释,他们同样也很少有事实来预测这一事件。天文钟的永恒走时却反映了这些事件,而天文钟的机构直到 16 世纪才开始有所阐明。对于太阳、月亮和星辰的真实运行连当时曾预言过在公元 585 年发生日全食的希腊的泰勒斯·冯·米勒(Thales von Milet)也感到不可思议。根据历史学家海罗多特(Herodot)记载,在亚洲的小亚细亚发生的一次日全食甚至引起了居住在那里的吕底亚部落和麦德恩部落之间的一场战争。据说泰勒斯曾告诫过吕底亚人,而麦德恩人对自然现象相反一无所知。正当那天双方交战厮杀时,月亮运行到太阳前面挡住了太阳。双方都充满恐惧,停止了这场战争。

要展示天体景观“皮影戏”的内容是很复杂的,三位“演员”必须在恰当时间、恰当地点参加演出。开始是月亮“咬住”太阳,随后把太阳一块一块地吞食,最终将太阳全部吞没。而此时,那些固执的自然科学家们自己却忘记计算公式和数字。人们都沉浸在惊喜之中。是什么使那些探寻日全食的人们在此关键时刻忘记按动照相机的快门?再也没有人像奥地利诗人阿尔达贝特·施蒂夫特(Adalbert Stifter)那样真实地描述日全食的魅力。他在维也纳亲眼目睹了于 1942 年 7 月 8 日发生的日全食,作为一个目击者,他对日全食的描述是最确切的:

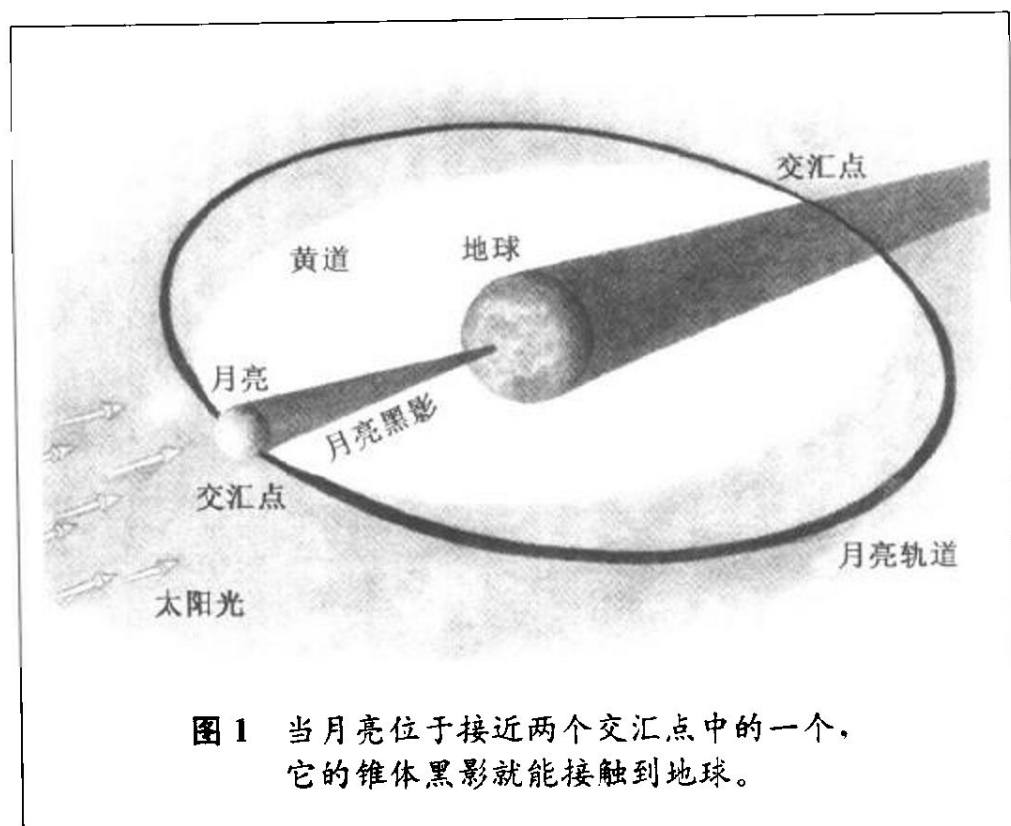


图1 当月亮位于接近两个交汇点中的一个，它的锥体黑影就能接触到地球。

“月亮位于太阳的中间，它不再是黑色的圆盘，而是半透明的，像淡色的微光沁出月球的圆盘。围绕圆盘四周的不是太阳的边缘，而是绚丽多彩、闪烁光芒的光环，在放射出光芒时带有蓝、红色闪光相互作用。那不是别的，而是位于月球上方的太阳将它的光潮辐射到月球表面上又向四周散射而成的……超出月亮周围形成一条斜斜的，又长又尖的金字塔形光照。颜色黄得可怕，发出硫磺色的光，还带有不纯的蓝色；这是在月亮另一边阴影照射的大气层，但是，在地球上从未出现过那么微弱和可怕的光照。借助阴影中透露出的光亮我们才看见了阴影。”

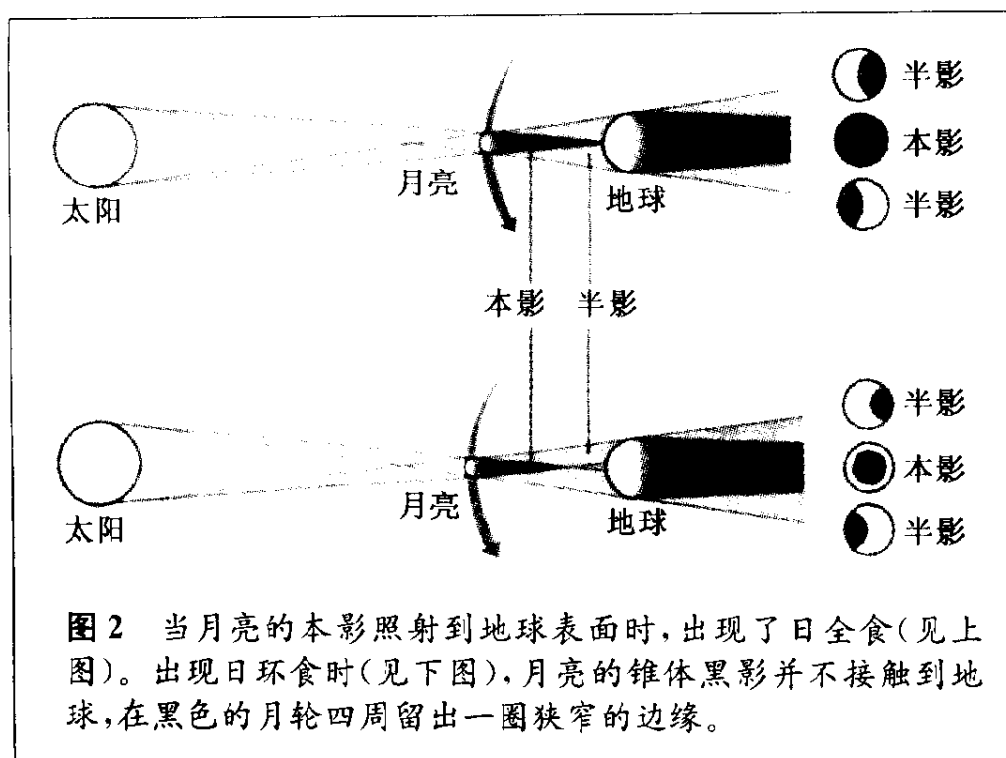
宇宙“皮影戏”不仅使古人感到忧虑和恐惧。1980



年2月16日,当月亮将肯尼亚上空的太阳遮蔽时,那个国家的居民纷纷逃进了自己的茅屋,或试图用震耳的响声来驱赶黑影恶魔。同样,古代中国人是这样反应的:当他们亲眼目睹日食时,就认为,这是可怕的喷火巨龙在吞食太阳(幸好每次巨龙都将太阳吐了出来)。星占学和星占学家历来将日全食宣布为一种灾祸。

究竟在这奇特现象后面蕴藏的是什么呢?用科学的态度来阐述这一问题比那种神话说法更具有童话气息。月球的直径约为3500公里,太阳的截面直径约为140万公里,因此,太阳大小约是地球这个卫星的400倍;然而,太阳到地球的距离也大约是月亮到地球距离的400倍。如果愿意的话,人们会把这日食现象归根于一种神秘现象:在地球上用某个角度往天空观望,空中的这两个天体的直径看来相等。

日食决不仅仅是因为自然的变化无常而产生的,它发生时,月亮必须在天空中与太阳重叠,它正好运行到发光的太阳前面,而且是新月出现的时候。只有这个时候,月亮位于太阳和地球之间才会发生日食现象。这个星座位置每个月都会出现,精确的时间是每隔29天12小时44分钟。但是日全食决不会经常发生。例如,1999年8月11日发生的日全食,是中欧在20世纪最后一次日全食,所以就体现了其珍稀价值。地球每年绕太阳运行一周,月亮绕行地球轨迹呈5度倾斜,这一层面称为黄道(Ekliptik)。新月通常在太阳的上半部或下半部层面上经过。



有时新月位于接近两个交汇点或直接正对着两个“交汇点”或“龙点”的位置上,专家把它称为月亮轨道和黄道的交点。中国人称它为巨龙吃太阳的位置或称为“天龙星座”。日食黑影最终的面积有多大,取决于月亮与地球以及太阳和我们这一星球的距离。最佳的位置是新月靠近地球而远离太阳。即便这样,月亮本影的锥体覆盖地球表面最多只有 300 公里宽度的面积,始终只有锥体的尖头接触我们的星球。因为它的尖头每小时以几千公里的速度向东方运行,所以日全食的黑影沿着一条狭窄的小路飞移,在一个地方停留的时间就很短暂。“日全食”最长持续的时间也只能达到 7 分 31 秒。将在 2186 年 7 月 16 日发生的日全食只能维持 2 分钟,远少于上述的时间。相反,1999 年 8 月 11 日出现的黑色太



阳延续的最长时间是 143 秒。往往本影还不会直达地球。当黑影锥体出现一个对顶角并延伸到地球,月亮让日轮周围留出一圈边缘,那就有幸看到日环食,还会出现另一种变化:日偏食。除了看不到它的本影外,它的半个黑影投射到地球表面的宽度在 7 000 公里范围的地方。这一奇观吸引着众多的观众。因为它在特定的地点经常会出现,远远超出了日全食发生的次数。它的半个黑影要比本体宽广好几倍,此外即使本影锥体并没有接触到地球,太阳也会部分被遮盖,就不会在我们的星球上出现日全食。这在天文年鉴上称为日偏食。

日食每隔多久会发生?在 20 世纪中一共发生了 228 次日食。从 1990 年至 2000 年全世界共发生 8 次日全食,7 次日环食和 10 次日偏食。而在德国却没有看到过一次日全食。最后一次出现“黑色太阳”是在 1887 年 8 月 19 日,它的本影照射到柏林、莱比锡和奥得河畔的法兰克福。下一次它将于 2135 年 10 月 7 日出现在地球舞台上,这会使汉堡和柏林的观众欢欣鼓舞。如同天体力学所展示的,紧随后面的日全食将于 7 年之后,也就是于 2142 年 5 月 25 日再次降临汉堡。

今天人们利用计算机和有关的程序,以精确到秒的程度来预测日食发生的时间,已不成问题。当特奥尔·冯·奥波尔策(Theodor von Oppolzer)和他的助手记载了公元前 1208 年 11 月 10 日和公元 2163 年 10 月 12 日期间发生的所有的日食(包括月食)时,还没有这些辅助工具。在 19 世纪 80 年代惟一的工具是纸、笔和计算尺。



科学家们经历了长年累月的辛勤工作,对每一次日食经过了仔细的计算,编制了一份记载 8 000 次日食和 5 200 次月食的目录。当《日食月食览》一书于 1887 年在维也纳出版时,可惜它的编者已经去世。奥波尔策早就理解,如何解释最早由巴比伦人发现的充满神秘色彩的太阳和月亮以 18 年为一个单循环周期:太阳经过月亮轨道的某一交点,每次需要的平均时间是 346.62 天。这段时间被称为(日月)食年。它比我们通常根据年历计算的时间要少 19 天。19 个食年等于 6 585.78 天。一个朔月是两个新月之间的时间,共有 29.530 6 天。恰恰 223 个朔月很准确的等于 19 个食年或者是 18 个历年,也就是 6 585.32 天。为此得出结论:每过 18 年的循环周期后,在天空中就会重演日月食这一天象。因为出现发生日月食相同的条件。

泰勒斯·冯·米勒用单循环原理来预示他的“日食”。18 世纪的天文学家已认识到,如何能清楚地观察到日食黑色的瞬间。研究者们拖着笨重的仪器,来到世界最偏远的地方,仅仅为了研究出现几分钟的黑色太阳。在科学探险中经常发生很多真实的悲剧。1780 年初秋就出现一次失误。研究员塞缪尔·威廉斯(Samule Williams)来到了美国缅因州,走错了日全食发生的地方,因为当时在此地域只有很不详细的地图。最伤脑筋的是约瑟夫·洛克爵士(Joseph Lockyer),搭乘“心灵号”(Psyche)船去西西里岛,观看 1870 年 12 月 22 日发生的日食。但“心灵号”半途沉没。尽管如此,洛克还是目睹了