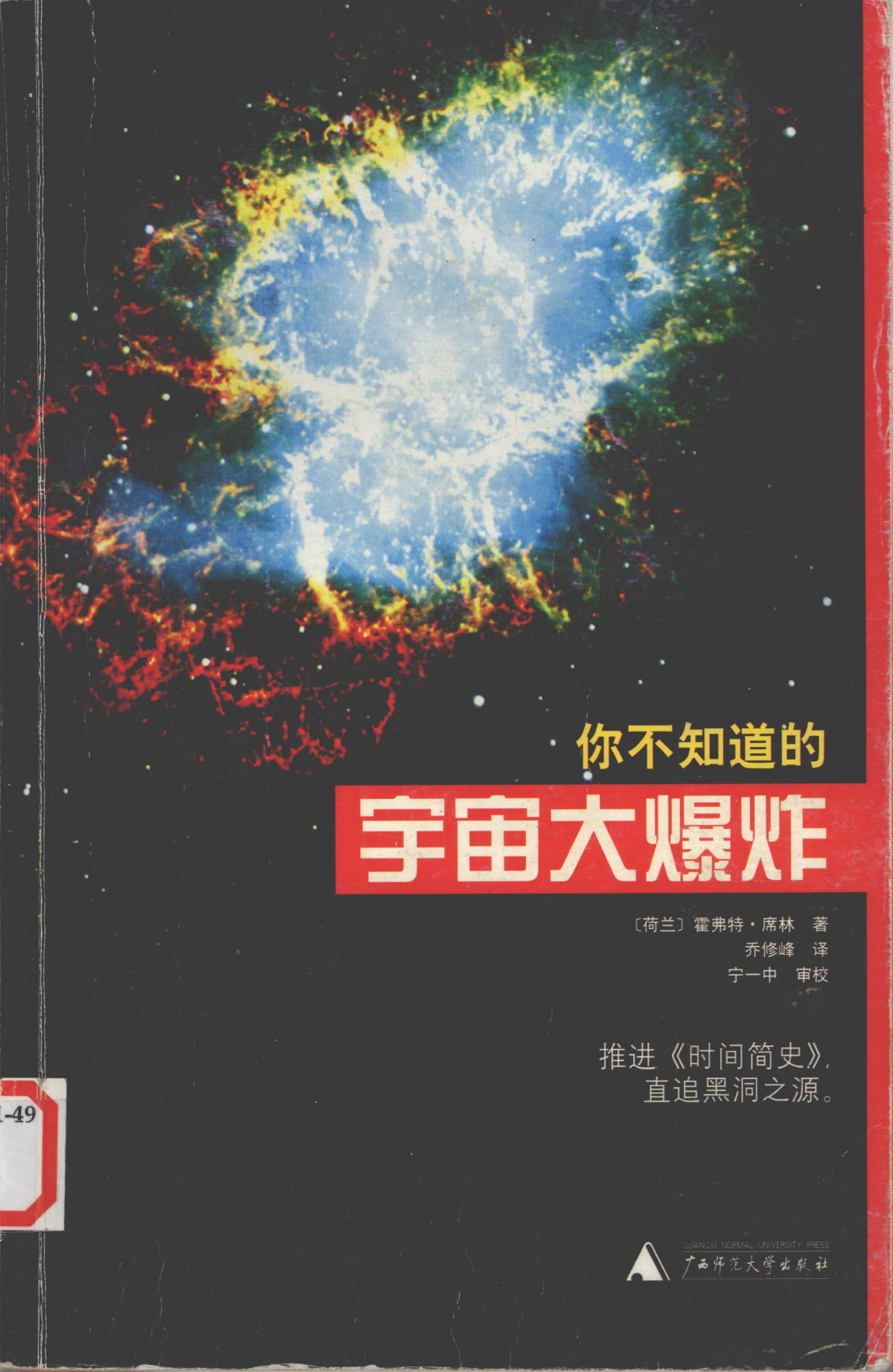




# 你不知道的 宇宙大爆炸

〔荷兰〕霍弗特·席林 著

乔修峰 译

宁一中 审校

推进《时间简史》，  
直追黑洞之源。

-49



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

# 你不知道的 宇宙大爆炸

〔荷兰〕霍弗特·席林 著

乔修峰 译

宁一中 审校

江苏工业学院图书馆  
藏书章

广西师范大学出版社

· 桂林 ·

Dutch Culture and Literature Series  
Project Designer: Zhang Xiaohong(张晓红)

This book is financed by FOUNDATION FOR THE PRODUCTION  
AND TRANSLATION OF DUTCH LITERATURE

*Flash! The hunt for the biggest explosions in the universe*

© 2000 Govert Schilling

Published by agreement with Wereldbibliotheek, Amsterdam

Simplified Chinese edition © Guangxi Normal University Press, 2007

著作权合同登记图字:20-2005-199 号

#### 图书在版编目(CIP)数据

你不知道的宇宙大爆炸/(荷)席林著;乔修峰译;宁一中审校.

桂林:广西师范大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-5633-6621-7

I. 你… II. ①席…②乔…③宁… III. 宇宙  $\gamma$  射线暴—  
普及读物 IV. O572.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 098453 号

广西师范大学出版社出版发行

(桂林市中华路 22 号 邮政编码:541001  
网址:www.bbtpress.com)

出 版 人:肖启明

全国新华书店经销

发行热线:010-64284815

山东新华印刷厂临沂厂印刷

(临沂高新技术产业开发区工业北路东段 邮政编码:276017)

开本:660mm×965mm 1/16

印张:17.75 字数:162 千字 图片:78 幅

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:0 001~6 000 定价:26.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。

# 前言

## Preface

“没有图片,也没有对话,”艾丽丝想,“这样的书有什么用?”

没有图像,这是 $\gamma$ 射线暴(是一种短促,猛烈的宇宙 $\gamma$ 辐射爆发)面临的一大问题。看不到,摸不着,甚至都没听说过。要进行销售的话,可就难为广告公司了。一听这名字,就没有什么吸引力。虽然不诱人,看看倒也无妨。不过,可以肯定,没人会因为 $\gamma$ 射线暴而睡不着觉。

$\gamma$ 射线暴落到这种地步,真叫人遗憾。别的不说,它们可是宇宙中最为壮观的大爆炸,只有开天辟地的“宇宙大爆炸”(发生在100至150亿年前,宇宙由此形成)能与之相埒。它们是宇宙中最大的烟花,很有可能每天都在宇宙中默默地展示着绚丽的风采。那些喜欢从极端中获取最大乐趣的人,很容易被 $\gamma$ 射线暴征服。

尽管如此,这种超级大爆炸仍无法像“宇宙大爆炸”那样,在人们的脑海中唤起一幅幅图景。“宇宙大爆炸”展示了宇宙的初始、黑洞的骇人力量和地外生命的可能性。真正懂这些的并不多,但这些却成了作家们磨坊里的谷子,在我们的幻想世界中永久地占据了一席之地。要想从这些题材中选一个写本书,尽管去写,无需向人们解释这个题材为什么有趣。但 $\gamma$ 射线暴呢?除了皱皱眉头,还能怎样?

《你不知道的宇宙大爆炸》是第一本通篇讲述 $\gamma$ 射线暴的科普著

作。这没什么好奇怪的,因为只是到了近几年, $\gamma$ 射线暴研究才取得了重大的突破。在短短的时间里, $\gamma$ 射线暴由一个模糊的、似乎无法解开的谜团,摇身一变,成了天体物理学中最热门的话题。

每一场科学革命,都离不开汗水和泪水,有时甚至会伴随着流血。 $\gamma$ 射线暴研究的革命,也不例外。雄心与妒意、派系与竞争、胜利与失败,构成了一场惊心动魄的历险大剧。这场戏剧才刚刚揭幕,还不知道结局。本书要写这些内容,不仅要讲述科学知识,更要讲述那些致力于探索这一天文现象的科学家。

《你不知道的宇宙大爆炸》既讲述了这个新天文领域的形成,也从幕后来审视现代天文学研究。这不是一个学究教授成群的枯燥世界,而是一个变动不居、争论不断的研究领域——是观测者、理论家、设备研制者们的会聚之地。在这里,最大的望远镜、最灵敏的探测器,都在努力地破解着宇宙中最剧烈的爆炸之谜。

是人在研究科学。《你不知道的宇宙大爆炸》要讲述 $\gamma$ 射线暴,更要讲述 $\gamma$ 射线暴的研究者们。他们都有血有肉,有自己的观点,有自己的故事。在这个扣人心弦的探险传奇(或者说科学历险小说)中,他们是主角。没有他们的激情和毅力, $\gamma$ 射线暴就会和30多年前一样,依旧是个解不开的谜;没有他们的热情合作,本书也就无缘得见天日。

我尤其要感谢以下诸位:卡尔·阿克洛夫、乔舒亚·布卢姆、斯特林·科尔盖特、恩里克·科斯塔、乔治·乔尔戈夫斯基、埃德·费尼莫尔、马尔科·费罗齐、杰拉尔德·菲什曼、戴尔·弗雷尔、安迪·布鲁赫特、蒂图斯·加拉马、尼尔·格雷尔斯、保罗·格罗特、约翰·海斯、凯文·赫尔利、雷·克莱贝萨德尔、克里萨·科弗里奥托、什里尼瓦斯·库爾卡尼、唐纳德·拉姆、安德鲁·麦克法迪恩、查尔斯·米根、汉斯·穆勒、玻丹·帕琴斯基、扬·范帕拉迪斯、朴惠淑、路易吉·皮罗、马丁·里斯、凯拉什·萨胡、布拉德利·谢弗、保罗·弗雷斯维科、拉尔夫·维杰斯、斯坦·伍斯利、让·因特灿德。《你不知道的宇宙大爆炸》写的就是他们的故事。希望他们能够喜欢。

# 致 谢

## Acknowledgements

本书插图由以下单位和个人提供：

卡尔·阿克洛夫、乔舒亚·布卢姆、杰里·邦内尔、汉斯·布朗、恩里克·科斯塔、乔治·乔尔戈夫斯基、欧洲南方天文台、欧洲空间局、埃德·费尼莫尔、杰拉尔德·菲什曼、戴尔·弗雷尔、安迪·弗鲁赫特、蒂图斯·加拉马、彼得·加纳里奇、尼尔·格雷尔斯、保罗·格罗特、阿斯特丽德·哈文格、凯文·赫尔利、西班牙加那利岛天体物理研究所、什里尼瓦斯·库尔卡尼、唐纳德·拉姆、安德鲁·麦克法迪恩、汉斯·穆勒、美国国家航天和航空局、玻丹·帕琴斯基、朴惠淑、路易吉·皮罗、乔治·里克、霍弗特·席林、皮特·斯莫德斯、空间望远镜科学中心、施蒂希廷·阿斯特隆、斯坦·伍斯利。

本书得到了阿姆斯特丹“Stichting Fonds voor Bijzondere Journalistieke Projecten”和乌特勒支“Stichting Wetenschap en Techniek Nederland”的资助。

# 序言：哈米吉多顿<sup>①</sup>的气息

## Prologue: The breath of Armageddon

“不，不！先说历险，”狮身鹰头兽迫不及待地说，“解释用的时间太多了。”

大自然是残酷的。

天际，一颗恒星熠熠闪光。就如一座明亮的灯塔，散发着光明和温暖，提供着生命所需要的能量。数百万年来，它划破黑暗，光芒照耀着周围的行星。这些行星上是否有过生命（宇宙中最大的奇迹），没人知道。不管怎样，没有恒星，也就谈不上生命。

突然，这颗恒星要消失了。它的生命已到尽头，正经历着临终之痛。

比起这里所发生的，哈米吉多顿就是一个瓦尔哈拉殿堂<sup>②</sup>。刹那间，恒星坍缩了。无数吨炽热的气体被吸入黑洞，永久地消失了。空间被扭曲了，时间失去了意义，物质陷入了混乱。恒星由内向外吞噬了自己。随着最后一声哀嚎，正在消逝的星核中喷出了两股喷流。沸腾翻滚着的物质，如救生索般，绝望地伸向正在远去的家园。

两股喷流时速高达10亿公里，朝相反的方向喷出，如两条燃烧的隧道，穿透了恒星的外层。恒星外层并不知道内部的这场巨变。不过，经过这场巨变，这颗恒星也就消失了。这就像圣诞节常玩的一种小玩具，里面有个小手雷，一爆炸，就会从内部迸出巨大的能量。

毁灭十分彻底。苍穹被撕开了。灼热的能量和被逐的物质构成了

一个炽热的球状大幕,以光速冲了出来。周围的行星被蒸发了,就像积雪被阳光所融化。这个火球比 1000 亿个太阳还要耀眼。彗星、卫星、山岳与海洋、死亡的和活着的物质,一切都被吞噬了,只剩下一个空荡荡的战场,一片黑暗凄凉。这就是宇宙版的末日审判,是地狱的幽灵。

宇宙不会在意一颗恒星的存亡。死生乃宇宙常事。许多星系还在形成之中;宇宙创世大爆炸正步入繁盛时期。宇宙还很年轻,依旧骚动不安。到处都是喧嚣,谈不上均衡。在一个遥远星系的一条旋臂中,有颗恒星不幸爆发了。这没什么大不了的,就像水面上一晃而过的亮光。在宇宙珍宝馆中,这样的恐怖景象多了。

宇宙大爆炸 30 亿年后,宇宙仍处在幼年阶段,银河系才初具雏形,太阳、月亮都还是没影的事。要再过好几十亿年,才会有今天的样子。在这几十亿年中,无数恒星生生死死。在宇宙中,物质不断地形成、再形成;在宇宙中,将会出现生命、智慧、意识,将会出现一个奇迹——竟然能够对宇宙进行观测。

尽管这颗恒星轰轰烈烈的死亡很快就成了历史,但这段历史却会铭刻在宇宙传奇中,流传到遥远的未来,就如一个代代相传的故事,一本代代相传的书。这颗恒星从舞台上消失,只用了几秒钟,而在这几秒钟里,一股巨大的  $\gamma$  辐射涌入了太空。一股具有穿透力的能量,以光速在宇宙中穿行,如冲向沙滩的澎湃浪潮,如滚过地面的隆隆雷声。

这种  $\gamma$  射线暴之强大,超出了人们的想象。几秒钟里进出的能量,超过了太阳一生所发出的能量。就好比 100 万个星系(每个星系又有 1000 亿颗恒星)被塞进了一个直径不足 100 万公里的空间中。作为一个膨胀着的辐射亮层, $\gamma$  射线暴自力推动着,在宇宙中四处扩散。它就像气球那样爆开,以光速前进,每秒 30 万公里,每小时 10 亿公里,每年 9.5 万亿公里。尽管爆发的恒星早已被遗忘,爆发现场也恢复了平静,而恒星的死讯却传向了宇宙的每一个角落,并将传至遥远的未来。

又过了数亿年。在宇宙的一个偏远角落里,没有成形的氢气云在自身重量的作用下,开始坍缩。虽然缓慢,却一直在进行。这团云越转



越快，直到平展了开来。许久之后，一个灿烂的、旋涡状的星系初具雏形。我们的银河诞生了。在宇宙中，类似的星系不计其数。

$\gamma$  射线暴的光子<sup>③</sup>在飞往宇宙边际时，途径无数的星系。有些会像银河系这么宏伟壮观；有些则很小、样子丑陋；有些就像一个发光的橄榄球或平盘——形状各异、大小不同的星系聚成了或大、或中、或小的星系团。其间，是无尽的虚空，是广袤的黑暗洞穴，是宇宙海洋中将那些发光小岛隔开了的深海。

50 亿年前， $\gamma$  射线光子汹涌的波阵面离我们的银河系还有一半的路。这时，在银河系一条旋臂的外缘，太阳诞生了。和其他恒星一样，太阳也是一个巨大的、炽热的氢气球。太阳中心有核聚变反应，每秒将 400 万吨的物质转化成能量。不过，比起那个爆发了的巨星，太阳顶多算个针孔大小的亮点——只是一颗不起眼的小矮星，只要在 50 光年以外，肉眼就看不到了。

尽管太阳脱胎于由气体和物质构成的旋转云，但也有些冰冷的余烬环绕着太阳，就像冷却了的气体球或黑暗的石堆。在这些余烬中，有一个，上面有海洋，有来自星际空间的有机分子。就这样，地球上有了生命。

是不是只有地球上有了生命，我们不得而知。 $\gamma$  射线闪光在宇宙中穿行时，是否也掠过了其他无人居住的行星，我们也不得而知。但随着  $\gamma$  射线光子继续向银河系突进，地球海洋中有了最初的多细胞生物；随着有机世界的不断扩张，陆地上覆满了绿色，两栖动物也爬上了旱地。在  $\gamma$  射线光子到达本超星系团（银河系所在的由许多星系组成的超星系团）时，贪婪的恐龙正统治着地球。

演出还没有结束。另一幕宇宙大戏正等着要在地球上上演。一个直径达 10 公里的大彗星，钻进了地壳。气候遭到严重破坏，大型爬行动物全部灭绝。比起  $\gamma$  射线暴所形成的火球，这得算个小灾难，就像一粒沙子击中了一块卵石；但对地球生物圈来说，这是非常恐怖的：百分之九十的生物物种死亡，生物进化改变了方向。哺乳动物的时代就要来到。

这一切，飞驰的  $\gamma$  射线光子是看不到的。数不尽的  $\gamma$  射线光子在

本超星系团中纵横交叉,以每秒 30 万公里的速度飞向地球。最后,能看到银河系了,就像一团模糊光,挂在漆黑的星空上。地球草原上已经有了人类的祖先。不过,离现在还有好几亿年的时光呢。

对宇宙来说,不过一眨眼的工夫,人类就学会了制造工具,发现了火,有了语言,并开始惊奇地仰望夜空,看着头顶上的星星,仿佛那里散发着永恒的宁静和安详。原始人类相互讲述着关于星座的神话。希腊哲学家们深思着宇宙的神圣完美,而一个波兰教士竟敢提出质疑,认为地球并非宇宙的中心。当  $\gamma$  闪光穿过昴星团<sup>④</sup>时,距离地球已不足 500 光年。

至此,天文学才渐渐有了起色。当从死亡的恒星出发的光子朝地球飞来时,伽利略第一次用望远镜遥望夜空;牛顿在起草万有引力定律;威廉·赫歇尔(William Herschel)<sup>⑤</sup>发现,有一些肉眼看不到的光。工业革命发生了,宇宙探测开始了,航天旅行小心翼翼地迈出了第一步……当  $\gamma$  射线将明亮的五车二<sup>⑥</sup>落在后面时,第一颗科学人造卫星发射了,天文学家们开始利用不可见的波长来研究宇宙。

最后,飞驰的  $\gamma$  射线疾掠过半人马座  $\alpha^{\text{⑦}}$ ,这是与太阳比邻的一颗恒星。 $\gamma$  射线长达 100 亿年的旅行几近结束,再有不到 4 年,那颗死亡的恒星所发出的信号就能到达地球了。这期间,人造卫星正在观测宇宙,美国佛罗里达州的肯尼迪航天中心正为发射“维拉”4 号(Vela 4)做着准备。“维拉”4 号是军事卫星,装有  $\gamma$  射线探测器。

1967 年 7 月 2 日,星期天。几十亿年前  $\gamma$  辐射释出的光子,在走了几十亿光年远的路后,穿过了太阳系。没有人看到,也没有人听到。每个光子的能量都是太阳可见光子的 10 万倍。大多数光子未受阻碍,穿过行星际空间,继续以光速向黑暗的天际飞去。有很少的一部分光子进入了地球大气层,被空气分子吸收。极少量的光子穿过了“维拉”号卫星上的探测器。于是,人类第一次探测到了宇宙  $\gamma$  射线暴。不过,人类要面对的谜团才刚刚开始。

注释：

- ① 基督教《圣经》中所说的世界末日善恶的决战场。——译注
- ② 北欧神话中主神兼死亡之神奥丁接待战死者英灵的殿堂。——译注
- ③ 电磁辐射的量子或微细能包。高能  $\gamma$  射线、X 射线、可见光、低能红外线和无线电波都存在各种不同能量的光子。所有光子都以光速运行。——译注
- ④ 位于黄道星座金牛座中的疏散星团，距太阳系 400 光年。——译注
- ⑤ 赫歇尔(1738—1822)，德籍英国天文家，恒星天文学创始人。——译注
- ⑥ 即御夫座  $\alpha$ ，距地球约 50 光年。——译注
- ⑦ 一颗三合星，其中最暗的子星(比邻星)是距太阳最近的恒星，距离为 4.3 光年。  
——译注

# 目 录

## Contents

|                        |
|------------------------|
| 前 言 / 1                |
| 致 谢 / 1                |
| 序言: 哈米吉多顿的气息 / 1       |
| 第一章 洛斯阿拉莫斯的观天者 / 1     |
| 第二章 蝙蝠之谜 / 17          |
| 第三章 距离之争 / 31          |
| 第四章 里拉、泪水与卫星 / 45      |
| 第五章 夕照辉映 / 59          |
| 第六章 捷足先登 / 75          |
| 第七章 谛听天籁 / 90          |
| 第八章 以光速思考 / 106        |
| 第九章 欲与巨响争高下 / 120      |
| 第十章 奇怪的关联 / 134        |
| 第十一章 宇宙炼金术士 / 147      |
| 第十二章 磁中子星的吸引 / 159     |
| 第十三章 利弗莫尔的阿尔戈斯之眼 / 174 |
| 第十四章 烟花与黑洞 / 190       |
| 第十五章 闪光的未来 / 204       |
| 第十六章 战争与和平 / 217       |
| 术语解释 / 225             |
| 缩 略 语 / 233            |
| 参考文献 / 238             |
| 译名对照 / 247             |

# 第一章 洛斯阿拉莫斯的观天者

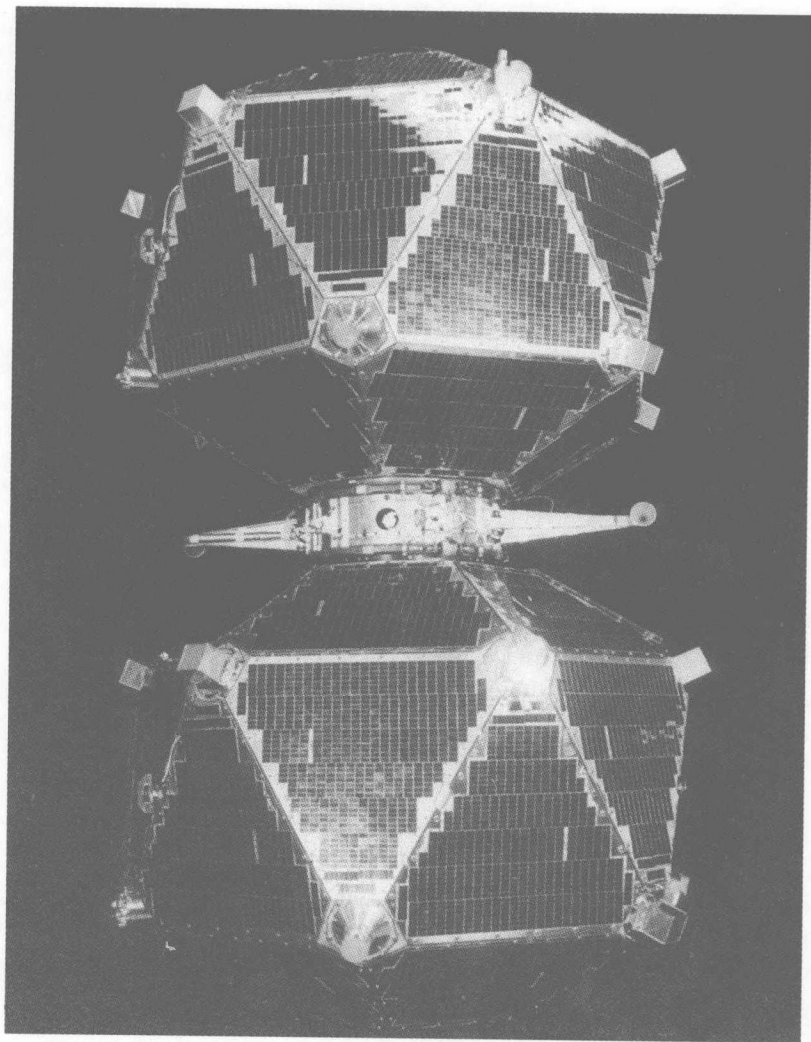
## The sky watchers of Los Alamos

“你知道还不够多，”公爵夫人道，“这是事实。”

雷·克莱贝萨德尔(Ray Klebesadel)又翻了一页。一行行数字在他面前翩翩起舞。一沓计算机打印页，就像手风琴一样，折叠在一起，至少有两英寸厚。看样子已经翻了一会儿了。“好，”他说，“我这里下一个是5月22日，18点23分。”他抬起头，满怀期待地看着坐在桌对面的人。

罗伊·奥尔森(Roy Olson)面前也有一大沓计算机打印页。他用手指指着那些数字，一行行地往下看。“没有，我这里没有，”他两秒钟后答道，“我这边下一个是5月25日，4点17分。”又轮到克莱贝萨德尔来核对了。5月24日倒是有情况，但25日什么都没有。“没有。不过，你那边5月27日23点42分是不是有情况？”

他们的办公室就在美国新墨西哥州洛斯阿拉莫斯国家实验室(LANL)，安静，沉闷。这是1969年3月。刚开春，一片生机盎然。办公室外传来一阵谈话声和欢笑声，还听到了关车门的声音。不要走神。接着来。下一行，日期，时间。光我这边有，还是你那边也有？我们到底是怎么开始的？<sup>①</sup>



“维拉”卫星是成对发射，进入太空后两颗卫星将会分离开。呈多面体状的卫星上覆有太阳能电池。

雷和罗伊正在研究这对“维拉”4号卫星的观测数据。要做分析,只能靠双手。那时候,计算机还是庞然大物,不够先进。他们一行挨一行、一页接一页地核对着,寻找被两颗卫星同时观测到的现象。雷和罗伊分别看“维拉”4号A和“维拉”4号B的观测数据。但这时还没发现被两颗卫星同时捕捉到的现象。

这对“维拉”4号是1967年4月28日发射的。两颗卫星一模一样,在约10万公里的高度上,沿圆形轨道绕地球运行。每颗卫星约重350公斤,直径至少1.5米,装满了X射线、 $\gamma$ 射线及带电粒子探测设备。卫星的首要任务是查探前苏联是否在太空中进行了非法核试验。

1969年是“花之力”<sup>②</sup>和“爱即和平”的神奇之年。不过,冷战阴云密布,美国和苏联卷入了疯狂的太空竞赛,争向对方显示自己在火箭领域拥有更先进的技术。当时,两国在太空竞赛中旗鼓相当。不久,美国就成了赢家。没用上两个月,尼尔·阿姆斯特朗(Neil Armstrong)和埃德温·奥尔德林(Edwin Aldrin)就将成为最早登上月球的人——这也许是20世纪最大的技术成就。不过,那个时代的情绪就是不能相信“共产主义者”。谁知道他们会不会违反国际协议,在月球背面进行核试验?反正在地球上也看不见。“维拉”系列卫星实际上就是“自由西方”的核警察。

说起“维拉”计划,还得追溯到20世纪50年代。1958年,也就是苏联“斯普特尼克”1号(Sputnik 1)发出举世震惊的尖音信号的次年,美国国内第一次有人提出,成立一个专门委员会,确保外层空间的和平利用;不要有星球大战,不要在月球上投掷炸弹<sup>③</sup>,大气层内外都不要进行核试验。华盛顿的政客们对炸弹和核武器所知甚少,他们意识到,要请一位专家来。于是,斯特林·科尔盖特(Sterling Colgate)被聘为美国国务院的科学顾问。

科尔盖特出身于著名的牙膏大亨家族,是洛斯阿拉莫斯国家实验

室的物理学家。第二次世界大战期间,该实验室在极为秘密的环境中研制出了原子弹。实验室受原子能委员会庇佑,很大一部分时间忙于完成国防部的任务。如果说有这么一个地方,那里的人对爆炸极其精通,那就是洛斯阿拉莫斯了。

科尔盖特肯定会给那些政府代表留下一个奇特的印象。他身材消瘦,衣着朴素,语言精确,走路像个孩子,有点笨拙。不过,他能看得出联合国提议中的漏洞:即便立下条约,禁止在太空中进行核试验,也没办法来监督执行这种条约。

1959年12月,联合国大会在日内瓦举行。会上正式成立了和平利用外层空间委员会(COPUOS)。该委员会的24个成员国起草了条约,成了后来《禁止核试验条约》的蓝本。这份条约禁止在地球大气层外进行核试验。在科尔盖特的提议下,由洛斯阿拉莫斯实验室负责研发卫星上的探测系统,侦测太空中的非法核爆炸。该系统取名“维拉”(Vela),出自西班牙语“velar”一词,意指“警卫”。

尽管航天旅行还处于起步阶段,美国还是考虑到,苏联有可能躲开美国,在月球背面进行核实验。月球固然能隐藏核武器爆炸时释出的大量X射线,但爆炸后的膨胀云是迟早会被探测到的。洛斯阿拉莫斯的物理学家知道,裂变的生成物会在一段时间里持续释出 $\gamma$ 辐射。有鉴于此,科尔盖特提出,在“维拉”卫星上配备 $\gamma$ 射线探测器。

还有一个问题。如何确定X射线和 $\gamma$ 射线是来自核爆炸,而非来自太阳或其他天体?“要是不能多知道一些,就会像个傻瓜一样。”科尔盖特对洛斯阿拉莫斯的顾问爱德华·特勒(Edward Teller)说道。特勒曾将核武器研究称为应用天体物理学,他毫不费力地在洛斯阿拉莫斯迅速建立了真正的天体物理学项目。科尔盖特认为,超新星(即猛烈爆发的恒星)会产生强大的 $\gamma$ 辐射爆发。基于这一理论,工作很快就展开了。





1969年,雷·克莱贝萨德尔从“维拉”号军事卫星的观测数据中发现了 $\gamma$ 射线暴。左起分别为格拉齐耶拉·皮齐基尼和克里萨·科弗里奥托。

就在这时,1960年,28岁的克莱贝萨德尔来到了洛斯阿拉莫斯,做电气工程师。克莱贝萨德尔在威斯康星大学(麦迪逊市)读的物理学专业。他的老师参加过曼哈顿计划,在洛斯阿拉莫斯为他说了一番好话。克莱贝萨德尔一辈子就参加了一次招聘面试。他认为,由美国空军赞助的“维拉”项目工作环境非常理想。甘于奉献、学术自由、时间紧迫是最重要的。作为一名年轻的科学家,他可以参与该项目的每个阶段——设计、制造、发射、数据分析以及应对出现的任何问题。

第一对卫星称“维拉”1号,1963年10月16日进入太空轨道。这年,《禁止核试验条约》签署。1964年7月17日,“维拉”2号发射,也是由一对一模一样的卫星组成。第一对卫星上的探测器非常简单,灵敏