

1998~1999 年国际狮子座流星雨 观测研究评述

李广宇^{1,3} 吴光节^{2,3}

(1 中国科学院紫金山天文台 南京 210008)

(2 中国科学院云南天文台 昆明 650011)

(3 中国科学院国家天文台 北京 100012)

摘 要

1998~1999 年的狮子座流星雨观测研究取得了十分丰富的成果。概要介绍了在此期间目视观测, 雷达观测, 航空观测, 气球观测, 卫星安全检测, 流星撞击月球和月球钠尾观测方面取得的成果和进展。

关键词 流星 — 流星雨 — 方法: 观测

分类号 P185.82

1 目视观测

目视观测方法是最古老的流星观测方法。与照相观测、摄像观测、望远镜观测和射电观测等新的方法相比较, 对设备的要求也最低。由于流星雨现象具有分布范围广, 流星数目多和难以准确预报等特点, 目视观测直到今天仍然是流星雨观测最主要的手段。按照预报, 1998 年狮子座流星雨峰值发生的时刻有利于亚太地区的观测。国际天文学联合会、国际流星组织和美国宇航局等, 都对这一地区的观测寄予厚望。美国宇航局等投入巨资, 派出科学小组到中国、蒙古、日本等地区, 进行了多种手段的观测, 希望获取最丰富的资料。

由于流星雨形成和演化中的很多物理过程至今仍然是未知或知之不详的, 流星雨的准确预报十分困难。这次流星雨的爆发出现了出乎意料的复杂情况。尽管如此, 这些进行了周密准备、配备着先进仪器设备的观测队仍然取得了相当理想的结果。流星雨的观测最需要广泛布点, 除了专业的观测队外, 全世界有众多的爱好者参加了观测。1998 年的狮子座流星雨的观测, 得到了完整的、质量很好的结果。国际流星组织目视观测委员会主席 R. Arlt 根据世界各地 473 个观测者获得的 70 800 个目视观测纪录, 分析认为这次

流星雨是由一个宽的背景(半强度宽 17h, 峰值 $ZHR = 357 \pm 11$, 北京时间 17 日 $9^{\text{h}}55^{\text{m}} \pm 9^{\text{m}}$)成分, 叠加上一个较弱的“暴”的成分(半强度宽 0.75h, 峰值 $ZHR = 136 \pm 5$, 北京时间 18 日 $4^{\text{h}}33^{\text{m}} \pm 10^{\text{m}}$)构成的。在对 1965 年与 1998 年的观测进行比较后他还认为, 狮子座流星雨 1999 的活动可能会具有相似于 1966 年的形态^[1]。

1999 年流星雨的发生与预报特别是与 Kondrat'eva 和 Reznikov、Asher 和 McNaught 的预报^[2]相一致。与实际发生的流星雨比较, 不少预报对于流星雨的强度估计不足, 认为每小时天顶流星数(即 ZHR)的最可能值是 500~1500; 但是, 对流星雨峰值时刻的预报却相当准确。这次爆发的有利观测地域在欧洲和中东地区, 国际上最有实力的专业观测行动也正确地安排在这些地区, 因而获得了比 1998 年更大的成功。R. Arlt 在对世界各地 434 个观测者的 277 172 条目视观测纪录综合分析后认为这次流星暴雨的主峰发生在北京时间 18 日 $10^{\text{h}}02^{\text{m}} \pm 2^{\text{m}}$, $ZHR = 3700 \pm 100$ 。14h 后, 北京时间 19 日 $0^{\text{h}} \pm 1^{\text{h}}$ 又发生了第二次爆发, ZHR 为 180 ± 20 ^[3]。这次流星暴雨比 1998 年的更加壮观, 主峰发生时观测者报道说: “2:08~2:09, 1 分钟中有 69 颗”, “2:00~2:30, 平均每分钟有 30~40 颗, 相当于 ZHR 接近 4000”, “峰值时刻平均每秒钟两三颗”, “从 2:00 开始, 1 秒钟大约 1 颗”, “在 45 分钟时间内我们 1 秒钟大约看到 2 颗”, “我们估计峰值为每小时 4000~5000 颗, 大约持续了 15 分钟”。射电观测也证实了在北京时间 18 日 10^{h} 至 $10^{\text{h}}10^{\text{m}}$ 之间存在着峰值。与 1998 年不同的是, 这次很亮的和很暗的流星都比较少。但 1999 年 11 月 18 日 $1^{\text{h}}43^{\text{m}}\text{UT}$ 在意大利观测到一颗比满月还亮、尾迹可见时间长达 20 多分钟的流星(1998 年 11 月 16 日 $20^{\text{h}}25^{\text{m}}\text{UT}$ 在香港观测到 -20mag 的火球)。

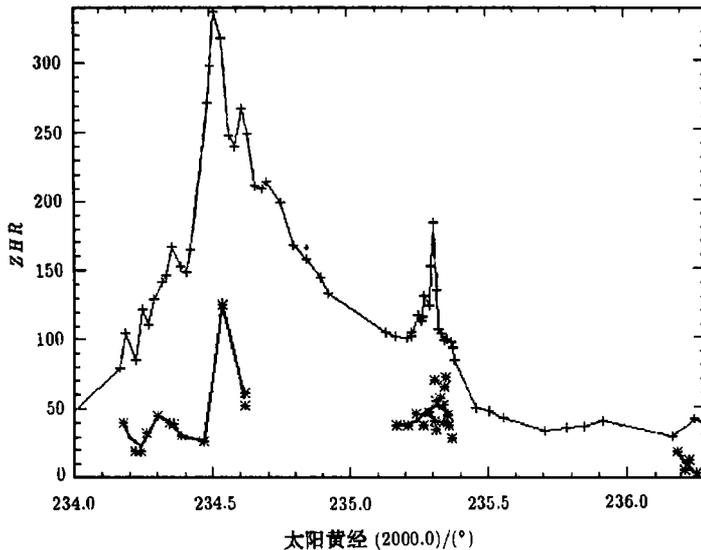


图 1 1998 狮子座流星雨的强度分布

国外从事流星观测的, 有两支很强的队伍值得重视。一是荷兰流星协会, 一是日本流星研究会。他们仪器设备先进, 观测经验丰富。在这两年狮子座流星雨的观测中, 他们的观测成果占有很大分量。他们都和我们建立了合作关系, 1998 年经 Jenniskens

介绍, 我们邀请荷兰流星协会派队来我国组成中荷观测队在德令哈和兴隆进行了观测, 研究成果发表在 IAU Circ^[4] 和《科学通报》^[5] 上。1999 年, 荷兰流星协会观测队在西班牙进行的观测也取得了成功。日本流星研究会同样非常重视 1998~1999 的狮子座流星雨观测, 动用了目视、照相、余迹照相、光谱、微光电视、电波等各种手段, 还组织了异地同时观测。1999 年, 他们除派队赴埃及观测外, 还在日本本土多个观测地点, 在白昼接近中午的时刻, 目视观测到流星暴主峰期间的火流星。今年 9 月在东京召开了以狮子座流星雨观测研究为主题的年会。应日方邀请, 紫金山天文台徐品新在会上作了特邀报告, 介绍了主要根据国内观测者、中荷观测队和日本观测者 1998 年的资料进行的研究和取得的进展^[6]。

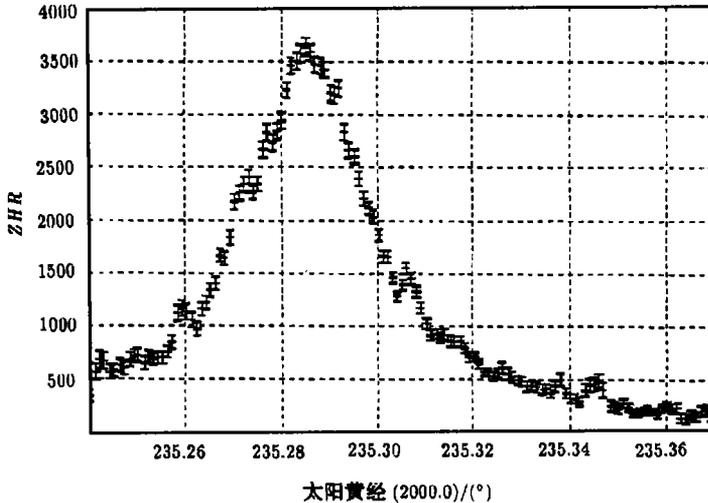


图 2 1999 年狮子座流星雨的强度分布

从 20 世纪 80 年代哈雷彗星观测以来, 由于徐品新等专业工作者的组织和指导, 我国已有日渐增多的天文爱好者投入流星和流星雨的观测活动。至 1998 年, 我国业余爱好者的流星观测成果为国外学术刊物引用的, 已达近 40 人次^[6]。1998 年的观测, 被 Arlt 引用资料的 473 个观测者中, 国内仅有朱进一人。1999 年, Arlt 引用资料的 434 人, 从姓名上可辨为国内观测者的达 15 人。

2 流星雨撞击月球

美国宇航局曾在 1999 年 7 月 31 日用绕月轨道飞行器撞击月球的南极。他们认为, 撞击能量如果能将可能存在的冻结冰层变为水蒸气云, 那么就可以最终证明月球上的确存在水。可惜没有取得预期结果。不过, 绕月轨道飞行器虽然重达 160kg, 但它仅能以 1.7km/s 的速度与月球表面相撞。可是, 狮子座流星雨的速度高达 72km/s, 只要有重量为 0.1kg 的流星体, 就可以产生与这艘飞船同样的撞击能量。

这次观测果然获得了成功! 国际掩星时间协会主席 D. Dunham 主持的摄像观测证实

了 6 次狮子座流星撞击月球的事件 (参见 IAUC 7320)^[7]。

表 1 观测到的狮子座流星撞击月球事件

观测者	观测时间 (UT)			时间误差 /s	月面经度 /(°)	月面纬度 /(°)	月面地点
	(h)	(m)	(s)				
Palmer	3	05	44.2				Arding 东南 180 km
Palmer	3	49	40.5	± 0.4	48 W	1 N	Kepler 西南 175 km
Palmer	4	08	04.1	± 0.6	70 W	15 S	Grimaldi 南 175 km
Cudnik	4	46	15.2	± 0.1	71 W	14 N	Cardanus 东北偏东 50 km
Sada	5	14	12.93	± 0.05	58 W	15 N	Marius 西北偏西 200 km
Sada	5	15	20.23	± 0.05	59 W	21 N	Schiaparelli 南 75 km

这是人类第一次观测到流星雨撞击月球。观测到的撞击月球的流星体的质量估计在 0.01~12 kg 之间。

3 雷达观测

美国在新墨西哥州的 Kirtland 空军基地, 使用激光雷达 (Lidar) 观测了 1998 和 1999 年的狮子座流星雨, 目的是测量流星余迹的等离子体云的温度、视向速度、钠原子密度等。与雷达配合, 还使用了配备有 2 个可见光区摄谱仪和一个红外摄谱仪的 3.5m 自适应光学望远镜。在发现流星 1 min 内就可将望远镜对准流星余迹, 然后用高灵敏度的 CCD 照相机持续观测 10~20min。1998 年观测了 2 个晚上, 观测到十多颗流星, 1999 年观测了 4 个晚上, 只观测到 2 颗。

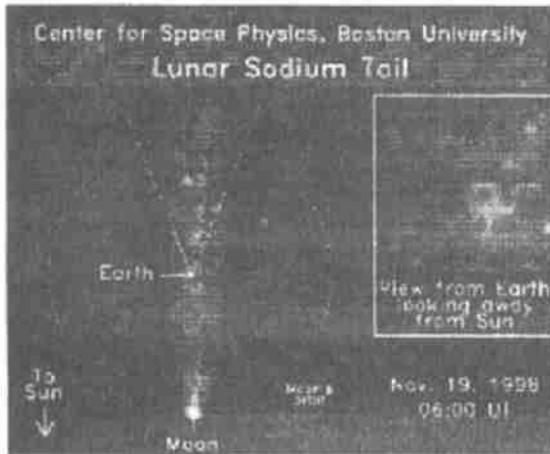


图 3 月球钠尾

最强。分析后认为是流星雨撞击月球土壤, 造成月球大气钠原子丰度增加, 再受到太阳辐射压的作用, 就像彗星一样, 形成的月球钠尾。

5 航空观测

4 月球钠尾的观测

1998 年时, 还没有注意到狮子座流星雨与月球碰撞造成的光学闪耀。但是, 发现了间接证明流星雨撞击月球效应。

月球仅有约 50 钠原子 /cm³ 的极稀薄的大气 (地球低层大气约 10¹⁹ 个 /cm³)。1998 年 11 月 17~20 日, Boston 大学空间物理中心使用钠探测照相机, 在背向新月的方位, 发现了亮度约为 11mag 的亮斑。该亮斑在 19 日

美国宇航局和空军在 1998 和 1999 年都派出机载天文台参加了狮子座流星雨观测。研究目标有彗星的结构组成、彗星有机物与地球生命起源之间的关系和流星雨对全球卫星网络的影响等。美国宇航局的“狮子座流星雨多仪器航空联测 (LMAC)”项目由著名流星科学家 Jenniskens 负责, 耗资 200 万美元。

参加 1998 年观测的两架飞机都是从日本冲绳起飞, 在日本海上空进行观测的。一架是美国国家科学基金会大气研究中心的专用飞机 Electra(伊莱克特拉), 约载 40 人, 仪器有夜天光图像显示仪, 高清晰度电视摄像机和进行距离、密度、温度测量的激光雷达。共活动 8d, 飞行 29 000km。由 NASA 和 USAF 给予 120 万美元的基金支持。

另一架是美国空军的“飞行红外信号技术 (FISTA)”飞机, 载红外图像仪和光谱分析仪, 主要研究流星雨的结构和成分。同时与伊莱克特拉保持相距 75~250km 距离, 以获取三维图像。

参加 1999 年观测的, 一架仍是 FISTA, 另一架是“先进航空测距 (ARIA)”飞机, 载有 8 个国家的 30 名科学家, 两架飞机保持 120~160km 距离。11 月 16~17 日, 从英国飞往以色列, 飞行 6.5h。17~18 日, 又从以色列飞向大西洋中部的亚速尔群岛 (Azores), 飞行 9h。穿越地中海时, 在希腊遇到了每小时超过 2000 的强流星雨。

6 卫星安全监测

流星体碰撞会在人造卫星周围产生等离子体云, 造成电路短路。1965 年, 有过两次狮子座流星雨碰撞卫星的记录, 1966 年有一次, 均在相对于流星雨的地球背面。1993 年 8 月, 哥伦比亚号通讯卫星在英仙座流星雨过后失踪。1995 年 10 月 27 日哥伦比亚号航天飞机和 1998 年 7 月发现者号航天飞机都遭受到微陨石的撞击。估计这次狮子座流星雨中, 每颗卫星的撞击概率为 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 。

1999 年狮子座流星雨时, NASA/Marshall 空间飞行中心 (包括美国空军、加拿大流星组织、美国国防部、ESA 和商业卫星公司) 成立了狮子座流星雨环境监测中心, 进行了 90h 监测, 峰值期间每 15min 发布一次数据。并准备好在遭遇到强流星雨时, 对某些卫星采取应急保护措施。

7 气球观测

1998 和 1999 年狮子座流星雨期间, Marshall 空间飞行中心释放了气球, 气球高度在 32000m 的平流层, 携带有 CCD 摄像机, 探测流星产生的大气啸叫声信号的甚低频无线电接收机以及捕捉流星体样品返回地球的装置。

参 考 文 献

- 1 Arlt R, Brown P. WGN, 1999, 27(6): 267
- 2 Asher D J, Bailey M E, Emel'yanenko V V. M.N.R.A.S., 1999, 304: L53
- 3 Arlt R. WGN (Observational reports of the International Meteor Organization 11), 1999, Report series 11
- 4 Langbroek M, Zhao Haibin. IAU Circular 7052, Nov.17, 1998
- 5 赵海斌, 李广宇, 徐品新等. 科学通报, 2000, 45(5): 484
- 6 徐品新, 李广宇, 赵海斌等. 从中日观测资料分析 1998 年狮子座流星雨, 日本国流星协会第 41 届年会特邀报告, 2000 年 8 月, 东京鬼怒川
- 7 Dunham D W. IAU Circular 7320, Nov. 26, 1999

Review on International Observations and Researches of 1998~1999 Leonids

Li Guangyu^{1,3} Wu Guangjie^{2,3}

(1. Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008)

(2. Yunnan Observatory, Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650011)

(3. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100012)

Abstract

Great achievements have been gained from Leonid Meteor Shower observations and researches during the period of 1998~1999. In this paper, some results and progresses, including visual, radar, airborne, balloon observations, satellite safe monitoring and observations of Leonid impact on the moon and the lunar sodium tail, are presented briefly.

Key words meteors—meteor shower—methods: observational