

彗星与木星相撞和天文基础研究

Impact of Comet SL-9 on Jupiter and Fundamental Research in Astronomy

吴铭蟾

(中国科学院云南天文台, 研究员 昆明 650011)

一、彗木相撞实况简介

从1994年7月16日格林威治时间20点左右开始,苏梅克-利维9彗星(简称SL-9彗星)的21个主要彗核碎块以每秒60公里的速度在一周内连珠炮式地猛烈轰击木星,烈焰迸发、火球冲天、烟云翻腾,直到22日8点多才结束这场千载难逢的宇宙奇观。

SL-9彗星在1993年3月25日发现后不久,天文学家对21个分离的彗核碎块作了数字编号,从1到21。不久后的计算表明它们都将撞击木星,但撞击的顺序与数字编号恰巧相反,于是又按撞击顺序用英文字母作标识代号,自A至W(I和O未用)。这样,彗核碎块的数字编号和字母标识代号便有下列的对应:A=21,B=20,C=19,D=18,E=17,F=16,G=15,H=14,J=13,K=12,L=11,M=10,N=9,P=8,Q=7,R=6,S=5,T=4,U=3,V=2,W=1。在专业报导中,常用K=12这样的方式表示第12号彗核碎块K的本身及其在撞击木星时产生的闪光、火球和残留在木星表面的黑斑“伤疤”。在标识后,撞击前,G、P、Q继续发生分裂成为G₁、G₂、P₁、P₂、Q₁、Q₂,而M、J、G₂、P₁和T在撞击木星之前不久或者因太暗淡难以看到,或者根本消失不见。

21个碎块在木星上的撞击点都位于木星南半球44°的纬度线附近很窄的纬度条带上。从地球上,看,撞击时的撞击点正好在木星背面不远处,在撞击发生后10~20分钟之内,撞击点便转朝地球而看得见。最大的碎块是G、K、L、Q₁和R,它们的撞击十分猛烈。先是从木星边缘背面射出强烈闪光,有的是2次甚至3次,接着火球冲到几千公里的高度,甚至在撞击点转朝地球之前便出现在木星边缘之外的空中。火球很快暗淡而熄灭,“新鲜”的黑斑“伤疤”转朝地球而被看到,甚至在天文爱好者的望远镜中也能看到。在火球升起的同时,大量的带

电粒子在木星磁场中激发的射电爆,也被地面的射电望远镜接收到。全部撞击结束后,木星南半球44°纬度带上散布着一连串的黑斑“疤痕”。C、E和H黑斑在几个星期后便消失,K/W、D/G/S/R逐渐扩散合并成木星上非常明显的标志,估计要1~2年内才会消散。

从撞击效应的猛烈程度看,(按撞击点在木星经度上的排列)H、E、K、G、R、Q₁碎块最为猛烈,A、C、D、S其次,其余碎块撞击很弱或根本未撞击。按撞击的现象和光谱分析推断,A、C、D、E、G、H、K、L 8个碎块的火球亮而且持续时间长、黑斑大、撞入木星大气较深,应属于固体岩石碎块,直径为1~4.5公里。N、Q₁、R、S、U、V和W所产生的火球虽然也亮,但持续时间短、黑斑小、撞入木星大气较浅,应属于固岩石和松散物质的混合物。其余碎块均属松散物质,所以有的在撞击前已消散,有的撞击效应很弱或不明显。

撞击的闪光、火球和黑斑的光谱中出现的元素和化合物有钠、钾、镁、硫、氮、硫化氢、氰化氢、甲烷、乙烷、乙炔等。预期应该出现的彗星的主要成份——水分子却只在个别情况下出现而且很少。综合撞击效应和光谱分析推断,SL-9彗星撞入木星大气不会很深。至于SL-9究竟是彗星还是小行星,或者是介于两者之间的天体,目前尚未有确切结论。

二、规模空前的彗木相撞全球联测

这次彗木相撞不仅是20世纪天文史上的重大事件,也是20世纪科学史上的重大事件。密切参与和关注该事件观测和研究动态的不仅仅是天文学家,还有地球科学、地质科学、航天科学方面的学者,甚至有关撞击、爆炸方面的科学家和技术专家以及各国政府官员和社会各界的广大人士。当得知SL-9彗星将撞击木星的消息后,各国天文学家纷纷采取行动,选择研究课题,制定观测措施,调动了地基、空基和天基的所有可用的天文望远镜和探测设

备,规模之大超过了1986年哈雷彗星的全球联测。

地基天文望远镜是阵容最大的。世界各国天文台的光学天文望远镜几乎都参加了彗木相撞的监测。根据国际联测的协调和安排,全球每隔 30° 经度至少有一架望远镜监测。世界上最大的光学望远镜北半球有,美国莫纳克亚天文台的10米凯克望远镜1号和加法夏3.6米望远镜、俄罗斯特殊天体物理台的6米望远镜、美国帕洛玛山天文台5米望远镜、美国基特峰天文台4米望远镜、加那利群岛拉帕尔玛天文台4.2米望远镜、西班牙卡拉·阿托天文台3.5米望远镜、美国阿帕钦·邦特天文台3.5米望远镜、美国怀俄明3.5米红外望远镜;南半球有,智利拉西拉欧洲南方天文台的3.6米望远镜和3.5米新技术望远镜、智利赛罗·托洛洛美洲天文台的4米望远镜、澳洲赛丁·斯普林英澳天文台的3.9米望远镜。其它几十架1~3米口径的望远镜也都投入工作。值得一提的是南极建立不久的60厘米南极红外望远镜,虽然口径不大,但因为彗木相撞时正值南极冬半年,木星整天都在地平线上,因此,撞击的连续过程都被这架专用于红外波段观察的望远镜所记录。

地基的射电望远镜由于各有自己特殊的波段和研究对象,并非所有射电望远镜都投入了观测。投入观测的主要射电望远镜有,美国的甚大阵(由27架口径为25米的天线组成的Y型,每架臂长21公里的巨型天线阵)、澳大利亚的6架22米天线组成的长基线射电望远镜阵、俄罗斯高加索的600米腰带状天线射电望远镜、法国南赛的分米波射电望远镜阵、日本的4个站的长基线分米波阵、美国哥尔德斯通的34米射电望远镜等。

空基观测设备是美国的柯伊柏飞行天文台。它是由一架C-141军用运输机运载一架90厘米的红外望远镜构成的飞行天文台,经常执行机动性的红外天文观测任务。这次柯伊柏飞行天文台在澳大利亚12500米的高空中检测撞击前后的红外光谱变化,取得十分有价值的资料。

天基观测。这次彗木相撞来得很突然,从发现SL-9彗星到发生撞击只有1年零4个月,根本没有时间发射专门的航天器去近探。何况地球距离木星遥远,即使立即发射航天器也到不了木星近处。但事有凑巧,1989年发射的伽利略木星探测器正好在奔赴木星的中途,预定1996年到达木星。彗木相撞时它离木星2亿4千万公里,是地球到木星距离的 $1/3$,而且最大的优点是可以直接观测到撞击点,因此地面上发出指令,令其临时执行彗木相撞的观测任务。尤利西斯太阳探测器在太阳附近也临时执行彗木相撞监测任务。贡献最大的是1993年12月刚修复的2.4米口径的哈勃太空望远镜。虽然它的观测波段不在红外,而在可见光和紫外,但它能获得

非常高分辨率的照片。例如,G碎块撞击产生的巨大的“黑眼睛”,便是最好的例证。

由地面到太空组成的全球联测网用射电波、红外、可见光和紫外波段把每个碎块撞击产生的闪光、火球、黑斑的形态变化和光谱全部记录下来。各天文台站的观测数据、图象、文字报导都及时通过国际数据网(INTENET)汇总到美国马里兰大学的电子邮件信息系统以及其它几个分中心(美国巴尔的摩哈勃太空望远镜研究所、美国航空与航天局戈达德太空飞行中心、喷气推进实验室以及德国慕尼黑欧洲南方天文台总部)。在慧木相撞发生的一周之内送到联络网的信息“堆积如山”,至少有200万幅图象被用户调用,致使信息网经常阻塞不通。

三、我国的参与、成绩和差距

我国也参与了彗木相撞的国际全球联测。1994年4月,全国有关的天文学家在南京商定分工协作的观测和研究计划。观测分为SL-9彗星的精密定位观测和撞击效应的光学和射电观测。主力设备有,中国科学院所属的北京天文台2.16米望远镜、上海天文台1.56米望远镜、云南天文台的1米望远镜、上海天文台和乌鲁木齐天文站的25米射电望远镜。另外在新乡、福州、苏州、南京、青岛等地也设立了观测点。SL-9彗星的精密定位观测由云南天文台早在4月12日用1米望远镜完成。木卫闪光效应由上海天文台从D、N、P和S等捕获到数次。射电爆发由北京天文台和电子部22所在新乡的联合观测点和乌鲁木齐天文站从D、E、G、K、N、P₁、S和W等观测到数次。在大部分观测点上都观测到A、C、D、E、F、G、H、K、L、N、P、S等12次撞击后不久的黑斑以及后来成串的黑斑。G黑斑在当时被测量出其大小为3万公里。云南天文台在7月19日拍摄的K黑斑的系列图象上辨认出黑斑中的两个核在2分钟后合并成一个。光谱观测由北京天文台获得氢谱线的增强、云南天文台获得硫的谱线。总的说来,我国列入计划的21个项目大都获得成功。台湾中央大学也用60厘米望远镜监测K黑斑并测量出它的大小。

天文研究是基础研究,绝大多数研究对象和课题是不受国界限制的,特别是一些特殊天象的监测和研究更需要全球的合作。例如,太阳活动的监测、人造天体陨落监测、彗星监测。这次彗木相撞罕见天象正需要各国全球性的合作。我国各天文台既有分工也有协作,发挥整体优势,参与了国际的合作与竞争并取得了成绩。这是在我国天文基础研究有了一定的成果和人才储备以及最近10年中光学和射电天文仪器有显著的增加和改善的基础上取得的。尽管这次彗木相撞事件来得突然,我国天文界

还是能迅速地调集队伍和组织项目。同1986年哈雷彗星国际联测相比,我国这次的天文装备要好得多。2.16米望远镜、1.56米望远镜、25米射电望远镜都是当年所没有的。尽管如此,通过全球联测,我们也明显地看到以下的差距。

1. 我国的天文仪器设备都是地基的。美国的伽利略航天器、欧洲的尤利西斯航天器、哈勃太空望远镜都是天基的,柯伊伯飞行天文台是空基的。它们都摆脱了地球大气的干扰,用高技术进行天文观测和研究。

2. 即使是地基的天文设备,我国的望远镜也远远落后。这次国际上动用的光学望远镜口径3.0米以上的望远镜不少于10架,而我国最大的望远镜,号称东亚第一的也不过是2.16米,属小型天文望远镜之列。中国最大的射电望远镜的天线口径仅25米,而美国、澳大利亚、法国和日本都拥有射电望远镜阵。不论光学望远镜还是射电望远镜,虽然口径大或阵列不是性能高唯一的标志,但它至少是多种高尖技术的综合体现。

3. 我国红外技术在光学天文望远镜上的应用是空白。这次彗木相撞的现象和光谱观测都是以红外波段最为合适。国外的大中型光学天文望远镜大多配备红外探测接收设备。3米以上的大口径望远镜的效能自不待言,即使是加那利群岛上的1米望远镜用红外波段也能清晰地拍摄到木星边缘的L火球。美国芝加哥大学在南极刚建成的口径仅60厘米的红外望远镜居然能把所有碎块撞击的现象和过程全都记录下来。我国虽有一架1.2米的红外望远镜,但因配套不齐而未能发挥作用。

4. 快速信息网络。这次彗木相撞的通讯信息网络,世界各国天文台站都通过INTERNET来交换实现,可以即时传送、调用最新的信息和图象。我国各天文台站在彗木相撞期间,国内的通讯联络尚不甚通畅,更谈不上用电子邮件与国际间直接交换信息。信息交换不及时在一定程度上也影响国内和国际协作计划的安排和调整。

总之,这些差距我国天文学界并非现在才意识到,只是通过彗木相撞事件的国际合作显得更突出而已。

天文学科是基础研究,天文望远镜是天文研究的基础设施,但天文望远镜却集现代高精尖技术于一身。众多事实表明,不少尖端技术在国防、航天和国民经济大规模应用之前,都先在天文望远镜上试验成功,所以研制配备天文望远镜,实际上是尖端技术发展的先导。

四、SL-9 彗星的发现和彗木相撞的成功预报是天文基础研究的成果

SL-9 彗星的发现带有偶然性,然而也有它的必

然性。发现者之一尤金·苏梅克本是一位地质学家,20多年前在研究月面陨击坑和地球陨击坑的过程中想探究太阳系中撞击地球的小天体的数量和撞击率。为此,他和另一位女同事海琳各自领导一个搜索小组利用美国帕洛玛山天文台一架0.46米的大视场施密特望远镜有系统地轮流搜索近地小行星和彗星。20多年来他们发现了上百颗新的近地小行星,几十颗新彗星和几百颗主带小行星。1993年3月25日在一张试验性的照相底片上,碰巧拍摄到一颗形状奇异的模糊天体。苏梅克夫妇和戴维·利维凭他们丰富的经验判断这是一颗与众不同的新彗星。夏威夷大学天文研究所用2.2米望远镜摄象确认是一颗已经分裂的彗星。国际小行星中心和喷气推进实验室的轨道专家根据很有限的定位数据所作的初步计算表明,该彗星是在绕木星运转的轨道上。根据更多的定位数据和改进的轨道计算表明,SL-9 彗星多世纪前被木星俘获,在1992年7月8日通过离木星最近的近木点时被木星的潮汐力撕裂,而且将在1994年7月下旬撞击木星。如果没有苏梅克的近地小行星搜索和偶然的底片试验,决不会有人在木星近旁去发现这颗彗星。更进一步的计算精确地预告了各彗核碎块撞击木星的时间、撞击点的位置,撞击时木星四颗最大的卫星与撞击点的相对位置,地球上各地和太空中飞行的航天器的观测条件以及撞击效应的预计等。我国紫金山天文台也作了同类准确的预报。这充分表现了现代天文观测技术、成熟的天体轨道理论和计算机快速运算相结合的巨大威力。这次天文学家能捕获千载难逢的彗木相撞事件雄辩地说明了天文基础研究成果的作用、水平和应用能力。彗木相撞预报的成功表明,现代天文观测技术和轨道计算预报的精度已达到完全实用的水平,对于可能威胁地球安全的小行星和彗星人类完全可以做到预测和预防。

五、加强对威胁地球的小天体的预测和预防

威胁地球安全的是近地小行星和彗星,对它们的系统搜索由苏梅克小组和海琳小组早在1973年便开始实施。80年代美国亚利桑那大学的格雷斯小组用安装在基特峰天文台的91厘米太空监测望远镜加入搜索行列。90年代南半球澳洲的英澳天文台斯蒂尔小组也参加搜索。后两个小组在90年代搜索成果十分显著。近地小行星发现的数量从80年代的每年几颗到1994年增长到每月几颗。截止1994年底搜索发现的近地小行星已超过200颗。由于近地小行星发现数量的大幅度增长,国际天文界学术研究的兴趣也随之增长。1991年8月在阿根廷布宜诺斯艾利斯召开的国际天文学会(IAU)第22

届大会上通过决议成立“天然近地天体工作组”，致力于促进国际间的观测搜索和研究。90年代起有关近地小行星及其对地球威胁和撞击的专题学术会议或工作会议每年都召开。

天文学家研究近地小行星的目标是要调查清楚这类天体的数量、大小、分布、对地球的撞击率以及撞击后果的预计，研究单个样本的物理性质、轨道演化、起源等。早在80年代苏梅克在近地天体的数量调查的基础上作过它们对地球撞击率和后果的系统研究，研究结果随着这种小天体样本的增加而在不断修订。目前认为这种近地小天体在1 000~5 000颗之间，撞击率与撞击后果与近地小天体的大小成反比。10米级的小天体几年与地球相撞一次，只造成地球上局部的损害；百米级的小天体几千年撞击地球一次，破坏范围大约是一个洲的大小；公里级大小的小天体30万年一次，造成全球性的灾害，后果类似于“核冬天”；10公里级的小天体约1亿年一次，造成类似6 500万年前地球上半数物种灭绝的全球性大灾变。

据目前所掌握的200多颗近地小行星的资料，最大的小行星是1627号Ivar，它的直径不超过8公里。轨道计算表明，在200年内不会有大于2公里的小行星撞击地球。但要注意的一个对象是称作斯威夫特-塔特尔的周期彗星，1992年12月曾与地球近遇。下次回归是在2126年，按现在的轨道计算，它在2126年8月5日与地球相距2千多万公里。如果它的轨道有变化，则也可能与地球相遇更近。

天文研究者认为当务之急是掌握近地小行星

的全部清单。几年前，以美国莫利森和查普曼为首的一批行星天文学家向美国国会提出一个“太空警戒计划”，要求在全球设置6架2.5米口径的大视场天文望远镜，专门从事搜索和监测威胁地球的近地小行星和彗星，预计在25年之内可以将直径大于1公里的威胁地球的小行星中的90%搜查出来且编目入册，然后定期核查它们的轨道的变化以及撞击地球的可能性等。与此同时，对最危险的目标进行物理性质的研究，掌握其大小、形状、表面结构、成分等，以便在采取对策和具体措施时有可靠的依据。这次彗木相撞的事件使美国国会认真考虑这个计划。据说，彗木相撞后这个计划已获批准。

至于对付真正要撞击地球危及人类生存和命运的大的近地小天体的方案和措施，从80年代起美国国家航空与航天局空间科学研究所一直在考虑，实际上它已成为“星战”的一部分。以拉瑟为首的一个拦截小组制订了几种方案。原理上是使用核导弹，甚至已讨论过设置1 200枚的核导弹群拦截小行星使其爆炸或改变飞行轨道的方案，还提出研制更大威力的爆炸装置和在地球外空或月球上部署导弹群的方案。目前真正对拦截小行星感兴趣的是核武器专家。科学家对这些方案多持消极甚至反对态度。他们认为，地球如遭到巨型小行星或彗星撞击，后果确实是灾难性的，但撞击率终究很小很小。如果为此而在地球上储备和部署大量的核导弹，对人类的威胁和危害实际上将远远大于撞击地球的小天体。如何处理好这个关系，势将成为一个世界性的政治问题。（责任编辑 肖庆山）

（上接第64页）

说到底，计划生育是群众的事业，有了群众自觉自愿的投入和支持，计划生育这项跨世纪的系统工程才能有光明的前景。在国际上保障生育健康的呼声日高的今天，看来我国的人口工作也须在“改革开放”中汇入世界的新潮流，开辟我国计划生育发展的新阶段——在提高妇女地位、保障妇幼健康的前提下，更好地做好生育控制工作。

“抓紧、抓好”是现有人口控制体制下的一种工作思路，我们往往迷信过去的经验和老办法，总以为在我国，管用的还是行政措施。然而，正是这种思路阻碍了我们更快地走出人口困境。一方面，“你超生，我罚款，各取所需，各得其所”的现象屡有发生，使罚款机制严重背离了我们严格控制人口增长的初衷；另一方面，在现有的条件下，又不能不依赖于强制力主导型的人口控制机制。结果可想而知，计划生育越来越“走过场”，成为一种糊弄上级的有名无实的工作。譬如，在农村基层，超生罚款的正效应已逐渐减弱，而负效应则日渐显露，至少带来了三方面的不良后果：一是“有钱不怕罚，无钱罚不了”，

“以罚代法”、“以罚代管”等现象助长了无计划生育的社会风气，使农村越来越多地区的计划生育工作形同虚设；二是超生罚款的做法极易造成一般群众的对抗心理和逆反心理，长期以来已构成影响干群关系和社会稳定的重要因素；三是在客观上也助长了某些部门的不正之风，甚至超生罚款成了生财之道，受利益的驱动，有些干部就会不择手段地去征收超生罚款，譬如为超生户网开一面或者擅自加重罚款，从而使罚款抑制无计划生育行为的正面功能完全异化，走向了反面。试想，在这种工作机制不加改革的条件下去“抓紧”，又如何能“抓好”呢？结果很可能使上述不良后果更趋恶化。

总而言之，从人口问题观到人口控制体制，再到计划生育工作的具体运行机制，在新的社会经济条件和人口态势面前都面临变革的问题。理论上，我们已经提出了在新的历史条件下“重新认识中国人口问题”的命题，并有了初步探讨。但在实践中，如何转变和调整工作思路，防止工作中的短期行为，还有很多问题要解决。（责任编辑 孙立明）