

第 1 章

流星！快许愿

看到流星——赶紧许愿。先不说有没有道理，就当今的（生活）环境而言，能看到流星也算是一件蛮“奢侈”的事情了。一是由于“糟糕”的天空状况，高楼大厦的夜景早就遮掩了那微不足道的流星（光）了；二是快节奏的时代，还有多少人，哪怕是驻足一分钟抬头看天空，去找一下流星，欣赏一下美丽的大自然呢？

不过，我劝你还真的要时不时地去“奢侈”一下。城市的夜景很美，那伴随着人类多少的辛劳和酸甜苦辣呀；流星的光很暗弱，那是自然的激发和真情的释放，都值得欣赏。快节奏带来新时代，可我们也需要时不时地停下来，看着划过夜空的流星，思索一下自我，思索一下社会，思索一下人生……相信你读完本书，就会找点空闲、找点时间，去大自然“奢侈”一下。

1.1 流星的传说

天上一颗耀眼的流星划过（图 1.1），马上你的朋友会提醒你：许个愿吧！流星会把你的愿望带给天神，流星会把你的祝福带给你心爱的人，因为流星是天神派到大地的使者。

流星真的能帮人实现愿望吗？如果说这只是人们美好的幻想，这只能在心理学范围内成立。可是，流星许愿的说法已经流传了几千年呀！是不是确有其事呢？查阅国内外的相关资料，并没有找到很具体很直接的有关“流星许愿”的说法，这里，我们只能根据古人的一些传说去猜想一二。

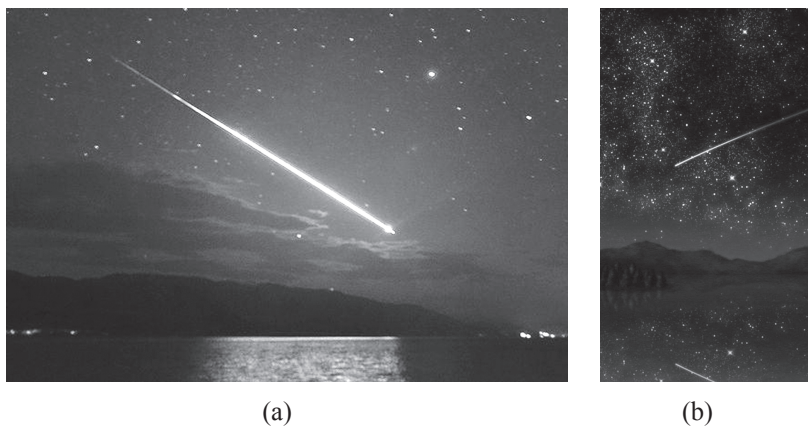


图 1.1 每天肉眼能见的，像（a）图那样一闪而过的流星，全球 24h 有 5 万颗；（b）这颗比较特殊，它划过了尼斯湖的上空

1.1.1 天神的使者

在古代中国，流星是天神的使者，有句话就叫“快步流星”。这大

约是由于流星代表了一种“(快速的)时间经过”，即从出现到消失的时间甚为短促；唯其短暂，且形态、轨迹各异，光泽、色彩多变，方才显示出它的“神秘”意义，才配得上做天神的神秘使者。

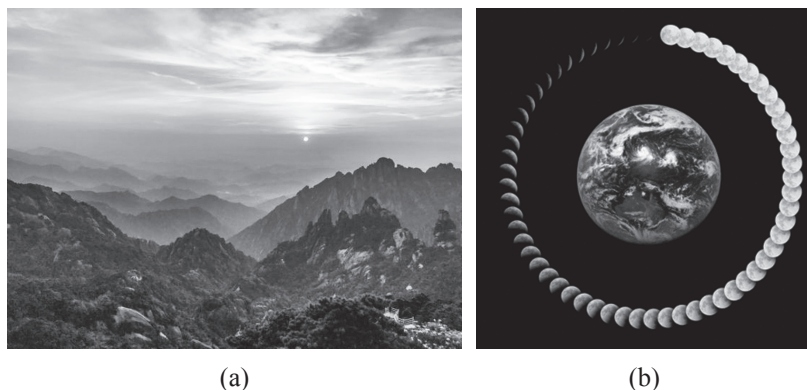
中国古代的大占星家李淳风说过：“流星者，天皇之使，五行之散精也。飞行列宿，告示休咎。若星大使大（星大则其所负‘告示休咎’之使命亦大），星小使小。星大则事大而害深，星小则事小而祸浅。”中国的哲学思维，以及事物的基本组成，都来源于阴阳演化出的“五行”。而五行的具体代表就是天上的五大行星，它们的出没和运行告示了人世间的吉凶祸福。那么，怎么“通知”地上的人们呢？流星呀，它很快、很及时，带着五行的“警示”，飞跃各个星宿，向人们传达上天的懿旨。至于为什么说“星大则事大而害深，星小则事小而祸浅”。是因为古代国人一直把流星、彗星之类的快速运动的天体看成“灾星”吧。

1.1.2 改变命运

流星一词在英文中有3种说法：shooting star、falling star 和 meteor。Meteor 一般用在天文学，比如流星雨就是 meteor shower。

“Falling star”则有点“日薄西山（图1.2）”的意思，中国人看到“流星”想到的是生命的稍纵即逝，由盛转衰，看来外国人也如此想，看到流星许个愿，这个愿就能圆，是想改变自己的命运吧？

有落下才会有升起，当流星落下的最后时刻，我们说出愿望，这个愿望就会跟着升起来的那道“希望之光”被捎带到天上去。据说，“日薄西山”的后一句是“来日方长”。来日方长译成英文是：The coming days would be long，这个太直白了，不“文艺”；喜欢这样译：There will be ample time；或者下面这句最能表达我们的意思：Tomorrow is another day。



(a)

(b)

图 1.2

(a) 日薄西山; (b) 月缺月圆

“Shooting star”就是在明确地表达我们会有不一样的一天，会有不一样的情况发生！“Shooting star”和“falling star”差不多，都表示“流星”的意思，但它是从“射击明星”转化过来的，也有“break into another world”（冲进新世界，图 1.3）或者“sparkling”（耀眼）这种积极的含义，看来是在主动期待改变自己的命运。“耀眼”就有“宣告”的意思，所以，看到流星我们要大声地把愿望“宣告”出来！

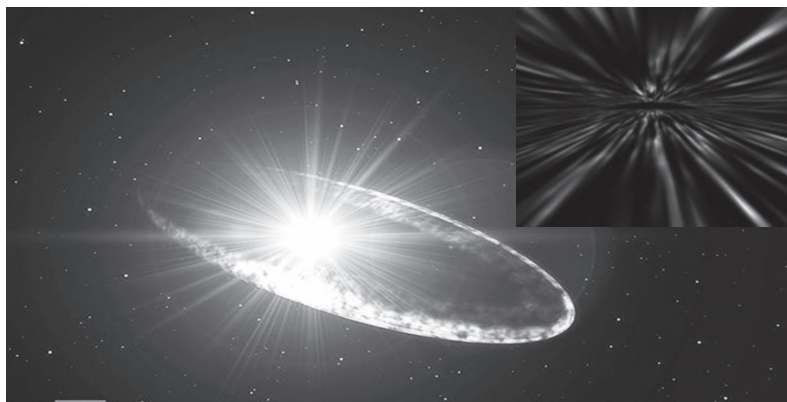


图 1.3 冲进新世界，就像超新星爆发，有“死”才有“生”

1.1.3 现在进行时

根据古老的说法:一颗星坠落就必须有一份灵魂补上去。人死了,灵魂就升天,升天时也就把你的愿望带给上天了。流星总是偶然经过的,把长久放在心里的梦想在那电光火石的一瞬间告慰上天(图 1.4),这样的愿望,才有最终实现的可能。流星是撞入大气的星星,是“现在进行时”;满天星光,不过是远古的星星的影子,是“过去时”,现在时的愿望当然要请“现在进行时”的流星来帮忙了。



图 1.4

(a) 满天的星斗; (b) 流星

所以一定要去看流星,对着它把自己内心的心愿念叨上何止3遍!

1.2 流星

流星是太阳系中行星际空间的尘粒和固体块(流星体)闯入地球大气圈同大气摩擦燃烧产生的光迹。

流星一词来自希腊语“meteoron”,意思是“天空现象”。指的是我们看到流星体划过时留下的光带。一旦流星体同地球相撞(遇),流星体就会与大气摩擦产生一道光迹,如果没燃烧完,落到地面的流星体就成了陨星(石)。



1.2.1 流星与陨石

流星体的质量一般很小，比如产生 5 等亮度流星的流星体直径约 0.5cm，质量约为 0.06mg。大多数我们看见的流星体直径在 0.1 ~ 1cm 之间。当地球穿越它们的轨道时，这些颗粒就会进入地球大气层。由于它们与地球的相对运动速度很高，达到 12 ~ 72km/s，这是 $(42 \pm 30) \text{ km/s}$ 的计算结果（流星体速度 $\pm$ 地球公转速度），与大气分子发生剧烈摩擦而燃烧发光，在夜间天空中表现为一条光迹。若它们在大气中未燃烧尽，落到地面后就称为“陨石”或“陨石”。

流星有单个流星、火流星、流星雨（图 1.5）几种。单个流星的出现时间和方向没有什么规律，又叫偶发流星。



(a)



(b)

图 1.5 流星雨 (a) 和火流星 (b)

在各种流星现象中，最美丽、最壮观的要属流星雨现象。当它出现时，千万颗流星像一条条闪光的丝带，从天空中某一点（辐射点）辐射出来。流星雨以辐射点所在的星座命名，如仙女座流星雨、狮子座流星雨等。历史上出现过许多次著名的流星雨：天琴座流星雨、宝瓶座流星雨、狮子座流星雨、仙女座流星雨……

中国在公元前 687 年就记录到天琴座流星雨，“夜中星陨如雨”，这是世界上最早的关于流星雨的记载（图 1.6）。流星雨的出现是有规律的，它们往往在每年大致相同的日子出现，因此它们又被称为“周期性流星雨”。

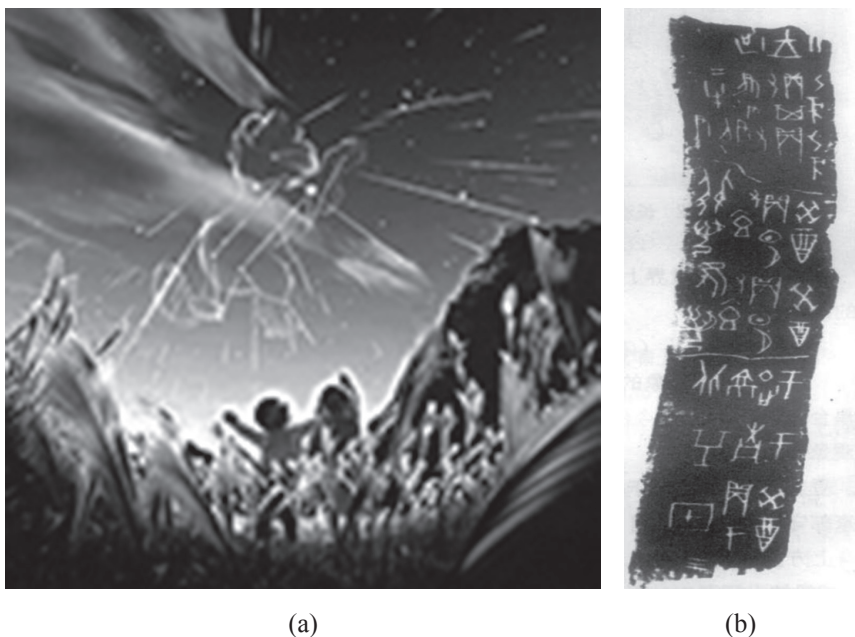


图 1.6 狮子座流星雨从“辐射点”中喷出 (a)，中国古代记载于甲骨文上的天琴座流星雨 (b)

未烧尽的流星体降落在地面上，称为陨石。根据陨石本身所含的化学成分的不同，我们大致把它们分为三种类型：

- (1) 铁陨石，也叫陨铁，它的主要成分是铁和镍；
- (2) 石铁陨石，也叫陨铁石，这类陨石较少，其中铁镍与硅酸盐大致各占一半；
- (3) 石陨石，也叫陨石，主要成分是硅酸盐，这种陨石的数目最多。



陨石包含着丰富的太阳系天体演化形成的早期信息，对它们的实验分析将有助于探求太阳系演化的奥秘。陨石是由地球上已知的化学元素组成的，在一些陨石中找到了水和多种有机物。这成为“是陨石将生命的种子传播到地球的”这一生命起源假说的一个依据。通过对陨石中各种元素的同位素含量测定，可以推算出陨石的年龄，从而推算太阳系开始形成的时期。陨石可能是小行星、（矮）行星、大的卫星或彗星分裂后产生的碎块，也可能其本身就是太阳系的一种早期成分（比如星子），它能为我们带来这些天体的原始信息。著名的陨石有中国吉林陨石（图 1.7（a））、中国新疆大陨铁、美国巴林杰陨石（图 1.7（b））、澳大利亚默其逊碳质陨石等。



(a)



(b)

图 1.7 1976 年中国吉林陨石及其落下时砸出的深坑（a），收集到的陨石总质量达 2t；（b）美国的巴林杰陨石坑

1.2.2 流星故事

每天，大约有 40 亿个流星体落向地球（看看月球背面的“麻子脸”）。不用担心，我们前面说过，多数流星体体积非常小。

为保护国际空间站正常运行（在预计 20 年的使用寿命期间会与 10

万个流星体相撞），国际空间站外围覆盖了一层由凯夫拉尔纤维制成的厚达 30cm 的“毯子”，凯夫拉尔纤维是过去用于制造防弹衣的材料。

陨星撞击据说是造成数百起（天外）伤害事件的罪魁祸首，最早得到科学家证实的一起发生在 1954 年，美国阿拉巴马州的安妮被一块重约 3.6kg 的陨石击中，当时这块陨石穿过她家的屋顶，从收音机上弹了下来，砸在她的屁股上。安妮当时正在睡午觉。

1985 年刊登在《自然》杂志上的一项研究估计，陨星撞击地球且砸中人的概率为每年 0.0055，或是每 180 年发生一起这样的事件。由于安妮已充当了一次活靶子，所以，我们所有人可以高枕无忧地再渡过 110 多年啦。

没有得到科学家证实的“事件”有很多。

1616 年我国曾被陨石砸死数人；1511 年在意大利米拉诺砸死一人；1647 年在日本开往意大利的船上，两名水手被砸死；1950 年，美国的一位妇女被穿屋落下来的一块 4.5kg 重的陨石碎片击伤左腹。

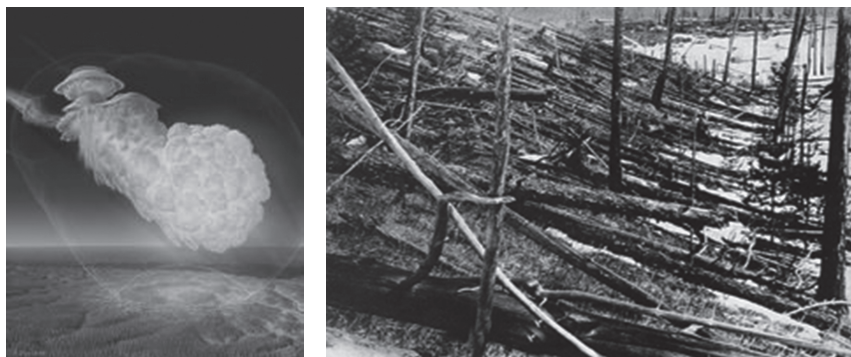
发生在 21 世纪最早的一次是 2004 年，据英国《卫报》报道，一位年近八旬的英国老太太有幸成为英国被陨石“亲密接触”过的第一人。陨石来这位老人家做客时，她正在自己的小花园里抚弄花花草草，忙得不亦乐乎。忽然她看见一个黑乎乎的东西直冲她飞来，霎时，她的手臂一阵发麻，低头看去原来手臂上已经有一条又长又深的口子。老太太惊叫起来，她的惊叫声引来了正在读报纸的丈夫杰克。杰克急忙为老伴包扎伤口，并在花园的草坪上揪出了“罪魁祸首”。原来是一块胡桃大小的棕色石块伤了自己的妻子。但杰克觉得这不像是一块普通的石头，找人鉴定了一下，才知道这块金属样的石头就是“陨石”。接着老太太便成了 21 世纪英国首位被“陨石王子”亲吻过的女人。其实这位英国老太太已经是非常幸运的了，只是被划伤而已。世界上人和动物被陨石伤及性命的事情有多例，最近一次发生在埃及，受害者是一条可爱的小狗，据说

是被击中头部不治而亡。

最著名的陨石撞击（地球）事件就是“通古斯事件”和小行星撞击地球引发恐龙灭绝。

通古斯事件

1908年6月30日早晨，一个来自太空的巨大物体以极高的速度冲进了地球大气层，在西伯利亚通古斯河流域一个人烟稀少的沼泽深林区的上空爆炸（图1.8）。主要由于它体积很大、速度很快，所以与空气摩擦剧烈，使其还没坠落地面就爆炸了。爆炸发出震耳欲聋的轰响，强大的冲击波掀倒焚烧了方圆60km范围的杉树，巨大的火柱冲天而起，又黑又浓的蘑菇云升腾到20多千米的高空，大火一直燃烧了好几天。



(a)

(b)

图 1.8 一颗足够大的陨石冲入大气层爆炸(a)，冲击波造成了林木的“放射性”倒伏(b)

小行星撞击地球引发恐龙灭绝

在大约6500万年前，由于小行星或彗星撞击地球，导致了火山喷发和气候变化，最终造成了恐龙灭绝。人们在墨西哥的尤卡坦半岛附近发现了这个巨大的几乎全部在水下的陨石坑（图1.9），它似乎为这一理论提供了完美的证据。

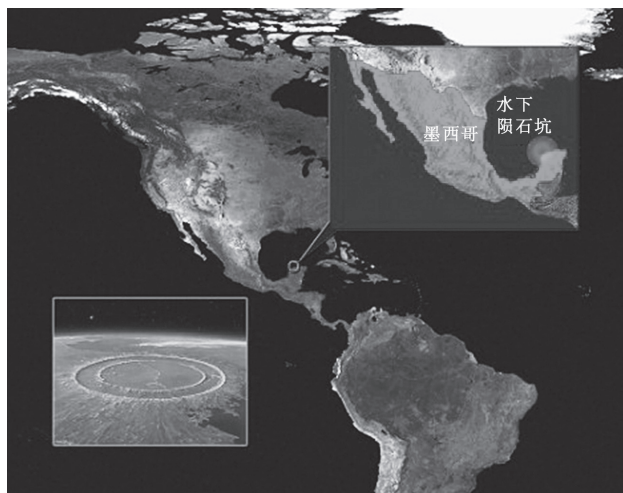


图 1.9 位于墨西哥的尤卡坦半岛海底的巨大的陨石坑

虽然现在许多科学家对小行星撞击造成恐龙灭绝提出质疑,但是,小行星撞击地球时引起的巨大的尘埃云和火山比平时更剧烈爆发产生的火山灰,会严重遮挡阳光的入射,从而造成地球表面温度急剧下降,很多生物无法适应如此巨大的环境变化会走向灭绝之旅。

英国科学家根据他们的研究推测,如果恐龙的生理结构类似于当今的爬行类动物的话,那么 6500 万年前,由于小行星撞击地球,地球的环境发生了巨大变化,恐龙后代的性别大受温度影响,会出现严重的性别失调现象,雌性恐龙越来越少,以至恐龙家族渐渐无法继续繁衍。

在动物王国中,脊椎动物的性别就是在受精的一刹那由父母双方的染色体决定的,如果一条 X 染色体遇到了一条 Y 染色体,那么下一代性别就是雄性;如果两条 X 染色体相遇,那么下一代性别则为雌性。哺乳动物、鸟类、蛇类以及爬行动物中的蜥蜴,后代性别都是如此确定的。然而,由于生理构造和新陈代谢不同,大多数卵生爬行动物后代性别的确定方式非常独特,它们受孵化时巢穴温度的影响,海龟和鳄鱼就是其



中的典型代表，即便它们在同一巢穴中生下上下两层蛋，由于温度不同，孵出的幼体性别就会不同。

英国专家进行了相关的研究，他们认为恐龙的生理构造与当今的卵生爬行动物颇为相似，由此推测出恐龙后代的性别很可能也会随着温度的变化而受到影响，并提出寒冷天气状况会导致恐龙家族多添雄性宝宝，这极可能是导致恐龙覆灭的重要原因。

目前，科学界有一种比较统一的说法：在 6500 万年前，一颗直径达 10km 的小行星曾与地球相撞，导致许多恐龙和其他古生物死亡。碰撞使得大量尘埃漫天飞舞，还令火山运动更加频繁，导致大气中的火山灰增多，因而地球上一度阴云密布，罕见阳光，地球表面的温度随之急剧下降。

许多恐龙死于撞击或者是烈火和毒气，幸存下来的恐龙在这样的条件下继续生存繁衍，但是由于天气寒冷，恐龙妈妈孵出的大多是雄性小恐龙，这使恐龙世界雌雄比例严重失调，随着雌性恐龙的逐渐减少，恐龙家族也就走向了灭亡。

英国专家给出的报告说：“在 6500 万年前，地球上的生命并没有全部灭亡，当时的温度发生了极大的变化，但是那些庞然大物（指恐龙）的遗传系统并没有改变，所以无法与环境适应，以至恐龙家族性别失调。”

也有人指出，早在小行星撞击地球之前，海龟和鳄鱼已经出现在地球上了，它们又是如何逃过这场劫难，顺利繁衍到现在的呢？

专家们近日也对此做出了解释。有科学家在论文中写道：“这些动物（指海龟和鳄鱼）一直生活在水陆交界地带，诸如河床和浅水洼里，这些地方的环境变化相对较小，再加上它们的个体也普遍较小，因而它们有较为充裕的时间去适应环境的变化。”用一句中国的古语来讲就是“船小好调头”。

以往恐龙灭绝说

（1）“气候大变动论” 持这种说法的科学家认为白垩纪晚期的造山

运动引起气候的剧烈变化,许多植物枯死,食用植物的恐龙因此死去。食肉类的恐龙跟着也由于食物短缺灭绝。

(2)“**疾病论**” 美国权威的病理学家认为在地球上恐龙这一物种发展到最鼎盛的时候,一场类似于人类目前面临的艾滋病一样的神秘病毒或者瘟疫突然席卷了整个地球,使这一称霸地球长达1.5亿年的物种灭绝。

(3)“**地磁移动论**” 以美国肯涅学院为代表的学者提出,地球磁极的极圈曾多次发生移动,每次移动都导致自然环境发生巨大变化,恐龙难逃绝种之劫。

(4)“**便秘论**” 持这种观点的人认为,食草类恐龙的食物以苏铁、羊齿等植物为主,后来这类植物灭绝,所以恐龙们不得不改食桑树等植物,造成便秘,食而不化而死亡。

(5)“**种族老化论**”和“**哺乳类竞争论**” 持这两种观点的人认为,在生存竞争中,哺乳类动物无论在繁衍后代,还是在获取食物、适应环境等方面都要优于爬行类动物。“后来者”哺乳类不但与恐龙争食,而且把恐龙蛋吃光了,使恐龙绝了后。

那么,现在还有小行星或其他小天体来撞击地球吗?可以说,每天都有,而且很多!不过,它们都很小,基本上都被地球的大气层“消化”掉了。而且,万一有足够大的天体来袭击地球,我们也是有办法对付的,具体想法、措施我们会在2.3节“‘危险的’天外来客”中讨论。

实际上,太阳诞生50亿年了,已经步入了“中年期”。地球也已经46亿岁了,可以说早就进入了“成熟期”。对于类似的“危机”早就“司空见惯”了。而且,相比较年轻时地球所遭遇的天文学家称之为“后期重轰炸”的小行星轰击,现在的陨石撞击真的可以说是小巫见大巫啦!

你可能会有疑问,这么漂亮的地球真的发生过“后期重轰炸”的小行星轰击过程吗?看看下面这张图吧(图1.10),可以称之为月球的“身份照”,能明显地看出月球面对我们的一面和背对我们的一面之间的差异。

我们知道月球比较“害羞”，它总是一个面朝着地球的。

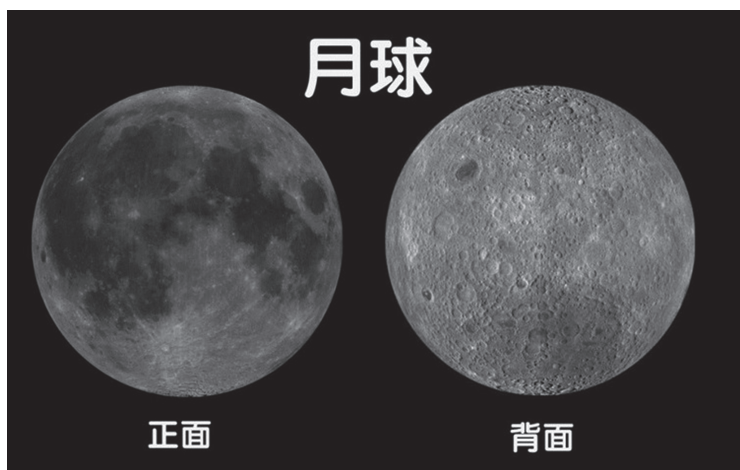


图 1.10 月球正、背面比较，背面有明显的“麻子脸”

造成这种差异的“罪魁祸首”就是“后期重轰炸”的那些小行星们！你可能会接着问，地球没有这样的“麻子脸”呀？是的，现在没有了，那是被地球演化后期的火山爆发、板块运动造成的地表变化、海洋和大气的冲刷给“抹平”了。经测算，大轰炸从 38 亿年前开始，大约持续了 10 亿年左右，从月球陨石坑形成的频率来看，大轰炸对那时刚刚形成的地球表面造成了数十万个撞击坑：

直径超过 20km 的撞击坑 ≥ 22000 个；

直径约 1000km 的撞击盆地 ≥ 240 个；

直径约 5000km 的撞击盆地 ≤ 10 个。

当然，“抹平”这些深坑，最大的原因还是由于地球早期基本上处于一种“熔融”态，可以造成地表翻天覆地的变化。地球上也有间接的“证据”存在，那就是在地球上我们找不到比大轰炸时期更早形成的岩石。而在这之后，月亮形成了，它就成了地球抵御小天体轰炸的“挡箭牌”。

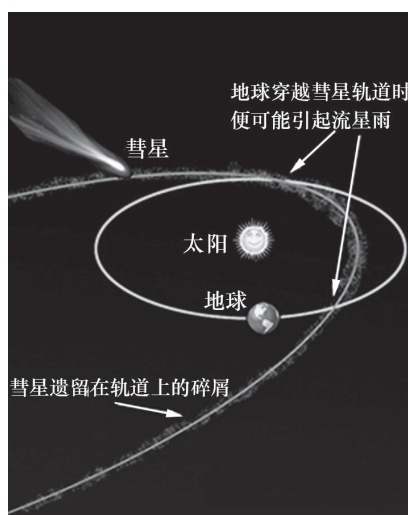
1.3 漂亮的流星雨

天文观测中，尤其是对众多的业余天文爱好者来说，流星雨恐怕是最漂亮、最壮观的天文现象了。相比较深空中灿烂的星云，它是动态的；相对于动态的极光（只有极地可见），它又是全世界随处可见的。你还可以准备好许多“小纸条”去对流星（雨）许愿，如果你足够幸运，可能还会带回家若干颗陨石……所以，流星雨——绝对值得关注！

1.3.1 流星雨的形成

流星雨的产生一般认为是由于流星体（群）闯入地球大气层与地球大气相摩擦的结果。流星体群往往是由彗星喷出的物质或分裂的碎片产生（图 1.11），也有可能是小行星带上的小行星分裂的结果。由于太阳的引力作用，喷出的（或者分裂之后的）物质依然会在彗星或小行星轨道上运行。因此，当彗星的轨道与地球轨道相交时，这些流星体（群）就会成群地“冲入”地球大气层从而形成流星雨。

流星雨看起来像是流星从夜空中的一点迸发并坠落下来，这一点或这一小块天区叫作流星雨的辐射点。通常以流星雨辐射点所在天区的星座给流星雨命名，以区别来自不同方向的流星雨。例如每年 11 月 17 日前后出现的流星雨辐射点在狮子座中，就被命名为狮子座流星雨。猎户座流星雨、天琴座流星雨、英仙座流星雨也是这样命名的。单个出现的偶发流星，在方向和时间上都是随机的，也就无辐射点可言。这样，与偶发流星有着本质不同的流星雨的重要特征之一，就是所有流星的反向延长线都相交于辐射点（图 1.12）。成团的流星体冲入地球大气层时，厚厚的大气起到了一个发散透镜的效果。



(a)



(b)

图 1.11 彗星遗留的物质会撒布在它原来的轨道上，当它们与地球轨道相交时就会形成流星雨 (a)，正在喷出物质的彗星核 (b)

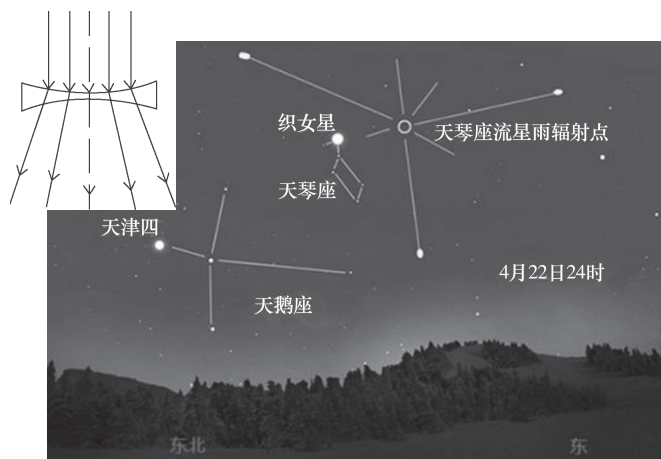


图 1.12 天琴座流星雨的辐射点

世界上最早关于流星雨的记载是中国关于天琴座流星雨的记载：“夜中星陨如雨。”《左传》的记载，鲁庄公七年“夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中星陨如雨”。更早的古书《竹书纪年》中写道：“夏帝癸十五年，夜中星陨如雨。”

我国古代关于流星雨的记录，大约有 180 次之多。其中天琴座流星雨记录大约有 9 次，英仙座流星雨记录大约 12 次，狮子座流星雨记录有 7 次。这些记录，对于研究流星群轨道的演变，是很重要的资料。

每个流星雨的规模大不相同。有的在一小时中只出现几颗流星，但它们看起来都是从同一个辐射点“流出”的，因此也属于流星雨的范畴；有的在短短的时间里，从同一辐射点中能迸发出成千上万颗流星，就像节日中人们燃放的礼花那样壮观。当流星雨的每小时天顶流量（ZHR zenithal hourly rate）超过 1000 时，称为“流星暴”。

流星雨出现的场面，我国古代的记录也很精彩。南北朝时期刘宋孝武帝时，一次天琴座流星雨的记录是这样的：“大明五年……三月，月掩轩辕。……有流星数千万，或长或短，或大或小，并西行，至晓而止。”（《宋书·天文志》）这是在公元 461 年。当然，这里的所谓“数千万”并非确数，而是“为数极多”的泛称。

而英仙座流星雨出现时的情景，从古记录上看来，也令人难以忘怀：“开元二年五月乙卯晦，有星西北流，或如瓮，或如斗，贯北极，小者不可胜数，天星尽摇，至曙乃止。”（《新唐书·天文志》）开元二年是公元 714 年。

不同的流星雨中，流星落下的速度有快有慢。就像我们前面描述的是在 $12 \sim 72\text{km/s}$ 。不过，作为欣赏性的观测，一般我们把流星（雨）的速度大致区分为：快速、中速和慢速三种。

流星（雨）一般是有颜色的，一个流星的颜色是流星体的化学成分及（摩擦）反应温度的体现：钠原子发出橘黄色的光，铁为黄绿色，镁是



蓝绿色，钙为紫色，硅是红色。流星的顏色以紅色、綠色和白色居多。

流星（雨）通常不会发出可以听见的声音。如果你没有看到它的话，它就会悄无声息地一扫而过。对于非常亮的流星，有可能听到它的声音。这些声响主要集中在低频波段。一般的火流星，更容易听到声音。而且，火流星还会在它的轨道上留下一条持久的余迹。

余迹主体颜色多为绿色，是中性的氧原子发光。持续时间通常为 $1 \sim 10\text{s}$ ，亮度会迅速下降。这些亮光来自炽热空气和流星体中的金属原子。

怎样观测流星雨

流星雨地域性不强，有时半个地球都可以看到。一般要知道其辐射点所在位置，辐射点位于天顶附近最好，位于地平线以下 ZHR 值则要大打折扣。

流星雨可能持续数天，极大时间的预报很难做到准确，一般最多精确到小时。预报的极大的 ZHR 只是理论计算值，实际上由于各种因素所能观测到的数量一般是预测数量的 $10\% \sim 20\%$ ，因此心理预期不要太高；所谓观测流星雨的理想条件，是指天空非常晴朗，大气透明度非常好，天空完全黑暗，没有任何人为的光污染，没有月亮等。起码应该够得上我们在丛书第 4 册《星星和我》中介绍的“黑暗天空评价系统”里的第 3、4 级吧。

流星雨的观测应直接用肉眼，不需要用望远镜，因为流星雨的观测需要大的视场，人眼的视场超过 100° ，而普通望远镜只有几度，用望远镜反而不易看到。

所有流星雨都不是只在某个时刻才能看到的，而往往是连续好几天甚至一个月都能观测。但是大多数时候流量都很小，只在一个相对很小的时间段里才会有大量的流星出现，这时我们称之为该流星雨的极大；而爆发主要是针对一些周期性流星雨而言的，它们在大多数年份里，就算

极大时流量也很小,但在某几年却有可能出现流量特别高的极大,这就是爆发。

ZHR 只是表征流星雨大小的一个指标量,指在理想观测条件下,流星雨的辐射点位于头顶正上方时,每小时能看到的流星数量。如果目视极限星等到不了 6.5 等,或者辐射点不在头顶,能看到的流星数量都会减少。

还有, ZHR 是理论预测的结果,所以和实际出现的情况,有可能会差距巨大。某日预报有流星雨,也可能由于天气等原因,数量很小基本看不到;当然,也不排除“天上掉馅饼”的可能,也就是出现的流星雨数目远大于预报值。什么样的流星雨“值得”天文爱好者去熬夜呢?比如,翻阅 2006 年的《天文普及年历》,能看到有 31 个流星雨的预报。其中有 18 个的 ZHR 都小于 10! 这样的流星雨就算在极大时在理想观测条件下每小时也只能看到几颗,观测条件一旦稍差就有可能一颗都看不到,显然不大容易被观测;另有 5 个流量很不稳定,极难预测,大多数年份 ZHR 可能也是不到 10,但突然遇上爆发有可能到几十甚至数百,这种没准的事情天文工作者比较喜欢监测,但普通爱好者观测难度较大;还有 4 个流星雨 ZHR 在 20 ~ 100 之间,这样的流星雨就比较值得专业天文爱好者观测了。剩下的 4 个中,狮子座流星雨比较特殊,我们后面单独详述。这样就还剩下 3 大 ZHR 比较稳定且能上百的流星雨:1 月初的象限仪流星雨、8 月中旬的英仙座流星雨和 12 月中旬的双子座流星雨,这些才是普通爱好者每年值得观测的流星雨。

流星雨的出现一般是下半夜的流星比上半夜多些(图 1.13),因为,上半夜时我们处在地球公转方向的背面,凌晨时我们处在地球公转方向的正面,流星体会更多地迎向我们。所以,通宵观测流星雨是家常便饭。这就要提醒爱好者,注意保持体力和防潮、保暖,并注意安全。

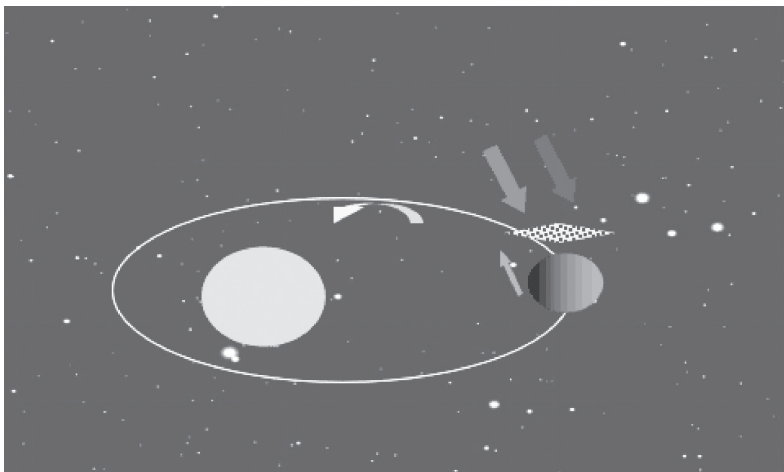


图 1.13 后半夜会看到更多的流星

1.3.2 十大流星雨

流星体的主要来源是彗星——彗星的分裂以及彗星喷出的彗尾物质。彗星主要由冰和尘埃组成，当彗星逐渐靠近太阳时冰会被汽化，使尘埃颗粒像喷泉一样从彗星母体喷出。但大颗粒仍保留在母彗星的周围形成尘埃彗头；小颗粒则被太阳的辐射压力吹散，形成彗尾。

这些位于彗星轨道的尘埃颗粒被称为“流星群体”。当流星体颗粒刚从彗星喷出时，它们的分布是比较集中的。由于大行星引力作用，这些颗粒便逐渐散布于整个彗星轨道。在地球穿过流星体群时，各种形式的流星雨就有可能发生了。每年地球都穿过许多彗星的轨道，如果轨道上存在流星体颗粒，便会发生周期性流星雨。

下面介绍最著名的十大流星雨。

(1) 狮子座流星雨

狮子座流星雨（图 1.14）在每年的 11 月 14—21 日左右出现。一般来说，流星的数目为每小时 10 ~ 15 颗，但平均每 33 ~ 34 年狮子座流星

雨会出现一次高峰,流星数目可超过每小时数千颗。这个现象与坦普尔—塔特尔彗星的周期有关。狮子座流星雨的辐射点位于狮子座 ζ 星附近,因而得名。狮子座流星雨被称为流星雨之王,我们后面将详细介绍。

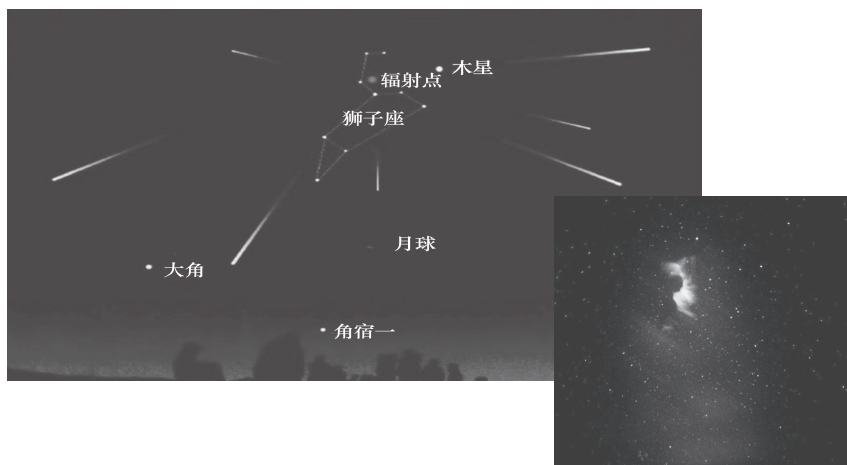


图 1.14 狮子座流星雨(2014 年)辐射点和出现的火流星痕迹(右下)

(2) 双子座流星雨

双子座流星雨在每年的 12 月 13—14 日左右出现,最高潮时流量可以达到每小时 120 颗,且流量极大的持续时间比较长。双子座流星雨源自小行星 1983TB,该小行星由红外天文卫星(infrared astronomical satellite, IRAS)在 1983 年发现,科学家判断其可能是“燃尽”的小行星遗骸。双子座流星雨辐射点位于双子座 β 星处,是著名的周期性流星雨。由于双子座是冬天的星座,会在 12 月的上半夜升起,所以,对于一般的爱好者来说,比较方便欣赏。而且,这个流星雨的辐射点还会跟随地球公转,随着时间移动(图 1.15),会给观测者带来新颖的观感。



图 1.15 双子座流星雨辐射点的移动路径

(3) 英仙座流星雨

英仙座流星雨（图 1.16）每年固定在 7 月 17 日—8 月 24 日这段时间出现，它不但数量多，而且几乎从来没有在夏季星空中缺席过，是最适合非专业流星观测者的流星雨。而且，它出现的时间是在放暑假期间，最方便学生们观测。地位列全年三大周期性流星雨（英仙、双子、天龙）之首。彗星 Swift-Tuttle 是英仙座流星雨之母，1992 年该彗星通过近日点前后时，英仙座流星雨大放异彩，流星数目达到每小时 400 颗以上。

(4) 猎户座流星雨

猎户座流星雨有两种，辐射点在参宿四附近的流星雨一般在 11 月 20 日左右出现；辐射点在 ν 附近的流星雨（图 1.17）则发生于 10 月 15 日—10 月 30 日，极大日在 10 月 21 日，我们常说的猎户座流星雨是后者，它是由著名的哈雷彗星造成的，哈雷彗星每 76 年就会回到太阳系的核心区，散布在彗星轨道上的碎片，形成了著名的猎户座流星雨。这个流星雨比较适合在后半夜欣赏。

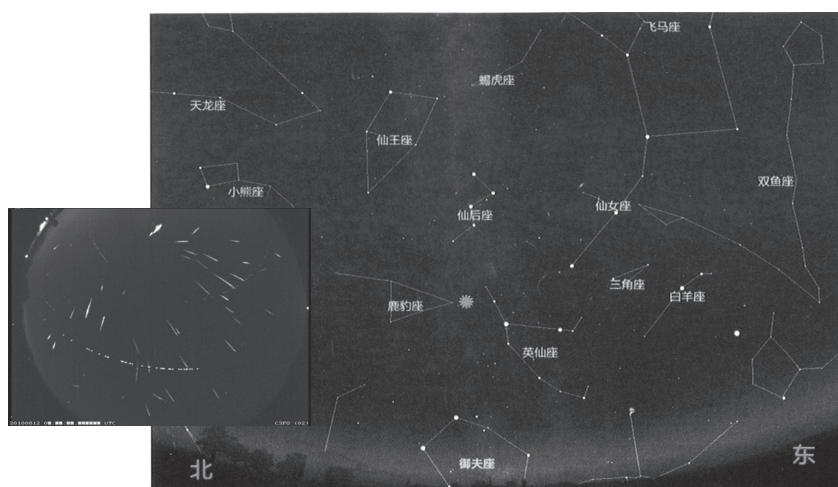


图 1.16 英仙座流星雨辐射点和爱好者拍到的流星雨照片

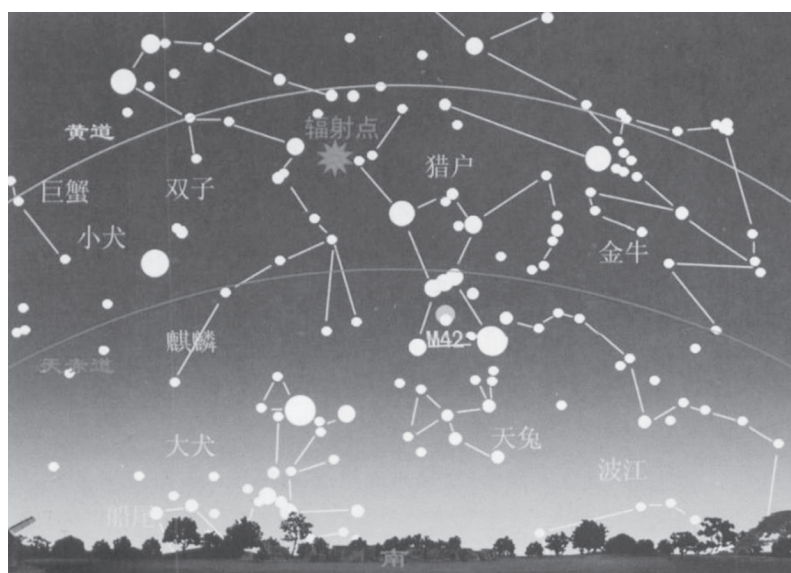


图 1.17 猎户座流星雨的辐射点

(5) 金牛座流星雨

金牛座流星雨在每年的 10 月 25 日—11 月 25 日左右出现，一般 11 月 8 日是其极大日，Encke 彗星轨道上的碎片形成了该流星雨，极大日时平均每小时可观测到五颗流星曳空而过，虽然其流量不大，但由于其周期稳定，所以也是广大天文爱好者热衷的对象之一。金牛座流星雨虽然不是很壮观，但它分为“南群”和“北群”（图 1.18）出现，可以持续观测很久。

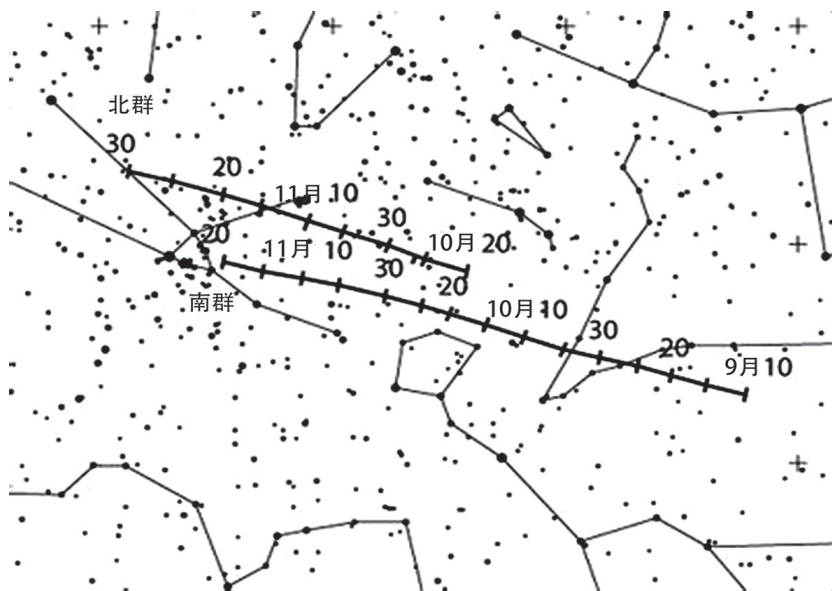


图 1.18 从图上看，从 9 月一直到 11 月两“群”交相呼应

(6) 天龙座流星雨

天龙座流星雨（图 1.19）在每年的 10 月 6—10 日出现，极大日是 10 月 8 日，该流星雨是全年三大周期性流星雨之一，最高时流量可以达到每小时 120 颗，其极大日一般接近新月，基本上不受月光的影响，为观测者提供了很好的观测条件。Giacobini-Zinner 彗星是天龙座流星雨的

本源。天龙座对于我国的大部分区域来说,属于恒显圈,整晚都能看到,很方便爱好者观测。

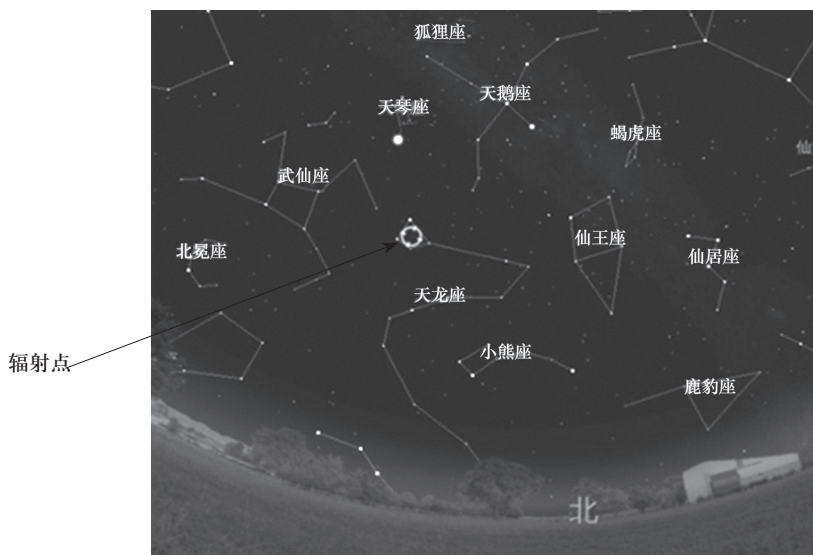


图 1.19 辐射点在图中小圆圈的龙头处

(7) 天琴座流星雨

天琴座流星雨(图 1.20)一般出现于每年的 4 月 19—23 日,通常 22 日是极大日。天琴座流星雨可以说是最适合爱好者观测的流星雨,4 月份的夜晚已经不是很寒冷,晚上 10 点 30 分左右,天琴座会从东北方位升起,而且由于织女星的缘故,也能很容易地找到天琴座。该流星雨是我国最早记录的流星雨,在古代典籍《春秋》中就有对其在公元前 687 年大爆发的生动记载。彗星 1861 I 的轨道碎片形成了天琴座流星雨,该流星雨也是有名的周期性流星雨之一。换句话说,它不会“放你鸽子”!



图 1.20 辐射点就在织女星旁边

(8) 象限仪座流星雨

象限仪座流星雨，每年年初发生。活动期为 1 月 1—5 日，极大一般在 1 月 3 日左右。极大时的平均天顶流量每小时为 120，经常在 60 ~ 200 之间变化。流星的速度为 41km/s 属于中等，亮度较高。类似于天龙座流星雨，它位于恒显圈，所以易于观测。

象限仪座是一个比较古老的星座，现代星座的划分中已经没有这个星座，其位置大致在牧夫座和天龙座之间（图 1.21），赤纬可达 50N 左右。因为其流星雨很特殊，易于观测，所以象限仪座流星雨的名称就保留了下来，反而这个星座倒是被取消了。该流星雨的速度中等，流星亮度较高，分辨象限仪群内的流星并不难，它们的颜色多有些发红。

(9) 宝瓶座流星雨

宝瓶座流星雨活跃时间是在每年的 4 月 19 日—5 月 28 日，高峰期在 5 月 6 日左右。太阳系中围绕哈雷彗星轨道的一条微粒带形成了两个流星雨，其中一个就是猎户座流星雨，另一个就是宝瓶座流星雨（图 1.22）。宝

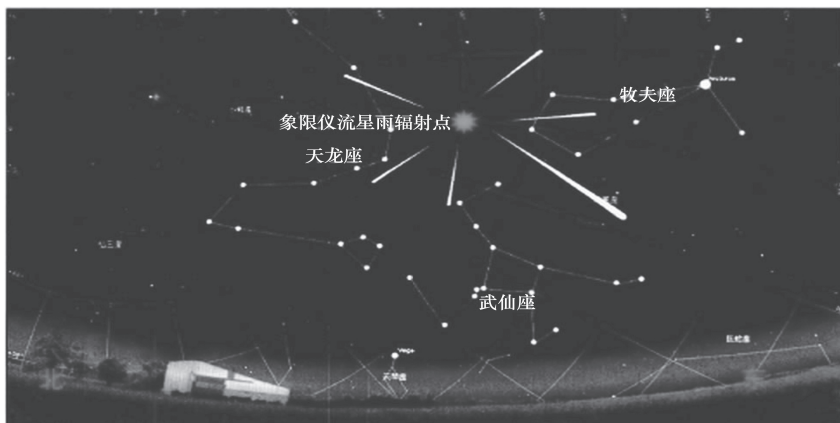


图 1.21 象限仪座流星雨的辐射点在牧夫座和天龙座之间，武仙座的上面

瓶座流星雨的流星能够以 20 万 km/h 的速度飞过天空，是飞行速度最快的流星雨之一。居住在南半球的人们能够更好地观测到宝瓶座流星雨，在高峰期，每小时可以观测到 20 ~ 30 颗流星。居住在北半球的人们能够观测到的流星数量只有南半球的一半左右。



图 1.22 宝瓶座流星雨会在凌晨的东方天际出现

(10) 凤凰座流星雨

凤凰座流星雨（图 1.23）每年 11—12 月份出现，辐射点大致位于赤经 15° ，赤纬 -52° ，极大期为 12 月 5 日。凤凰座流星雨可能和狮子座流星雨一样属于周期性流星群，但其 ZHR 值不稳定，平时一般为 3，但在爆发年份可以达到 100。一般认为凤凰座流星雨的母体是已经丢失了的周期彗星 D/1819W1。凤凰座流星雨是在 1956 年首次被南半球的观测者报告发现，当时 ZHR 值达到 100，这也是凤凰座流星雨留给人们最深刻印象的一次。以后凤凰座流星雨除几次小规模爆发外，ZHR 值一般都为 $1 \sim 5$ 。凤凰座属于南半球，所以我国大部分地区难以看到，不过，如果你有机会去南半球，请别忘了它。



图 1.23 凤凰座流星雨

表 1.1 给出全年著名流星雨的可见日期及小时流量，大家可参考观测。

表 1.1 全年著名流星雨

序号	名称	可见日期	辐射点			特征	小时流量		
			赤经	赤纬	附近恒星		一般	平均	极大
1	象限仪座	1月2—5日	230	+49	天龙座 ι	速度中等, 亮度较高, 红色。母体彗星: C/1490 Y1	60 ~ 200	100	
2	天琴座	4月22—23日	271	+33	天琴座 κ	迅速, 亮, 有火流星。母体彗星: C/1861 G1	5 ~ 25		90
3	宝瓶座	5月3—10日	335	-2	宝瓶座 η	速度中等, 路径长。母体彗星: 哈雷彗星	6 ~ 18	12	70
4	牧夫座	6月22—30日	228	+58	天龙座 ι	缓慢, 不固定。母体彗星: 7P 彗星	1 ~ 2		100
5	摩羯座 α	7月25日—8月10日	308	-12	摩羯座 α	缓慢, 母体彗星: 1881 V	6 ~ 14		
6	宝瓶座 南	7月27日—8月1日	339	-16	宝瓶座 δ	缓慢, 两个辐射点, 路径长。母体彗星: 哈雷彗星	15 ~ 20		60
7	英仙座	8月7—15日	45	+57	英仙座 γ	迅速, 路径长, 亮, 黄色。母体彗星: 1862 III	30 ~ 60		400
8	天鹅座	8月下旬	287	+50	天鹅座 k	迅速, 火流星多, 亮		5	
9	御夫座	8月30日—9月4日	89	+39	御夫座 u	缓慢。母体彗星: 1911 II		6	10
10	天龙座	10月8—9日	262	+54	天龙座 ζ	缓慢, 母体彗星: 贾科比尼	不定		1000
11	猎户座	10月18—23日	92	+17	猎户座 v	迅速, 有光迹。母体彗星: 哈雷彗星		25	60

续表

序号	名称	可见日期	辐射点			特征	小时流量		
			赤经	赤纬	附近恒星		一般	平均	极大
12	金牛座	11月上旬	56	+15	金牛座 λ	缓慢, 生光。母体彗星: 恩克		5	
13	狮子座	11月14—19日	150	+22	狮子座 γ	迅速, 路径长, 青绿色, 流星多, 每小时最大流量呈33年周期。母体彗星: 1866 II	10 ~ 15		超过10万
14	凤凰座	12月5日	15	-46	凤凰座 β	缓慢, 生光, 母体彗星: D/1819 W1	可变	3	100
15	双子座	12月11—16日	111	+33	双子座 α	迅速, 路径短, 亮流星很多, 白色。母体彗星: 小行星3200法厄同	10 ~ 20		120
16	小熊座	12月21—23日	206	+80	小熊座 β	缓慢, 有色彩。母体彗星: 塔特尔		10	

1.3.3 流星雨之王——狮子座流星雨

这个著名的流星雨几乎是唯一一个能给人真正“星殒如雨”感觉的流星雨（当然天龙座在大爆发时也勉强可以给人这样的感觉），它在历史上爆发时曾经达到过上10万的流量！你可以想象一下，10万/h，1h=3600s，意味着平均每秒都能看到将近30颗流星，并且这个流星雨中火流星很多，那是何其壮观的场面！不过它的爆发有个简单的33年的周期，也就是说，每过33年，我们才有连续的三四次机会目睹这样的爆发，平常年份这个流星雨的ZHR也就10~100。

上一次的大爆发预测是在1999年前后的3、4年间，结果人们从1998年监测到2002年，情况是这样的：

1998年的ZHR达到了400，但比预报提前了一天，大多数人都错过。

1999年，天文学家修改了对它的预报模型，更准确地预报了这次流星雨。不过这一年的爆发时刻是北京时间11月18日中午，中国爱好者没能观测到精彩的爆发，欧洲方面的观测显示ZHR达到了3700！这已经是很强的流星暴雨了。

2000年，这个流星雨的ZHR又回落到了几百的量级。

2001年，中国的爱好者苦等了4年，终于盼到了一次最好的观测机会：极大时间在11月18日晚上，没有月光干扰。而狮王也没有让我们失望，发出了一次真正的怒吼——ZHR达到了10000以上！！！所有在11月18日晚上观测过这次流星雨的人相信都终生难忘。一个北京的爱好者是这样叙述他的观测过程的：“那晚我没干别的，一直仰着脖子看流星，同时大声地说出流星出现的方位、亮度、速度以记录到录音机里。我的嗓子一刻都没有休息的机会，因为流星总是在不断地出现，各种各样的火流星，有时几颗一起出现，有些颜色是绿色的，有些能划过整个天空落入地平线，有些出现以后还会再次爆炸改变轨迹，有些亮到可以照出人的影子，有些会在空中留下十几分钟不散的余迹……那晚我几乎完全疯狂了，脖子仰累了，就干脆躺在冰冷的地面上；嗓子沙哑了，喝口水接着来。很多同学一开始看到那么多流星也很激动很热情地观看，到后来却一个个都‘恶心’地不想再抬头了——实在太多了，都看腻了！！！当然，我是看不腻的，一个天文爱好者面对这么壮观的天文现象怎么可能看腻呢！狮子座流星雨真是上帝赐予人类的珍贵礼物啊！！！直到天色发白我们坐车往回返的时候，在车里透过窗户还能时不时地看到火流星呢！”这里，我们从他的叙述中用了那么多的感叹号“！”就可以知道他是多么激动！对这位同学，我们只能说一句：你太幸运啦！

2002年，据预报也会有很高的流量，不过极大时刻在北美一带，且有满月干扰，观测条件不佳。最终墨西哥方面的报道显示每小时也能看

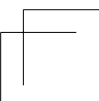
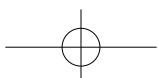
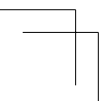
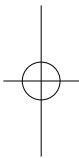
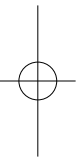
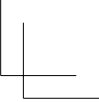
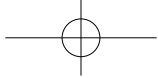
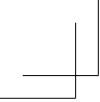
到 1000 多颗流星，这在满月的干扰下已经是相当恐怖的数量了！

然后，狮子座流星雨（图 1.24）就暂时销声匿迹了，下一次爆发按常理应该在 2033 年。可是这个周期不总是那么准的，因为这个流星群还受其他很多因素影响。据预测，2033 年和 2066 年，狮子座流星群受木星引力摄动的影响，将不会有所作为。那两次也许会有小爆发，但不大可能出现 2001 年那样壮观的场面。真正的下一次大爆发，很可能要等到 2099 年去了。不过，如果你真地想体验一下什么叫真正的“星殒如雨”，那就好好补充你的天文学知识，还有——好好地活着吧。



图 1.24 狮子座流星雨的“辉煌”。右下为现存于大英博物馆的描述历史上“每小时 10 万颗流量”的著名的版画

对于天文爱好者来说，如果想在有生之年真正看一次流星雨，也就务实点，挑一个预报机会确实很好的普通流星雨，做好充足的准备工作，仔细地找一个理想的观测地，然后踏踏实实地看一个晚上吧！如果在爆发时你一小时看到了 50 颗以上的流星，那就是相当不错的成绩了！知足吧！



第 2 章

伟大的彗星

我们说彗星伟大，主要是来源于有史以来人们对它的认识。

在我国古代对彗星的记载中，把彗星称为孛星、妖星、星孛、异星、奇星等（图 2.1），听起来好像都与“怪物”有关。要知道，在人们的认知领域，把怪异的、不可捉摸的“怪物”可是想象为是无所不能的啊！



图 2.1 长沙马王堆汉墓出土的彗星图画



而古代西方对“怪物”的描述更恐怖：它的尾巴异常之长，颜色红得像血一般，在这颗彗星的头上我们看出一只屈曲的臂，手里持着一柄长剑，好像要往下砍。在剑端有三颗星。在这彗星的光芒两旁有许多带着鲜血的刀、斧、剑、矛，其中还混杂有许多邪恶的、须毛悚悚的人头。

那么，为什么人们对彗星如此恐惧呢？首先，不了解它的来历、运行周期及其与地球的关系，不具备与之相关的科学知识是首要原因；其次，中外占星术的推波助澜也起到了关键的作用。比如，中外占星术都有“成功”利用彗星出现预测大人物的生死、改朝换代、大洪水、大瘟疫等事例的记载，无不与灾难出现有关。

就近现代人们对彗星的了解来看，也经历了一个曲折而伟大的过程。比如，我们认为彗星带来了人类的“种子”；彗星能为我们解开太阳系起源之谜；彗星为我们带来了水。

彗星确有许多的“事迹”，最有轰动效应的当然就是哈雷彗星了。

2.1 天文学家的宠儿

有一部好莱坞大片叫《深度撞击》，是一部科幻电影，实际上它的现实“脚本”来源于2005年的7月4日，美国宇航局的“深度撞击”彗星探测器与坦普尔1号彗星（图2.2）在太空深处上演的一场亲密接触的精彩大戏。美国宇航局官方公布的天文学上的《深度撞击》大片的“剧本”摘要如下：

（1）导演：众多大腕联手执导，云集业界顶尖机构及科研院校、企业等，包括美国宇航局及其喷气推进实验室、马里兰大学等高校以及“鲍尔”航天科技公司等企业。

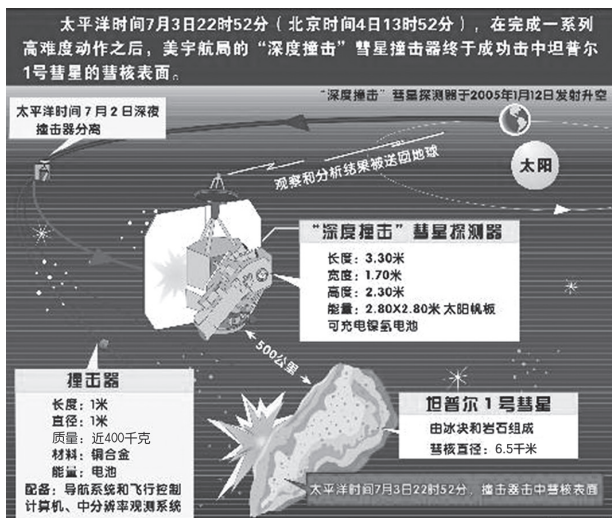


图 2.2 美国的“深度撞击”计划实施示意图

（2）剧本创意：30 多年前，英国科幻作家阿瑟·克拉克在一本名为《2001》的作品中构想出“撞击彗星”的创意，引起了诸多航天大腕的兴趣。



经过不断改进、完善后的计划，最终于 1999 年 7 月被美国宇航局等方面采纳。

(3) 时间：格林尼治时间 2005 年 7 月 4 日（美国的独立日）早上 5 时 52 分（北京时间 4 日 13 时 52 分）。

(4) 地点：距地球 1.3 亿 km 的太空深处，室女座中最明亮的星体角宿一附近。

(5) 主角一：“深度撞击”彗星探测器，于 2005 年 1 月 12 日发射升空。它由两部分组成，一是飞行器，负责提供动力并携带有诸多科学仪器；二是用来轰击彗核表面的撞击器，体积相当于一台普通家用冰箱，重 370kg。

(6) 主角二：坦普尔 1 号彗星，它由德国天文学家坦普尔于 1867 年发现并以他的名字而命名，这颗彗星的“远日点”在火星和木星之间，围绕太阳以椭圆轨道运行，环绕周期 5.5 年，彗核自转周期约 42h。

(7) 剧情梗概：北京时间 7 月 3 日 14 时 07 分，“深度撞击”彗星撞击器从其搭载的母船探测器中被释放出来，并开始调整飞行姿态和速度，等待与坦普尔 1 号的约会。约 24h 后，坦普尔 1 号彗星如约而至，两者以约 10km/s 的相对速度“激情”相撞。

(8) 摄像：此次拍摄规模庞大，各路高手精英尽出。太空中，美国的“哈勃”“斯皮策”“钱德拉”和欧洲的“牛顿”天文望远镜等从各个波段全程观察；地面上，美国（国家）基特峰天文台、欧洲南方天文台、我国南京紫金山天文台等也进行了持续的监测。在能见度好的情况下，西半球某些地区如智利的人们可以借助高倍望远镜参与“实录”。

(9) 投资及制作：“深度撞击”共耗资 3.3 亿美元。

大约 6 年后的 2011 年，美国发射的“星尘”探测器从这颗遭到撞击的彗星身边飞过，并且拍到了彗星表面被撞击后留下的“明显伤痕”——1 座小环形山（图 2.3）。

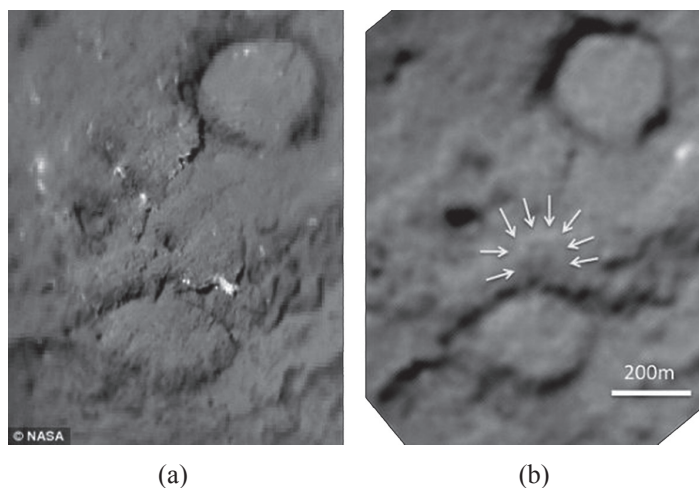


图 2.3 (a) 撞击前, (b) 6 年后拍摄的撞击后

搞得这么复杂、花了这么多的钱, 计划的意义何在? 其一, 撞击实验将帮助我们对太阳系诞生的过程有更多了解, 并将对探索生命的起源、地球上水的来源也有重大意义。天文学家猜想, 包括地球在内的(地内)行星, 大约 38 亿年前可能都曾受到彗星的密集轰击(LHB), 而不久后地球上就出现了生命, 两者之间可能有联系。如果能由此在回答“人类从哪里来”的问题上有所帮助, 此次撞击的意义将惠及全人类; 其二, 整个过程的航天器无人控制技术堪称完美, 而这对人类未来远足外空, 离开蛰居许久的地球家园, 前往外空开辟新的乐土, 将具有重大意义; 其三, 以如此一种好莱坞大片的方式进行的“深度撞击”, 无疑能激发出人类更多的想像, 吸引更多的人投身科学探索。或许在许多人的眼中, 科学研究总是枯燥无味的, 而空间探索则更是“虚无缥缈”的。但“深度撞击”吸引了无数的眼球, 当人们今后仰望苍穹的时候, 心中或许会萌发出更多从事科学探索的激情。而这, 或许远比传统教科书式科普教育的效果要来得好得多。可能有人会说, “深度撞击”耗资 3.3 亿美元, 如此巨资



是否值得？值不值得，您还是来比较一下吧，一架 B-2 轰炸机的单价高达 21 亿美元，当它在地球上留下深坑的同时，留在人类心灵上的伤害，又是多么深重呢？！探测器“香消玉殒”在宇宙深处，“深度撞击”留给人类的，绝非仅仅只是一场华美的“焰火”表演。

“深度撞击”更体现出了彗星在人们，尤其是天文学家眼里的“伟大”。而这一伟大是从哈雷和哈雷彗星开始的。

2.1.1 哈雷和哈雷彗星

爱德蒙·哈雷（Edmond Halley），1656 年 10 月 29 日出生于伦敦，1742 年 1 月 14 日逝世于伦敦。英国天文学家、地质物理学家、数学家、气象学家和物理学家。曾任牛津大学几何学教授，并是第二任格林尼治天文台台长。

1. 传奇人生

哈雷 20 岁毕业于牛津大学王后学院。此后，他放弃了即将到手的学位证书，去圣赫勒纳岛（南大西洋的一个火山岛，隶属于英国）建立了一座临时天文台。在那里，哈雷仔细观测天象，编制了第一个南天星表，弥补了天文学界原来只有北天星表的不足。哈雷的这个南天星表包括了 381 颗恒星的方位，它于 1678 年刊布，当时他才 22 岁。

哈雷最广为人知的贡献就是他对一颗彗星的准确预言。1680 年，哈雷与巴黎天文台第一任台长卡西尼合作，观测了当年出现的一颗大彗星。从此他对彗星发生兴趣。哈雷在整理彗星观测记录的过程中，发现 1682 年出现的一颗彗星的轨道根数，与 1607 年开普勒观测的和 1531 年阿皮延观测的彗星轨道根数相近，出现的时间间隔都是 75 或 76 年。哈雷运用牛顿万有引力定律反复推算，得出结论认为，这三次出现的彗星，并不是三颗不同的彗星，而是同一颗彗星的三次出现。哈雷以此为据，预言这颗彗星将于 1758 年再次出现。1759 年 3 月，全世界的天文台都在等

待哈雷预言的这颗彗星。3月13日，这颗明亮的彗星拖着长长的尾巴，出现在星空中。遗憾的是，哈雷已于1742年逝世，未能亲眼看到。1759年这颗彗星被命名为哈雷彗星，那是在他去世大约16年之后。根据哈雷的计算，预测这颗彗星将于1835年和1910年（图2.4）回来，结果，这颗彗星都如期而至。1910年的哈雷彗星回归景象尤其壮观，它的亮度可与全天最亮的金星比拟；它的尾巴可横跨 $\frac{2}{3}$ 的天空。

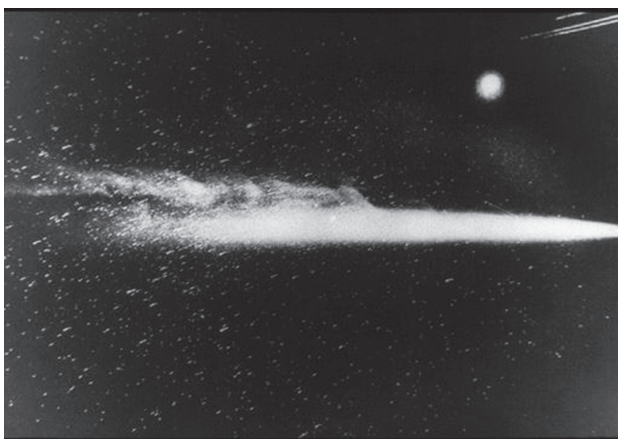


图 2.4 1910 年在巴黎上空拍摄的哈雷彗星照片，右上的“亮点”是金星

哈雷是个不同凡响的人物。他当过船长、地图绘制员、牛津大学几何学教授、皇家制币厂副厂长、皇家天文学家，是深海潜水钟的发明人。他写过有关磁力、潮汐和行星运动方面的权威文章，还天真地写过关于鸦片的效果的文章。他发明了气象图和潮汐运算表，发现了恒星的自行，提出了利用金星凌日的机会测算地球的年龄和地球到太阳的距离的方法，甚至发明了一种把鱼类保鲜到淡季的实用方法。他还发现了月亮运动的长期加速现象，为精密研究地月系的运动做出了重要贡献。

哈雷作为船长航海归来后，绘制了一张显示大西洋各地磁偏角的地图（图2.5）。

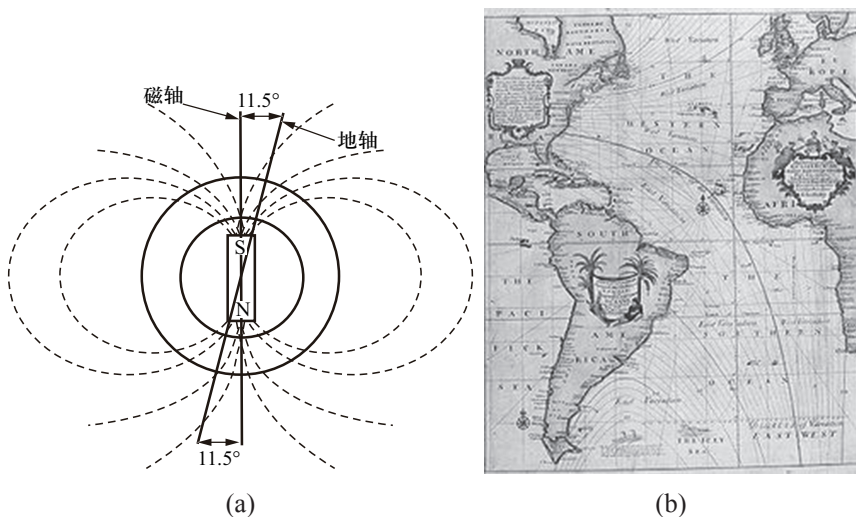


图 2.5 磁偏角 (a) 和哈雷绘制的大西洋磁偏角图 (b)

磁偏角，即指南针指示的北方与实际正北方的夹角，我国宋代科学家沈括首先发现磁偏角现象。哈雷在十四五岁时就对这现象感兴趣了，当时还亲手测量了几次。三十多年后，在经历海上、船上重重艰辛后，这张实用又美观的地图问世了。它是第一张绘有等值线的图。图中每条曲线经过的点，磁偏角的值都是相同的。今天我们常看到的有等高线的地形图、有等气压线的天气图，其实都来自哈雷的创意。等值线在当时被称为“哈雷之线”（Halleyan Lines）。

如果有人拿出个难题请教哈雷，哈雷一定会想尽一切方法去解决它。比如说，一个皇家学会成员霍顿问他：怎样才能合理而准确地测量出英格兰和威尔士的总面积呢？版图是不规则的，直接对着地图，用尺子测量再计算显然太费工夫了。对这个复杂的问题，哈雷用了一种独特的方式轻松搞定了。他找来了当时最精确的地图，贴在一块质地均匀的木板上，然后小心地沿着边界把地图上的英格兰和威尔士切下来，称其重量；再切下一块面积已知的木板（如 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ ），称其重量。两块木板的重量

之比也就是它们的面积之比，所以英格兰和威尔士在地图中的面积可以很容易算出。再根据比例尺进行放大，就可知两地区的实际面积了。他得出的结果和现在用高科技手段测量出的面积惊人吻合。这种方法也可以在某些科学竞赛中找到踪影。

然而，尽管他取得了这么多的成就，但他对人类知识的最大贡献也许只在于他参加了一次科学上的打赌。赌注不大，对方是那个时代的另外两位杰出人物。一位是罗伯特·胡克，人们现在记得最清楚的兴许是他描述了细胞；另一位是伟大而又威严的克里斯托弗·雷恩爵士，他起先其实是一位天文学家，后来还当过建筑师。1683年的一天，哈雷、胡克和雷恩在伦敦吃饭，突然间谈话内容转向了天体运动。据认为，行星往往倾向于以一种特殊的卵行线即以椭圆形在轨道上运行——用理查德·费曼的话来说，“一条特殊而精确的曲线”——但不知道什么原因。雷恩慷慨地提出，要是他们中间谁能找到个答案，他愿意发给他价值40先令（相当于两个星期的工资）的奖品。胡克以好大喜功闻名，尽管有的见解不一定是他自己的。他声称他已经解决这个问题，但现在不愿意告诉大家，他的理由有趣而巧妙，说是这么做会使别人失去自己找出答案的机会。因此，他要“把答案保密一段时间，别人因此会知道怎么珍视它”。没有人知道，他后来有没有再想过这件事。可是，哈雷着了迷，一定要找到这个答案，还于次年前往剑桥大学，冒昧拜访该大学的数学教授艾萨克·牛顿，希望得到他的帮助。1684年8月，哈雷不请自来，登门拜访牛顿。他指望从牛顿那里得到什么帮助，我们只能猜测。但是，多亏一位牛顿的密友——亚伯拉罕·棣莫佛后来写的一篇叙述，我们才有了一篇有关科学界一次最有历史意义的会见的记录：1684年，哈雷博士来剑桥拜访。他们在一起待了一会儿以后，博士问他，要是太阳的引力与行星离太阳距离的平方成反比，他认为行星运行的曲线会是什么样的。这里提到的是一个数学问题，名叫平方反比律。哈雷坚信，这是解释问题



的关键，虽然他对其中的奥妙没有把握。艾萨克·牛顿马上回答说，会是一个椭圆。博士又高兴又惊讶，问他是怎么知道的。“哎呀，”他说，“我已经计算过。”接着，哈雷博士马上要他的计算材料。艾萨克爵士在材料堆里翻了一会儿，但是找不着。这是很令人吃惊的——犹如有人说他已经找到了治愈癌症的方法，但又记不清处方放在哪里了。在哈雷的敦促之下，牛顿答应再算一遍，便拿出了一张纸。他按诺言做了，但做得要多得多。有两年时间，他闭门不出，精心思考，涂涂画画，最后拿出了他的杰作：《自然哲学的数学原理》。并且，哈雷自费为牛顿出版了这本书。

也就是说，因为哈雷，才会诞生科学史上最伟大的著作之一——《自然哲学的数学原理》。

2. 哈雷的绰号

哈雷有许多有意思的绰号。当年他出色地绘制了南天星图，于是当时的英国皇家天文学家弗拉姆斯蒂德便叫他“南天第谷”。第谷是丹麦天文学家，他用肉眼精确测量了北天 777 颗恒星的位置，并发掘出了后来成为“星空立法者”的开普勒。弗拉姆斯蒂德也以观测精确著称，第谷自然成为他心中至高的偶像。22 岁的哈雷竟被性格严肃刻板的弗拉姆斯蒂德毫不吝啬地誉为“南天第谷”，其天文才华可见一斑。

可是，几十年后，哈雷从弗拉姆斯蒂德那里得来了另一个性质完全不同的绰号“雷霉儿”（Raymer）。这是怎么回事呢？

说起来，弗拉姆斯蒂德和第谷确实有很多共同点。第谷发掘了开普勒，而在某种意义上，弗拉姆斯蒂德发掘了哈雷。格林尼治天文台刚准备建设那会儿，弗拉姆斯蒂德作为被指定的天文台第一任台长，到牛津大学去选助手。当时正在上大二的哈雷在同龄人中脱颖而出，从此逐渐成为公众的焦点。

天文台建设得很顺利，一切看起来相当不错。可是随着时间推移，弗拉姆斯蒂德发现他和哈雷的性格根本合不到一块儿。哈雷活泼好动，

说起话来轻快幽默，不着边际的想法多得是，比如说，为什么星星有无数颗，夜晚还是黑的？甚至有时他会搞无伤大雅的恶作剧。这种个性在大部分人看来，当然是极具吸引力的，加上哈雷才华横溢，在公众影响力方面几乎是把弗拉姆斯蒂德秒杀了。弗拉姆斯蒂德一是嫉妒，二是作为一个认真严肃的学者，他绝对不能容忍哈雷这样大大咧咧、锋芒毕露地做学问，于是有段时间他大肆诽谤，传了很多哈雷的丑闻。

从此这两个昔日志同道合的人变成了针尖对麦芒的冤家，互相打着笔墨官司，谁也不让谁。其实哈雷是个大方的人，口才又好，几乎成了皇家学会的“专业调解员”。胡克和海维留（Hevelius）之争、牛顿和胡克之争、牛顿和莱布尼茨之争，都是有了哈雷的劝说才稍显平息（尽管后两者最终还是酿成“杯具”）。但哈雷容忍不了弗拉姆斯蒂德，在他眼里弗拉姆斯蒂德简直是个嫉妒心极强、吃饱了撑地欺负后辈、脾气又怪异的家伙。

而弗拉姆斯蒂德则认为哈雷浮夸自负，没真本事，只靠发挥想像力、拉关系，就在皇家学会里混。更重要的是，哈雷貌似对神不敬。其实哈雷不过是试图用科学道理解释《圣经》里的一些奇异事件，比如大洪水。

与此同时，弗拉姆斯蒂德仍以第谷自诩，他觉得自己的境遇和第谷简直有异曲同工之妙。第谷也有个针尖对麦芒型的冤家，叫 Raymers。但弗拉姆斯蒂德可不敢自夸说自己就是第二代第谷啊，他只好说他的冤家哈雷是第二代 Raymers，简称 Raymer，似乎这样一来也就间接证明了自己和第谷有缘。

可是弗拉姆斯蒂德能和第谷比吗？显然不能。第谷发掘开普勒的故事被传为佳话；而弗拉姆斯蒂德与被他发掘的哈雷最后却闹成这副样子，叫人摇头叹息，情何以堪。

不过不管怎样，“南天第谷”和“雷霉儿”这两个绰号都挺来之不易的，浓缩了两个人之间的戏剧性的传奇。



现在，人们（尤其在西方）谈到哈雷，习惯性地不直呼其名，而是叫他“彗星男”（The Comet Man）。当然，在其他书中，我们可以看到，哈雷还是“潮汐王子”（Prince of Tides），“地球物理学之父”（Father of Geophysics），等等。

还有哪个科学家能享有如此多的绰号呢？

还有以哈雷命名的事物：

- 哈雷彗星——哈雷第一个预言它的回归；
- 哈雷环形山——是火星上的一座环形山；
- 哈雷研究站——位于南极洲。

3. 哈雷彗星

哈雷彗星（正式的名称是 1P/Halley）是最著名的短周期彗星，每隔 75 或 76 年就能从地球上看见，哈雷彗星是唯一能用肉眼直接从地球看见的短周期彗星，也是人一生中唯一可能以肉眼看见两次的彗星。其他能以肉眼看见的彗星可能会更壮观和更美丽，但那些都是数千年才会出现一次的彗星。

至少在公元前 240 年，或许在更早的公元前 466 年，哈雷彗星返回内太阳系就已经被天文学家观测和记录到。在中国、巴比伦和中世纪的欧洲都有这颗彗星出现的清楚记录，但是当时并不知道这是同一颗彗星的再出现。这颗彗星的周期最早就是哈雷测算出来的，因此这颗彗星就以他为名。哈雷彗星上一次回归是在 1986 年，而下一次回归将在 2061 年。

在 1986 年回归时，哈雷彗星成为第一颗被太空船详细观察的彗星，提供了第一手的彗核结构与彗发和彗尾形成机制的资料。这些观测支持了一些长期以来有关彗星结构的假设，特别是弗雷德·惠普的“脏雪球”模型，正确地推测哈雷彗星是挥发性冰、二氧化碳和氨以及尘埃的混合物。这个任务提供的资料还大幅改革和重新配置了有关彗星组成材料的设想；例如，现在理解哈雷彗星的表面主要是布满尘土的，没有挥发性物

质，并且只有一小部分是冰。

轨道计算

哈雷是第一颗被确认的周期彗星。直到文艺复兴之前，哲学家们一致认定彗星的本质是如亚里士多德所论述的，是地球大气中的一种扰动（现象）。这种想法在1577年被第谷推翻，他以视差的测量显示彗星必须在比月球之外更远的地方。许多人依然不认同彗星轨道是绕着太阳，并且假定它们在太阳系内的路径是遵循直线行进的。

在1687年，牛顿发表了它的《自然哲学的数学原理》，他在其中简略地介绍了引力和运动的规律。虽然他一直怀疑在1680年和1681年相继出现的两颗彗星是掠过太阳之前和之后的同一颗彗星（后来发现他是正确的），但他关于彗星的研究工作还未完成，因此未将彗星放入他的模型中。最后，是牛顿的朋友——编辑和出版者哈雷，在他1705年的《彗星天文学论说》中，使用了牛顿新的规律来计算木星和土星的引力对彗星轨道的影响。它的计算使得他在检视历史的记录后，有能力确定在1682年出现的这一颗彗星，和1531年（由阿皮昂观测）与1607年（由开普勒观测）出现的彗星有着几乎相同的轨道要素。哈雷因此推断这三颗彗星事实上是同一颗彗星，每隔76年来一次，周期在75~76年之间修正。在粗略的估计行星引力对彗星的摄动之后，他预测这颗彗星在1758年将会再回来。虽然直到1758年12月25日这颗彗星才被德国的一位农夫和业余天文学家约帕利奇看到，但哈雷的预测还是正确的。因为受到木星和土星摄动的影响这颗彗星回归时间延迟了，直到1759年3月13日才通过近日点。由三位法国数学家组成的小组，认为这个效果（摄动）使它提前了一个月过近日点（与4月13日有一个月的误差），但是哈雷于1742年逝世，未能活着看到这颗彗星的回归。彗星回归的确认，首度证实了除了行星之外，还有其他的天体绕着太阳公转。这也是最早对牛顿物理学成功的测试。在1759年，法国天文学家拉卡伊将这颗彗星命名为

哈雷彗星，以显示对哈雷的尊崇。

在 1 世纪，犹太的天文学家可能已经认识到哈雷彗星是具有周期性的。提出这理论是因为在一篇犹太法典的短文中这样写道：“有一颗星隔 70 年出现一次，会使船长发生错误。”



图 2.6 哈雷彗星出现在英国珍贵的贝叶挂毯上（右上角）

哈雷彗星的记录和联想

最早和最完备的哈雷彗星记录皆出自中国：自秦始皇七年（公元前 240 年）至清宣统二年（1910 年）共有 29 次记录，并符合 76 年周期的计算结果。

在欧洲，哈雷彗星的记录也十分详尽，最早的记录在公元前 11 年，但哈雷彗星回归与其他彗星一样，往往被众多迷信的民众联想成稀罕的灾星，而跟恐慌与灾祸扯上关系。1066 年 4 月哈雷彗星回归时，英国刚好遇着诺曼

底公爵王朝前的侵略战争，当时居民见到彗星高挂的恐惧情况被绘在贝叶挂毯上留传后世（图 2.6）。

几则古老的回归记载

公元前 613 年，《春秋》“秋七月，有星孛入于北斗”。公元前 240 年，《史记·始皇本纪》“始皇七年，彗星先出东方，见北方；五月见西方，十六日”。

公元前 164 年后半年，巴比伦的黏土板有记录。

公元前 12 年 10 月，《新约圣经》有伯利恒之星的说法。

公元 607 年 3 月，《日本书纪》有记录。

684 年 10 月，《日本书纪》（天武 12 年）有记录。

公元 989 年 9 月，日本和中国皆有记录。这一年日本永延三年改元为永祚元年。

1066 年 3 月、1145 年 4 月，日本天养二年改元为久安元年。

1222 年 9 月、1301 年 10 月，日本的《镰仓年代记》、中国的《元史》中皆有记载。

直至 1910 年回归时，尽管已是工业化的社会，人们仍对哈雷彗星充满恐惧。当时计算出来的结果显示：过近日点后的哈雷彗星彗尾将扫过地球，有报纸（图 2.7）故意夸大其恐怖性：彗尾中有毒气渗入大气层，并毒死地球上大部分人。实际上彗尾中的气体是陨星自然产生，不会毒死人类。当时有些偏僻村落的人感到异常恐慌，有报道在中欧和东欧甚至有人因此自杀。

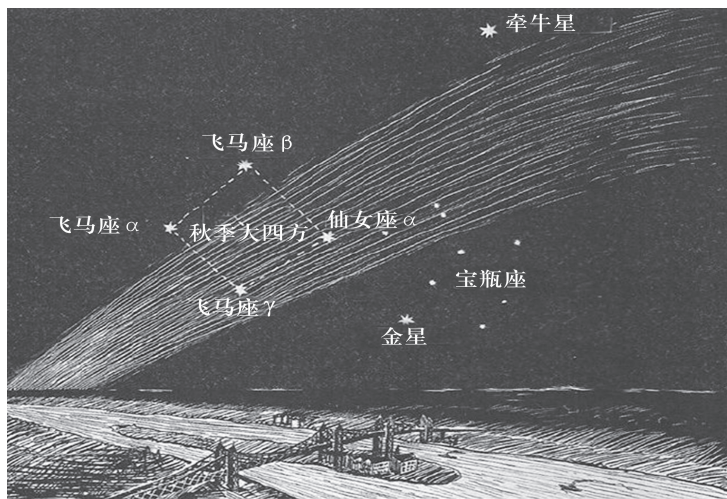


图 2.7 刊登在《纽约时报》上描述 1910 年哈雷彗星横跨天空的图片

这次回归开始，哈雷彗星有了照片（图 2.8）和光谱记录；这次回归最早在 1909 年 9 月 11 日被发现，当时彗星光度 16 等；1910 年 5 月中旬直至月底的彗核亮度达 2 ~ 3 等，5 月 17 日彗尾长达 100 度，往后更发

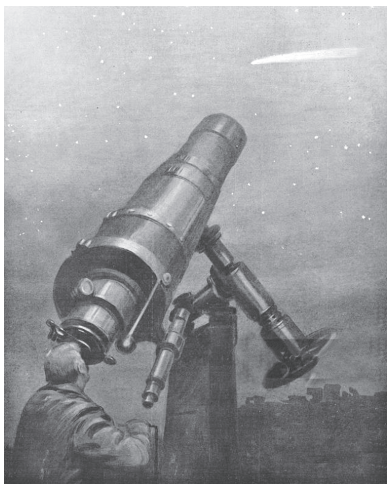


图 2.8 1910 年天文学家用望远镜观测哈雷彗星的照片

展至 140 度之长。由于天文学家已预计 5 月 20 日地球经过哈雷彗星的彗尾(两者相距只有 0.15 AU), 彗尾“扫过”地球的时间是凌晨的 2 点 30 分到 3 点 15 分。这段时间拍下的彗头照片显示彗头复杂动荡的结构, 并且有晕状和鸟冠状的光芒, 5 月 24 日彗核中心分为两个, 各被抛物线状物包围; 当年 8 月时为 9 等星, 翌年 1 月时变为 13 ~ 14 等, 那次回归最后观测记录是 1911 年 6 月 16 日。

1986 年的回归

1986 年初哈雷彗星回归时, 人类对它作了最详尽的观测。它在 1982 年 10 月 16 日率先被美国帕洛马山天文台 5m 反射望远镜以 CCD 拍摄到, 当时光度为 24.2 等, 当时暂定名为 1982I。

由于 1910 年观测时没有计划, 当时各天文台的观测方法和仪器上没有互相联系, 故没有良好成果。为更有效协调全球观测网络, 世界各天文台和天文爱好者之间决定进行联合观测。以美国喷射推进实验室(JPL)为中心, 由美国国家航空航天局(NASA)赞助, 并经国际天文学联合会(IAU)赞同, 由 22 位天文学家组成委员会于 1982 年 8 月 16 日在希腊举行的国际天文学联合会第 18 次全体会议上正式实施“国际哈雷彗星观测计划”(International Halley Watch, IHW)。计划有统一的观测原则、出版规范观测资料和方法, 也考虑了资料整理, 因此使比较研究更容易。此计划由 1983 年 10 月中旬开始直至 1987 年末, 不间断地对哈雷彗星进行观测。

为了观察哈雷彗星, 当时参加这场国际哈雷彗星观测计划的国家所