



科普经典译丛

KEPU JINGDIAN YICONG

活力地球

地球的入侵者

◎ [美] 乔恩·埃里克森 著

◎ 杨帆 译



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS



小行星、彗星和陨星

ASTEROIDS, COMETS, AND METEORITES

自诞生之日起，我们的地球就不断遭受陨星和彗星的轰击。

时至今日，仍有许多彗星和小行星在地球四周游荡，随时可能飞过来。偶尔还会有一些不可捉摸的天体在地球附近徘徊。

这些星际入侵者给我们的地球留下了不可磨灭的印迹。

KEPU JINGDIAN YICONG
科普经典译丛



活力地球

地球的入侵者

小行星、彗星和陨星

◎〔美〕乔恩·埃里克森 著

◎杨帆 译



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

地球的入侵者：小行星、彗星和陨星/(美)乔恩·埃里克森著；杨帆译.
—北京：首都师范大学出版社，2010.7
(科普经典译丛. 活力地球)
ISBN 978-7-5656-0046-3

I. ①地… II. ①乔… ②杨… III. ①小行星—普及读物②彗星—普及读物
③流星体—普及读物 IV. ①P185-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130790号

活力地球丛书

DIQIU DE RUQINZHE—XIAOXINGXING HUIXING HE YUNXING

地球的入侵者——小行星、彗星和陨星（修订版）

〔美〕乔恩·埃里克森 著

杨 帆 译

项目统筹 杨林玉
责任编辑 喜崇爽
责任校对 李佳艺
首都师范大学出版社出版发行
地 址 北京西三环北路105号
邮 编 100048
电 话 010-68418523（总编室）
网 址 www.cnupn.com.cn
三河市鑫利来印刷有限公司印刷
全国新华书店发行
版 次 2010年7月第1版
印 次 2010年7月第1次印刷
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 16.75
字 数 196千
定 价 39.00元

版权所有 违者必究

如有质量问题，请与出版社联系退换

致谢

作者感谢下列机构为本书提供照片：美国核防局（Defense Nuclear Agency）、美国国家航空航天局（NASA）、美国国家海洋和大气局（NOAA）、美国国家光学天文台（NOAO）、美国空军、美国能源部、美国地质调查局（USGS）以及美国海军。

同时，感谢Frank K. Darmstadt 以及Facts On File公司的资深编辑和员工们，感谢你们为本书的制作出版作出的无价贡献。

序言

在人类有记载的历史上，小行星、彗星和陨星一直独具魅力，它们是人们思索与敬畏的对象。早先的人类认为划破天空的火焰是厄运的征兆，并向他们的邪恶的神灵寻求庇佑。如今，人们认为彗星和陨星对地球的撞击是产生历史上的几次大灭绝期的原因，包括6.600万年前恐龙的灭绝。同时，彗星和陨星给地球带来了水分、空气，甚至可能给地球带来了生命。行星本身就是由不计其数的小行星、彗星和星际尘埃构成。因此，小行星、彗星和陨星对地球和生命的形成起了关键性的作用，同时其也应对很多物种的灭绝负责。

在本书中，乔恩·埃里克森把关于小行星、彗星和陨星的迷人论述漂亮地展现给读者。全书可读性强。本书开头讨论了太阳系、太阳以及行星的起源，接着考察了星子（某些太阳系演化理论认为，在太阳系形成的初期，太阳赤道面附近的粒子团由于自吸引而收缩形成小天体，称为星子（planetesimal）——译者注）在地球形成中的作用。在诞生之后的前5亿年中，地球遭到了陨星与彗星的猛烈轰击，这种轰击是那段历史的特征。接下来，埃里克森考察了这种猛烈轰击的重要性。接着，本书纵览了太阳系中其他行星上的陨石坑的不同特征。

随后，埃里克森详细介绍了各个不同的小行星带。对于较大的小行星，如1801年意大利天文学家朱塞普·皮亚齐（Giuseppe Piazzi）发现的直径达600英里（约970千米）的谷神星（Ceres），书中给出了相关描述及小行星发现的历史缘由。书中以易懂的词句介绍了遥远的奥尔特云（Oort cloud）及柯伊伯带（Kuiper belt）中彗星的起源，这让人不禁想到，构成生命的砖石有可能来自遥远的太阳系边缘。如果生命真的源自那里，人类在宇宙中真是

孤独的吗？

本书的最后几章讨论了大型陨星和彗星与地球相撞的可能性以及碰撞的后果。1908年6月30日，一次巨大的爆炸撼动了人烟稀少的中西伯利亚（central Siberia）大地。现在，科学家认为，此次爆炸是由陨星撞击引起的。引起爆炸的陨星是恩克（Encke）彗星的一块碎片，当恩克彗星从地球附近经过时，该碎片从彗星主体上脱落。6月30日早晨，一个巨大的火球穿过西伯利亚的天空，向西飞去。接着，在通古斯（Tunguska）中央附近发生了剧烈爆炸。爆炸异常剧烈，以至将数百英里外的人们都震倒在地。爆炸发生时形成了高达12英里（约19.3千米）的火球，方圆400英里（约640千米）内都可看到，2,000平方千米内的树木都被推倒烧焦。

地球还受到过更大的撞击。有几次撞击曾导致当时地球上50%至90%的物种灭亡，为新生物的进化和生物多样性铺平了道路。现在人们认为，一颗坠落到尤卡塔（Yucatan）半岛的、直径6英里（约9.7千米）的陨星结束了恐龙在地球上的统治。撞击的瞬间形成了一个直径1,200英里（约1,930千米）的火球，接着产生了浪高数百英尺（如果不是数千英尺的话）的海啸。陨星在地面上挖出了一个深坑，坑中抛出的尘土使世界陷入了彻底的黑暗，严寒的天气持续了数月甚至数年之久。尘土沉降下来后，撞击过程中释放出的二氧化碳导致了强烈的温室效应，使地表气温骤升。只有很少的物种得以成功地应对环境改变带来的生存压力，65%的物种在撞击后都灭绝了。

在讨论完撞击事件的历史和撞击的后果之后，乔恩·埃里克森概述了当地球面临小行星或彗星的撞击时，人类可使用的几种防卫手段。也许，人类的未来将有赖于我们增进对这一问题的认识，了解如何应对这种潜在的威胁。就在1996年，一颗直径约0.25英里（约0.40千米）的小行星差点击中地球，它从地球身边飞奔而过，离地球最近时的距离约与地月距离相当。这次险些发生的碰撞中包含着一个严肃的事实：直到此小行星从地球身旁飞奔而过的前几天，我们才观测到它的存在！2002年6月，另一颗小行星到达距地球75,000英里（约120,800千米）处。如果这颗小行星体积再大一些，或者离地球更近一些，结果会怎样？我们能让它停下来吗？如果不能，那么它与地球相撞的结果又会怎样？

——蒂莫西·M·库斯基（Timothy M. Kuský） 博士

简介

陨星学研究的是陨星及陨星对地球的撞击。在月球、近日行星及外行星的卫星上，有着数目众多且十分明显的陨石坑。地球上也存留有几个古代陨石坑的遗迹，这说明地球和太阳系中的其他星体一样，曾经被陨星猛烈地轰击过。陨星的撞击在地壳表面造就了许多醒目的圆形地貌，它们分散于世界各地，是历史上重大陨星撞击灾难的见证。将来，人们会找到更多的陨石坑，这些陨石坑将描绘出一幅清晰的图像，告诉我们很早以前发生了些什么。有迹象表明，陨石坑仍在不断地撞击生成，地球随时可能遭受大型陨星的撞击。

从一开始，大型陨星的撞击就对生命的历史起着重要的影响。在地质史中，小行星和彗星一再轰击地球，这意味着此类撞击事件是一个连续的过程。有时，如山一般大小的小行星撞向地球，并消灭大量物种。物种灭绝中最著名的案例便是恐龙和很多其他物种的灭亡。恐龙杀手在世界各地都留下了它的足迹。

在木星轨道与火星轨道之间有一个宽广的小行星带，其中包含数百万计的石质或金属质的不规则碎片。有的小行星位于小行星主带之外，人们已经观测到几颗位于小行星主带外且轨道与地球轨道相交的大型小行星。彗星撞击地球的速度更快，因而杀伤力也更强。宇宙中有很多彗星和小行星在四处游荡，并随时可能飞向地球。它们一旦与地球相撞，将会杀死数百万人。人们已经发现了数十颗近地小行星，并且，偶尔还会有一些难以捉摸的天体在我们的星球附近徘徊。

本书正文开头介绍了宇宙、星系及太阳系的起源，然后分析了地球与月球的创生及生命的起源。接下来，书中讲述了地球历史上的陨星撞击事件，并考察了太阳系中其他行星及其卫星上陨石坑的状况。紧接着，作者讨论了小行星、小行星带、流星与陨星、彗星及流星雨。此后，书中分析了散布于世界各地的陨石坑和撞击构造，然后讨论了大型陨星撞击的全球效应及物种大灭绝的撞击论。最后，书中分析了大型小行星或彗星撞击地球对人类文明的影响。

科学爱好者尤将享受这一迷人的学科的乐趣，并将更深入地理解自然力作用并影响地球的方式。地质学和地球科学专业的学生也将从本书中获得一些对他们今后的学习有用的参考。本书行文清晰，可读性好。书中配有许多照片、插图和有用的图表，以作为对正文的阐述和补充，相信读者会喜欢。书后附有简明易懂的专业术语表，用以阐明书中出现的较为难懂的术语。陨星对地球的撞击是地质作用的一种，正是各种不知疲倦的地质作用不断塑造着当前的地球。

目录

简表	V
致谢	VII
序言	IX
简介	XI
1 太阳系的起源	
太阳与行星的形成	
大爆炸 / 星系的形成 / 恒星的演化	
太阳的起源 / 行星组合	1
2 地球的形成	
行星的起源	
大碰撞 / 大飞溅 / 大打嗝	
大洪水 / 大沸腾	26
3 成坑事件	
历史上的陨星撞击	
太古代的撞击 / 元古代的撞击	
古生代的撞击 / 中生代的撞击 / 新生代的撞击	50

4	行星上的撞击事件	
	探索陨石坑	
	月球上的陨石坑 / 水星上的陨石坑 / 金星上的陨石坑 火星上的陨石坑 / 外行星上的陨石坑	77
5	小行星	
	漂泊的岩石碎片	
	微小的行星 / 小行星带 / 柯克伍德空隙 / 流星群 陨星坠落 / 探索小行星 / 在小行星上采矿	106
6	彗星	
	宇宙中的碎冰块	
	奥尔特云 / 柯伊伯带 / 掠日彗星 由彗星形成的小行星 / 流星雨 / 探索彗星	127
7	陨石坑	
	撞击构造的形成	
	成坑速率 / 撞击成坑过程 / 冲击效应 / 陨石坑的形成 撞击构造 / 散布区 / 陨石坑的侵蚀	148
8	撞击效应	
	全球性的变化	
	全球效应 / 构造作用 / 海啸 磁场反转 / 冰期 / 大灭绝	172
9	死亡之星	
	撞击导致的物种灭绝	
	超新星 / 末日彗星 / 杀手小行星 / 对恐龙的致命一击 复仇女神星 / X行星	198

10 星际碰撞

小行星与星际撞击

近地小行星 / 近距离造访 / 小行星撞击	
小行星防卫 / 撞击后的幸存	219
结语	239
专业术语	241
译后记	253

简表

1. 太阳系数据概要	16
2. 生物的进化与大气的演化	46
3. 地质年代表	52
4. 火星上主要的火山	92
5. 木星大气的特征	94
6. 主要的小行星一览	120
7. 主要的陨石坑与撞击构造的位置	160
8. 溢流玄武岩火山作用与大灭绝	180
9. 磁场反转与其他现象的比较	189
10. 物种的辐射与灭绝	199
11. 星体对地球最近距离的造访	222

1

太阳系的起源

太阳与行星的形成

人们提出了三个基本理论解释宇宙的创生（图1）：大爆炸理论，认为宇宙一直在膨胀；稳恒态宇宙理论，认为宇宙一直存在，无始无终；脉冲说，认为宇宙周而复始地创生与消亡。根据这里所讨论的大爆炸理论，宇宙中的所有物质，包括各类恒星、星系、星系团及超星系团，都诞生于150亿年前的一次巨大的爆炸。随后，在一些由巨大的恒星爆发所引起的规模较小的爆炸中，元素周期表中的各种元素得以形成。这些爆发的恒星叫超新星。因而，我们是宇宙的产物。我们体内的每一个原子及构成地球的所有原料都来自恒星。

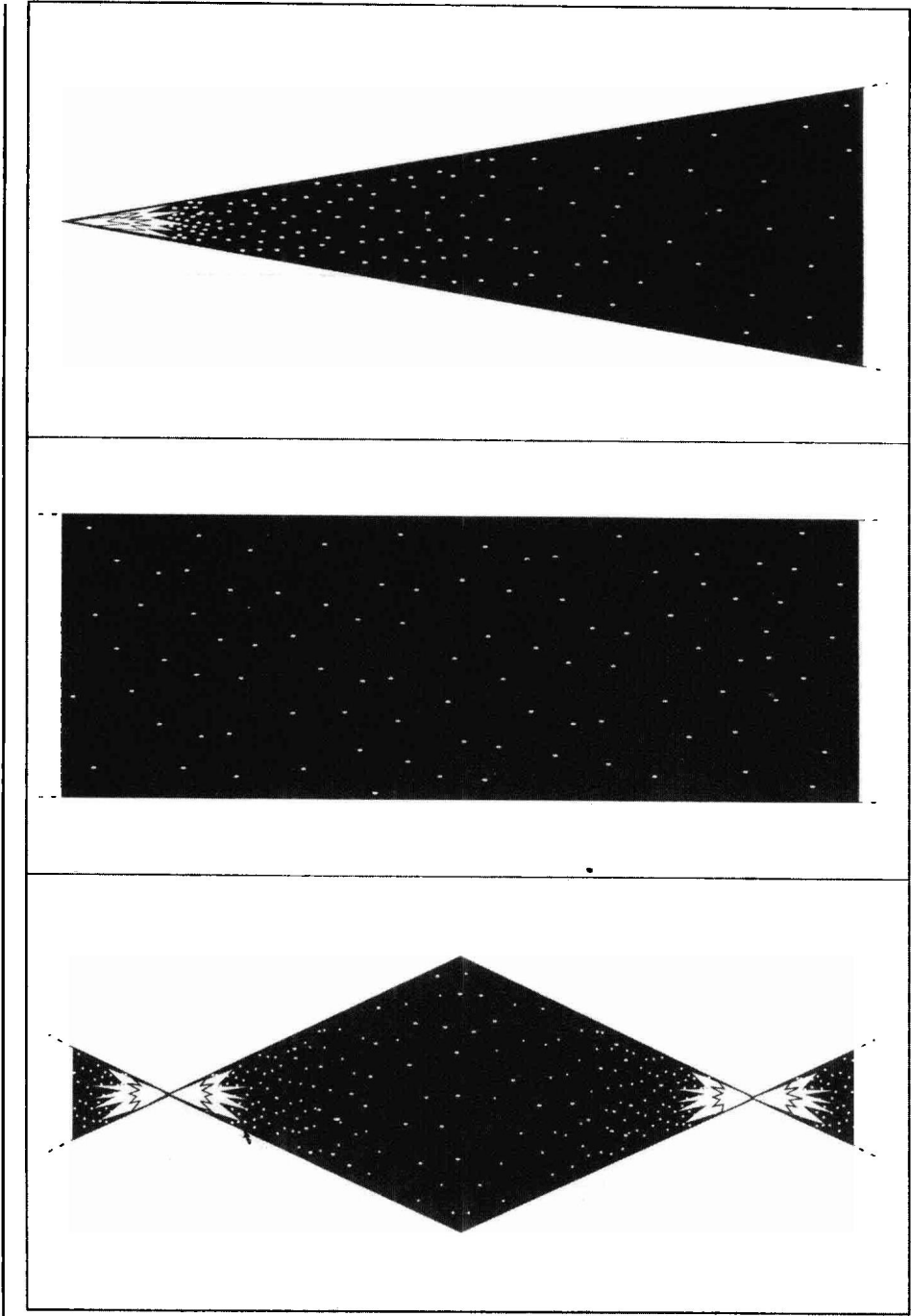


图1
宇宙的创生：大爆炸理论（顶图）、稳恒态宇宙理论（中图）和脉冲说（底图）

理论上认为，银河系的中心有一个黑洞，物质与能量像掉进了宇宙的排水管道一样消失于其中。在距银河系中心向外大约 $2/3$ 的地方，有一颗平凡而孤独的恒星，这颗恒星恰巧就是我们的太阳（图2）。在银河系中，如太阳这样单一的、中等大小的恒星并不多见。也许，只有这样的恒星才会拥有环绕自己运动的行星。因而，在我们头顶无数的恒星中，只有少量拥有行星，而具有生命的则更少。

大爆炸

根据理论，宇宙起源的时候带有某种爆炸力，这个力使得目前距我们最远的星系以接近光速的速度远离我们而去。现在天文学家所看到的最遥远的星系所发出的光芒实际是在早先时产生的，那时宇宙的年龄只有现在的 $1/5$ 。初生的宇宙并非以某个固定的速率生长，而是也许曾在某个短暂的过

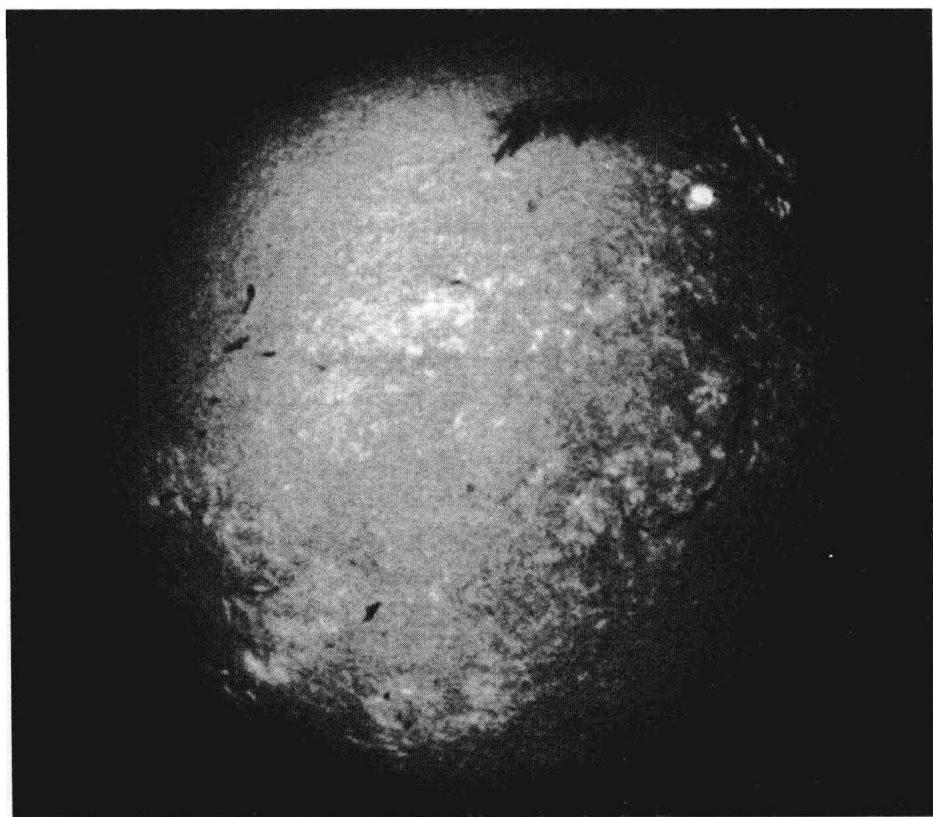


图2

太阳。在图中可以看到太阳黑子。在图的右上方可以看到太阳风暴（本照片蒙美国宇航局惠许刊登）

程中突然膨胀，这一过程被称为“暴涨”。在这一时期中，万有引力可能暂时变为了一种斥力，导致宇宙经历了一次巨大的爆发式膨胀。婴儿期的宇宙在一瞬间像气球一样快速向外膨胀，之后，宇宙平静下来，膨胀速率也降到一个较稳定的值，并逐渐变为我们今天所观察到的这种常规的演化发展形式。暴涨理论解释了宇宙的一些基本特征，例如微波背景辐射的均匀性——微波背景辐射是大爆炸的余辉；另外，空间的平直性（即空间没有曲率）也在其中得到了解释。

这次大爆发持续了约100,000年，宇宙中几乎所有的物质都牵涉于其中。大量由基本粒子组成的高温等离子体形成巨大的旋涡，从各个方向流到空间中。物质流和涡旋在原始汤中激烈地流动，使物质凝聚在一起。原始宇宙的温度最终降至可以形成质子与中子的程度，质子与中子一同构成了原子核。

在大爆炸后的某一时刻，平稳流动的物质能量流出现了涨落，这种涨落为星系的形成播下了种子。空间结构的改变使物质的分布不再均一，而是出现了结块与波纹，这导致了星系和包含多达数百个星系的星系团的产生。这种相变似乎发生于电子与质子结合形成氢原子之后，大约发生在宇宙诞生后的头100万年间。在宇宙中的所有物质中，氢与氦占了99%以上。氦在恒星中不断地产生，然而氢只生成过一次，即在宇宙初生时，大爆炸结束之后就再也没有新的氢元素生成。

据估计，在宇宙的成分中，氢占75%，氦占25%，此外还有少量的其他元素。有关宇宙的一个令人疑惑的问题是氦的丰度。氦原子核由两个质子和两个中子构成，核外环绕有两个电子。人们在太阳表面观察到了氦的存在。事实上，人们是先太阳上发现了氦，之后才在地球上找到了氦气。氦存在于银河系及其他星系的恒星上，也存在于星际空间中。

核聚变反应为恒星提供了动力，并将氢转化为氦。然而，恒星核聚变所产生的氦只占宇宙中的氦含量的一小部分。因此，大量的氦一定产生于大爆炸。随着原始宇宙继续膨胀，物质的基本单元开始凝聚成大约500亿个星系，每个星系中都包含数百亿或数千亿颗恒星。质量小于太阳质量的80%的中小型恒星统治着整个宇宙。

通过测量宇宙的温度，我们仍可找到大爆炸的余烬。除星光外，宇宙还散发出其他形式的能量，其中一种能量是微波辐射，这种辐射均匀地分布于宇宙中。微波辐射发现于20世纪60年代中期，此发现促进了大爆炸理论的发展。宇宙创生时的能量现在已冷却下来，其温度仅比绝对零度（-273摄氏度）高出几度。当温度达到绝对零度时，所有的分子运动都将

停止。微波背景辐射中微弱的温度涨落也许表明物质在原始宇宙中曾凝结形成团块结构。后来，这些团块演变为如今的星系。

星系有四种基本类型：椭圆星系、旋涡星系、不规则星系及弥散星系（diffuse galaxy）。椭圆星系的年龄很大，其形状类似球体，中心光强在各类星系中最强。椭圆星系的形成约需10亿年。当宇宙年龄只有其现在年龄的 $1/10$ 时，完全成形的椭圆星系已经存在，而此时旋涡星系尚处于形成过程中。强辐射源最常产生于椭圆星系中。椭圆星系呈红色，说明其中包含大量处于晚年的恒星。

旋涡星系（图3），包括银河系，在中心位置处有一个显著的凸起，这一凸出部分很像一个小型的椭圆星系。在该凸起的周围环绕有一个旋涡形的圆盘，圆盘中居住着年轻的恒星。由于星系在不停地旋转，旋臂在旋转中产生了磁场。不规则星系，顾名思义，具有多种形状。不规则星系的质量相对较小。弥散星系表面亮度低，其中包含更多的气体，旋涡结构较少，说明这类星系尚未完全长成。

已知运动速度最快的星系距离地球约150亿光年。人们通过测量其星光的红移可测出其运动速度，并可通过其运动速度及与地球的距离确定宇宙的年龄。当恒星远离我们而去时，其发出的光线的波长向长波移动，或者说，向电磁波谱（图4）的红端移动。距我们最远的星系红移量也最大，表明它远离我们而去的速度最快。然而，这里似乎存在一个悖论，由于不能完全确定测量宇宙膨胀速率时所用的哈勃常数的值，宇宙的年龄似乎要小于宇宙中年龄最大的恒星的年龄。

通过观察大型原始星系的各个成长阶段，天文学家可回溯宇宙的历史，直至其诞生之初。如果某物体距离地球120亿光年，则意味着我们现在所看到的是该物体在大爆炸之后数十亿年时的状态。（离我们120亿光年的物体发出的光线到达地球需120亿年，因而我们现在看到的是该物体120亿年前发出的光——译者注）同时，与我们在最遥远的空间中观察到的许多星系相似，银河系（图5）这一中等大小的星系吸引了足够多的物质，形成一个大旋涡星系。银河系直径约100,000光年，包含约1,000亿颗恒星。

天文学家能够称量宇宙的重量，以确定它究竟会继续膨胀，还是向自身崩塌并变为一锅浓密的宇宙汤，或是保持在一个稳定的状态并生成新的星系来填充膨胀所产生的空间。宇宙的质量表明了宇宙万有引力的大小。人们可测出星系的平均质量，乘以星系的数目，从而算出宇宙的质量。

然而，物质的总量似乎多于人们在可见的宇宙范围内所观察到物质，多出的这部分质量称为无踪质量（missing mass）（也译作“短缺质量”——译者注）。