

“太空探索”科普系列

TAIKONGTANSUO KEPUXILIE



天地

TIANDI
DAPENGZHUANG

大碰撞

焦维新 著



化学工业出版社



天地

TIANDI
DAPENGZHUANG

大碰撞

焦维新 著



化学工业出版社

· 北京 ·

《天地大碰撞》(“太空探索”科普系列)围绕“真的有天地大相撞的可能吗”进行展开讨论,告诉小读者天地大相撞不是危言耸听,哪些天体有撞击地球的可能性、天体的数量是多少、人类已经取得哪些成果、不同大小的天体撞击地球的概率是多少等等。

全书集知识性、趣味性、可读性于一体,引人入胜。此外,本书属科普读物,适合小学中高年级及以上文化水平的读者,也可供与空间天气有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

天地大碰撞 / 焦维新著. —北京: 化学工业出版社, 2013.9

(“太空探索”科普系列)

ISBN 978-7-122-18106-0

I. ①天… II. ①焦… III. ①星系碰撞—普及读物 IV. ①P157.9-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第176899号

责任编辑: 黄 滢
装帧设计: 尹琳琳

文字编辑: 谢蓉蓉

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张9¹/₂ 字数200千字 2013年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00元

版权所有 违者必究

前言 | FOREWORD

人类进入太空时代已经半个世纪了，经过 50 多年的太空探索，人类对太空的认识也有了巨大的飞跃；同时，迅速发展的空间技术，也在不断地提高人们的生活质量。

但太空毕竟是巨大而复杂的，50 年所获得的知识还是有限的。现在，世界上许多国家都提出了新的、宏伟的探索计划。可以预见，再过 50 年，人类对太空的认识，无论从深度和广度，都将有新的飞跃，人类的生活方式和生活质量，也将随着空间技术的发展而发生巨大的变化。

笔者近 20 年来在北京大学讲授“太空探索”课，学生选课的热情和对太空的关注度，给我留下深刻的印象。另外，本人每年在中小学做近百场科普讲座，广大中小学生在讲座会场所洋溢出的热情，使我感动不已。学生听课时的全神贯注、提问时的踊跃，会场的活跃气氛，都充分说明了青少年对太空知识的渴望。

目前，我国正在实施探测月球的嫦娥工程和载人航天的“三步走”计划；另外，我国的科学工作者还提出了自主探测火星、金星和小行星的计划，观测太阳的“夸父计划”，载人登月计划，观测宇宙的空间硬 X 射线调制望远镜计划等等。随着这些计划的深入实施和新计划的执行，我国民众对太空关注的热情将日益高涨。

上述情况说明，广大中小学生和民众非常关注太空活动，迫切期望了解太空的知识。正是基于这样的认识，我下决心“开设”一门中小学生版的“太空探索”课，将课堂扩大到社会，使读者对广袤无垠的太空有系统的了解和全面的认识，对空间技术的魅力有实实在在的体会，从根本上激发青少年热爱科学、刻苦学习、奋发向上，树立为祖国的科技腾飞贡献力量的理想。



本系列图书的内容按照中小学生的特点加以扩展，强调知识性、趣味性和可读性。每册一个专题，具有相对独立性。涉及太空中各类天体的特征与探索历程、探索太空的方式和技术、太空资源与开发利用、太空对人类潜在的灾害及预防等方面。

目前计划出版的图书包括《发怒的太阳》、《奇妙的地球空间》、《寻找地外生命》和《天地大碰撞》。以后视需求情况，会陆续增加一些内容。

笔者曾出版多部著作，但为青少年写系列科普书还是第一次。为了满足青少年的需求，在初稿完成后，曾请文科大学生和小学生阅读，征求他们的意见。夫人刘月兰仔细地、反复地阅读初稿，对每个章节的难易程度提出自己的看法，还对文字进行推敲。儿子焦长锐和儿媳周媛也对书稿提出修改意见。正是在家人的大力帮助下，才完成了这套科普系列图书的写作。在此对他们表示感谢。

著 者

目录 | CONTENTS

第1章 不是空穴来风 | 1

1.1 地球一直受到撞击 | 2

1.1.1 从俄罗斯受流星体撞击谈起 | 2

1.1.2 流星体撞击地球事件 | 5

1.1.3 偶然出现的火流星 | 7

1.1.4 周期出现的流星雨 | 10

1.1.5 地球表面的陨石坑 | 13

1.2 未来会发生大相撞吗 | 19

1.2.1 一篇论文引起的思考 | 19

1.2.2 科幻作品产生的影响 | 21

1.2.3 第一次关于大相撞的学术会 | 23

1.3 看看地球的邻居 | 24

1.3.1 伤痕累累的月球表面 | 24

1.3.2 水星上的陨石坑 | 26

1.3.3 金星受撞击的记录 | 28

1.3.4 火星上的陨石坑分布 | 34

1.4 近10年木星受到的撞击 | 37

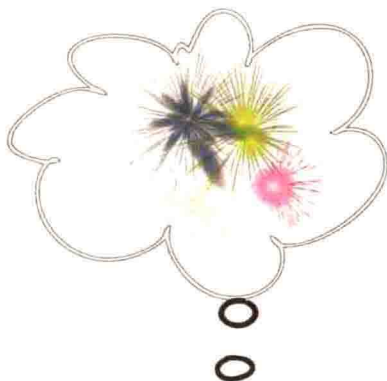
1.4.1 1994年的彗木相撞 | 37

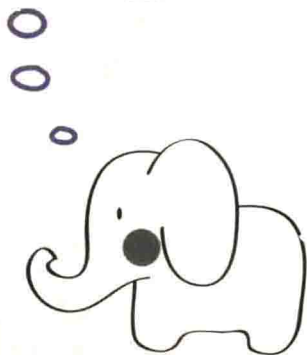
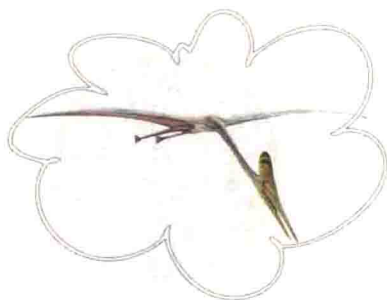
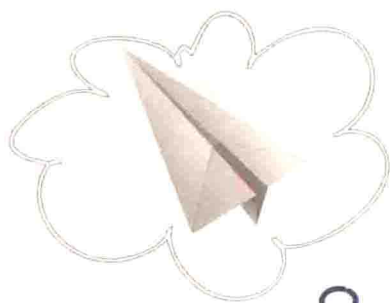
1.4.2 21世纪木星受到的撞击 | 39

第2章 地球受撞击的历史 | 42

2.1 二叠纪 - 三叠纪大灭绝 | 43

2.1.1 灭绝之母 | 43





2.1.2 灭绝原因 | 45

2.2 K-T 大相撞 | 47

2.2.1 K-T 大相撞 | 47

2.2.2 死亡的动物 | 48

2.3 通古斯卡事件 | 68

2.3.1 20 世纪最大的碰撞事件 | 68

2.3.2 通古斯卡事件的罪魁 | 70

2.4 21 世纪发生的撞击事件 | 71

第 3 章 可能撞击地球的天体 | 72

3.1 罪魁是近地天体 | 73

3.1.1 太阳系的小天体 | 73

3.1.2 什么是近地天体 | 75

3.1.3 有落在危害的小行星 | 80

3.2 近地天体的数量与分布 | 82

3.2.1 近地小行星的数量 | 82

3.2.2 近地天体的大小分布 | 85

3.2.3 轨道与数量的变化 | 87

第 4 章 天地大碰撞风险分析 | 90

4.1 撞击概率与天体大小 | 91

4.1.1 危险等级 | 91

4.1.2 危害程度与撞击天体大小 | 96



目录 | CONTENTS

4.1.3 撞击所导致的年死亡率 | 105

4.2 令人胆战心惊的小行星 | 106

4.2.1 危险等级曾到最高的小行星 | 106

4.2.2 撞击概率最高的小行星 | 108

4.2.3 小行星 1999 RQ36 | 109

4.2.4 小行星 1950 DA | 110

4.2.5 小行星 2011 AG5 | 112

4.2.6 靠近地球飞越的小行星 | 113

4.2.7 准确到达地球位置的小行星 | 115

4.2.8 刚刚靠近地球飞越的小行星 | 115

4.3 未来的六大危险因素 | 117

4.3.1 日益增多的 PHA | 117

4.3.2 尚未发现的 NEO | 121

4.3.3 偶然闯入的彗星 | 121

4.3.4 轨道的不确定性 | 122

4.3.5 主带小行星演变 | 123

4.3.6 柯伊伯带巨大的星源 | 124

第5章 预防大碰撞的方法 | 126

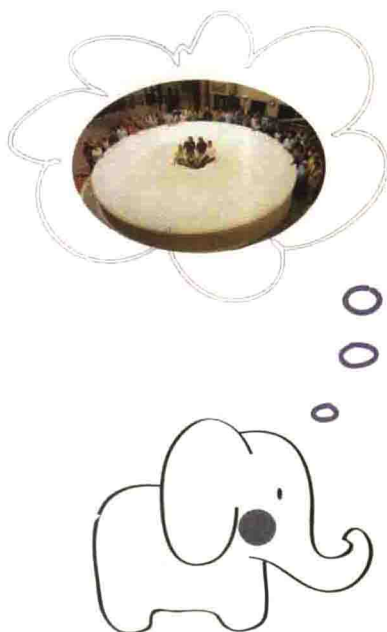
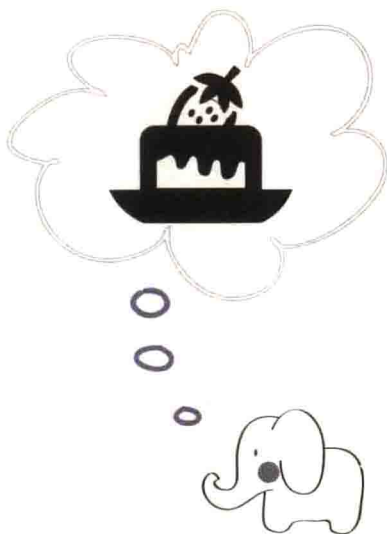
5.1 观测 | 127

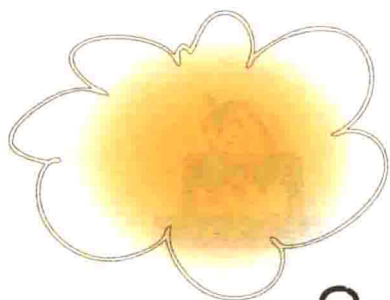
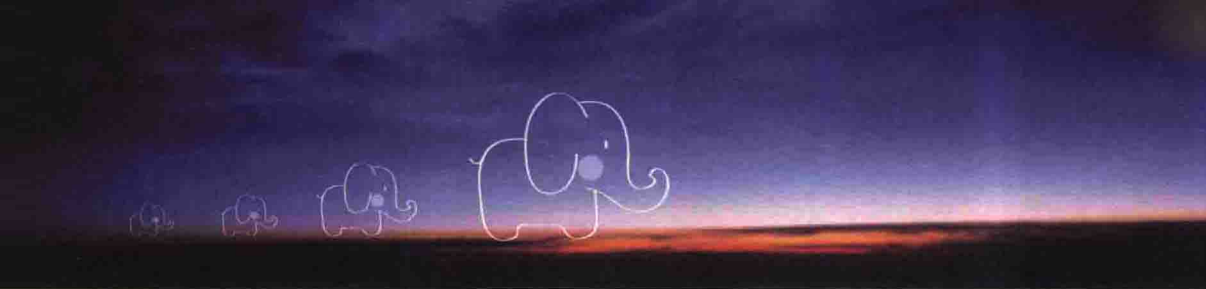
5.1.1 地基观测 | 127

5.1.2 巡天观测 | 131

5.1.3 飞越观测 | 133

5.1.4 取样返回 | 133





5.2 偏转轨道 | 137

5.2.1 用爆炸力偏转轨道 | 137

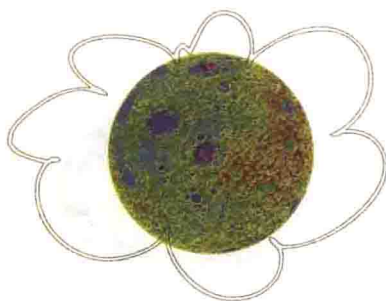
5.2.2 用动力撞击器 | 139

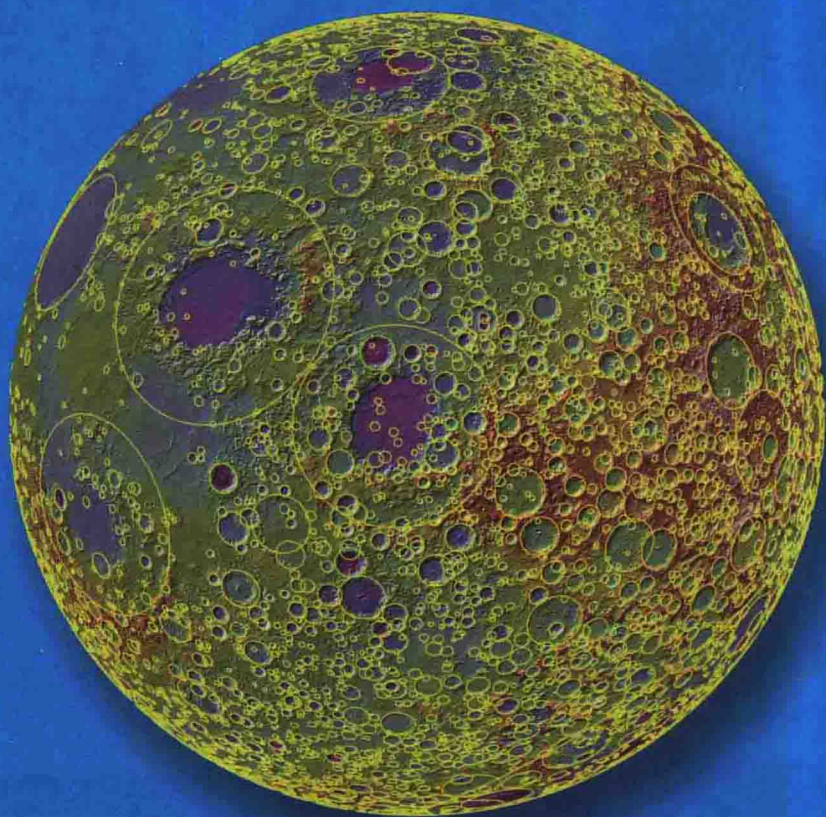
5.2.3 引力牵引器 | 140

5.2.4 太阳帆推动 | 140

5.2.5 电火箭推动 | 142

5.2.6 用激光卫星群攻击 | 143





第 1 章

不是空穴来风



1.1 地球一直受到撞击



1.1.1 从俄罗斯受流星体撞击谈起

2013年2月15日，在俄罗斯车里雅宾斯克市发生了严重的流星体爆炸事件。一颗直径约18米、质量约1万吨的流星体，在距地面约23千米时爆炸化为碎片。附近地区的民众在事发时看见天空中有特别明亮的燃烧体（见图1-1）。许多视频显示在天空出现火球，不久之后传来震耳的爆炸声。事件过后，美国航空航天局（NASA）根据多方面的观测数据估计这次爆炸释放的能量相当于44万吨黄色炸药（TNT）。据俄罗斯官方公布的数据，此次流星体撞击事件造成1000余人受伤，许多建筑的玻璃受损（见图1-2）。

车里雅宾斯克流星体爆炸被认为是自1908年通古斯卡事件以来最大的陨石袭击地球事件，并且是唯一造成大量伤害的这种事件。



图1-1 流星体在天空留下的痕迹



图 1-2 爆炸导致房屋的玻璃受损

根据美国观测到的数据，推测这个被称为 KEF-2013 的天体是一颗较大的流星体。在撞击地球之前，其轨道是日心轨道，远日点到达小行星带，近日点接近金星轨道（见图 1-3）。在进入地球大气层后，出现最大亮度时的速度是 18.6 千米 / 秒。另外还绘制了这颗流星体轨道在地面的投影及在不同地点的高度，如图 1-4 所示。这些数据说明，造成此次撞击事件的流星体与刚刚飞越地球的小行星 2012 D14 无关。

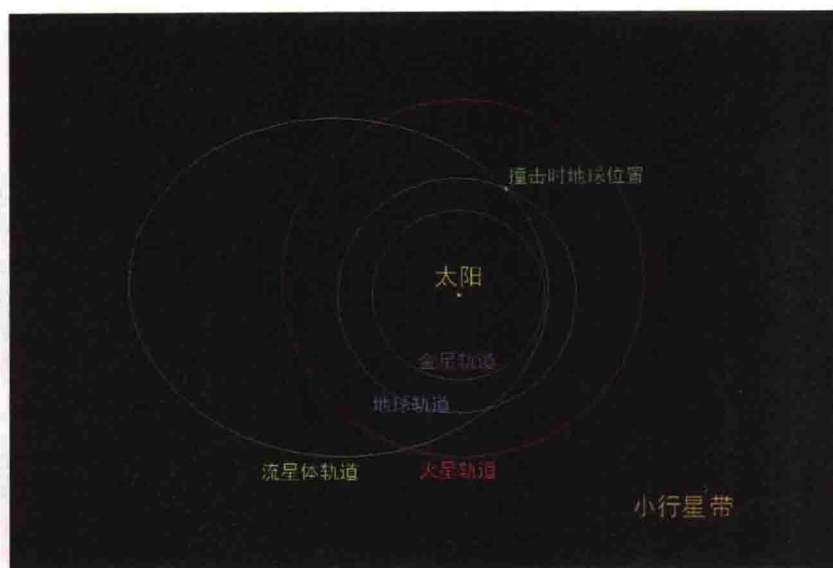


图 1-3 撞击车里雅宾斯克的流星体的轨道



图 1-4 撞击者沿途的高度变化



✦ 1.1.2 流星体撞击地球事件

前面提到了流星体这个词，什么是流星体呢？

流星体 (meteoroid) 是围绕太阳运行的固态小物体，从大于分子的微尘到小于小行星的各种小物体都有，粒径从百分之几微米到十几米，质量为 $10^{-16} \sim 10^8$ 克，甚至更大。实际上，流星体与很小的小行星或彗星之间没有严格界限。90% 以上的流星体是 1 毫米以下的微尘，常称为微流星体或行星际尘埃。

流星 (meteor) 是流星体以高速闯入地球大气层、与大气分子发生剧烈的碰撞和摩擦而产生的明亮的光辉和余迹。流星一般出现在离地面高度 80 ~ 120 千米的高空，绝大多数流星体相对地球的速度介于 11 ~ 72 千米 / 秒之间，巨大的动能使它们远在到达低层大气之前就被烧毁、气化，只有少数原来质量很大的流星体才有可能有残骸落地而成为陨石。通常情况下，一夜内肉眼所见的流星在 10 颗左右，用望远镜或雷达能观测到许许多多暗的流星，如果采用特殊技术，甚至可以观测到一亿亿分之一克的微流星体。流星的数目是十分惊人的，由射电望远镜观测得知，白天同样有万千流星，但总的说来，0:00 ~ 12:00 时的流星多于 12:00 ~ 24:00 时的，秋季的多于春季的。估计每天约有数十亿、上百亿流星体进入地球大气，它们总质量可达 100 吨。

根据陨石本身所含的化学成分不同，陨石大致可分为三种类型：铁陨石，也叫陨铁，它的主要成分是铁和镍；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；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形成和演化的信息，对其进行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，科学家曾在一些陨石中找到了水和多种有机物。这成为了“地球上的生命是陨石将生

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、行星、大的卫星或彗星分裂后产生的碎块,它能携带这些天体的原始信息。著名的陨石有中国吉林陨石、中国新疆大陨铁、美国巴林杰陨石、澳大利亚默其逊碳质陨石等。

1976年3月8日下午,中国吉林市北郊降落了一次世界上罕见的陨石雨:陨落的巨石穿透冻土层,砸出一个深6.5米、直径2米多的坑。这块陨石质量为1770千克,是至今世界上最大的石陨石,连同收集到的其他陨石,总质量达2吨以上。

陨石撞击到地球表面的人员、物体和建筑物的情况是很少见的。根据目前的研究结果,发生这类事件的概率可总结如下:

① 对于直径大于10厘米的流星体,撞击地球上一辆汽车的概率是每16年一次。

② 直径大于1厘米的流星体在世界的某一地区撞击一辆汽车的概率是一个月一次。但由于流星体与汽车间的相对速度小,这种事件不易察觉。

③ 航行中的飞机与直径大于1厘米的流星体碰撞的概率是每30年一次。

流星体对人类社会带来危害的典型事例如下:

① 公元616年1月14日,流星雨使中国10人死亡;

② 公元764年,流星体击中日本的一栋房子;

③ 公元1761年,流星体击中法国的一栋房子;

④ 公元1879年,法国一农民被流星体击中死亡;

⑤ 公元1911年,埃及一条狗被流星体击中死亡;

⑥ 公元1938年,美国的一辆轿车被流星体击中(见图1-5);



图 1-5 被流星体击中的轿车

- ⑦ 公元 1961 年，流星体击中美国的一家屋顶；
- ⑧ 公元 1965 年，英格兰的两栋建筑和一辆轿车被流星体击中；
- ⑨ 公元 1984 年，一个流星体在距离一个人 7 米处落地（中国南通）；
- ⑩ 公元 1991 年，流星体击中日本的货船；
- ⑪ 公元 1997 年，流星体穿透法国人的轿车，着火；
- ⑫ 公元 1998 年，流星体落到距高尔夫球运动员 1 米处（加拿大）。

✦ 1.1.3 偶然出现的火流星

火流星属偶发流星，末端特别明亮，有的甚至白昼可见，是常常伴有爆炸现象的火球，或一连串爆炸现象的火球（见图 1-6）。火流星的出现通常意味着会造成一次强力的撞击事件，因此引起人们格外的关注。



图 1-6 火流星

火流星是较大的流星体陨落时产生的流星现象。这种流星体在稠密的地球低层大气内高速运行时,由于它大量的物质在大气中挥发燃烧,发出耀眼的光芒,看起来像一条巨大的火龙,常伴有雷鸣声。明亮的火流星能把广大区域照得如同月明之夜,甚至如同白昼。当天空中的流星余迹被淹没时,又会出现烟柱似的尘埃余迹,可持续几个小时。人们根据这一尘埃余迹可以推测出高层大气内的风向和风速等。

火流星的典型事例如下:

① 1930 年,苏联伏尔加河上空出现一次罕见的火流星。当年 4 月 30 日下午 1 时,人们突然看到天上飞来一个圆圆的“火球”,比月球稍小一些,后面拖着一条长长的“火链”,约飞行了 5 秒钟就消失了。在消失的地方升起一股烟云,逐渐变浓,持续 5 分钟,直到烟消云散之后,人们还听到剧烈的轰鸣声,犹如发射火炮,一直延续了半分钟之久。

② 2012 年 8 月 13 日,中国吉林出现火流星。据目击者描述,下午 1 时 30