



当代中国科普精品书系

中国科普作家协会总策划

当代中国科普精品书系《航天》丛书

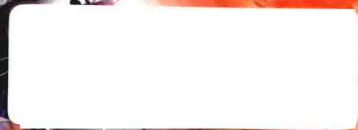
太空城市

TAIKONG

CHENGSHI



编著◎吴国兴 薛滔



广西人民出版社

当代中国科普精品书系《航天》丛书

太空城市

编著◎吴国兴 薛滔

广西人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

太空城市 / 吴国兴, 薛涛编著. -- 南宁: 广西人民出版社, 2011.11

(航天)

ISBN 978-7-219-07568-5

I. ①太… II. ①吴… ②薛… III. ①宇宙学-未来城市 IV. ①V476 ②TU984

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 196182 号

出版发行: 广西人民出版社

地 址: 广西南宁市桂春路 6 号

邮 编: 530028

网 址: <http://www.gxp-ph.cn>

电 话: 0771-5523358

传 真: 0771-5523579

印 刷: 柳州五菱新事业发展有限责任公司印刷厂

规 格: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 8.75

字 数: 186 千字

次: 2011 年 11 月第 1 版

印 次: 2011 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-219-07568-5/V · 2

定 价: 38.00 元

《当代中国科普精品书系》编委会

(以拼音字母为序)

顾 问：王麦林 张景中 章道义 庄逢甘 郑光美

主 任：刘嘉麒

副 主 任：郭日方 居云峰 王 可 王直华

编 委：白 鹤 陈芳烈 陈有元 郭日方 顾希峰 何永年 焦国力
金 涛 居云峰 李桐海 李新社 李宗浩 刘嘉麒 刘泽林
刘增胜 倪集众 牛灵江 彭友东 任福君 孙云晓 田如森
王 可 王直华 王文静 吴智仁 颜 实 阎 安 尹传红
殷 浩 于国华 余俊雄 袁清林 张柏涛 张增一 郑培明
朱雪芬

办 公 室

主 任：居云峰

副 主 任：郭日方 王直华 颜 实

秘 书 长：王文静

副 秘 书 长：白 鹤

成 员：杜爱军 郭树华 孟 雄 王予南

《航天》丛书编委会

顾问：王礼恒 庄逢甘 梁思礼 张履谦

编委会主任：周晓飞

编委会副主任：田如森 麦亚强 华盛海

编委：刘竹生 尚志 邸乃庸 李龙臣 刘登锐 杨利伟

李厚全 何丽萍 李敏 梧永红 麦永钢 陆仁韬

主编：田如森

提供图片资料：

秦宪安 南勇 田峰 史宗田 孙宏金 邸乃庸

吴国兴 孙欣荣 赵文生 李博文 田奕 张贵玲

总序

刘嘉麒

以胡锦涛为总书记的党中央提出科学发展观,以人为本,建设和谐社会的治国方略,是对建设有中国特色社会主义国家理论的又一创新和发展。实践这一大政方针是长期而艰巨的历史重任,其根本举措是普及教育,普及科学,提高全明的科学文化素质,这是强国福民的百年大计,千年大计。

为深入贯彻科学发展观和科学技术普及法,提高全明的科学文化素质,中国科普作家协会以繁荣科普创作为己任,发扬茅以升、高士其、董纯才、温济泽、叶至善等老一辈科普大师的优良传统和创作精神,团结全国科普作家和科普工作者,充分发挥人才与智力资源优势,采取科普作家与科学家相结合的途径,努力为全民创作出更多更好高水平无污染的精神食粮。在中国科协领导的支持下,众多科普作家和科学家经过一年多的精心策划,确定编撰《当代中国科普精品书系》。这套丛书坚持原创,推陈出新,力求反映当代科学发展的最新气息,传播科学知识,提高科学素养,弘扬科学精神和倡导科学道德,具有明显的时代感和人文色彩。书系由13套丛书构成,共120余册,达2000余万字。内容涵盖自然科学的方方面面,既包括《航天》、《军事科技》、《迈向现代农业》等有关航天、航空、军事、农业等方面的高科技丛书;也有《应对自然灾害》、《紧急救援》、《再难见到的动物》等涉及自然灾害及应急办法、生态平衡及保护措施;还有《奇妙的大自然》、《山石水土文化》等系列读本;《读古诗学科学》让你从诗情画意中感受科学的内涵和中华民族文化的博大精深;《科学乐翻天——十万个为什么创新版》则以轻松、幽默、赋予情趣的方式,讲述和传播科学知识,倡导科学思维、创新思维,提高少年儿童的综合素质和科学文化素养,引导少年儿童热爱科学,以科学的眼光观察世界,《孩子们脑中的问号》、《科普童话绘本馆》和《科学幻想之窗》,展示了天真活泼的少年一代对科学的渴望和对周围世界的异想天开,是启蒙科学的生动画卷;《老年人十万个怎么办》丛书以科学的思想、方法、精神、知识答疑解惑,祝福老年人老有所乐、老有所为、老有所学、老有所养。

科学是奥妙的,科学是美好的,万物皆有道,科学最重要。一个人对社会的贡献大小,很大程度上取决于对科学技术掌握运用的程度;一个国家、一个民族的先进与落后,很大程度上取决于科学技术的发展程度。科学技术是第一生产力这是颠扑不破的真理。哪里的科学技术被人们掌握得越广泛深入,那里的经济、社会就发展得快,文明程度就高。普及和提高,学习与创新,是相辅相成的,没有广袤肥沃的土壤,没有优良的品种,哪有禾苗茁壮成长?哪能培育出参天大树?科学普及是建设创新型国家的基础,是培育创新型人才的摇篮,待到全民科学普及时,我们就不用再怕别人欺负,不用再愁没有诺贝尔奖获得者。我希望,我们的《当代中国科普精品书系》就像一片沃土,为滋养勤劳智慧的中华民族,培育聪明奋进的青年一代,提供丰富的营养。

像蚂蚁一样，终年不见阳光，因此唯一的出路是向太空发展；第二，避免人类的灭绝，6500 万年前，一颗小行星撞击地球，造成 76% 的物种灭绝，其中主要是恐龙，如果将来再有一颗小行星撞击地球，人类就会步恐龙的后尘，但如果人类在太空还有个家，就可能劫后余生；第三，有利于利用太空资源，地球上的资源是有限的，人类对资源的利用是无限的，地球上的资源用完了怎么办？到太空去，利用太空资源，因为太空有无穷无尽的资源。不过本书认为，建造太空城的近期目的应该是发展太空旅游，而上述三个目的则是远期目标。旅游业是当今世界上规模最大的产业，将来地球旅游将由太空旅游所代替，到那时每年将有数以百万计的人到太空去旅游，太空城将是人们到太空的必游之地。因为只有到太空城作短期停留，太空游客才能真正体验到失重，才能在太空体育馆和太空游泳池中享受到失重的乐趣。

如何建造太空城？这是个极为复杂的问题，简单地说是做好充分的准备工作，准备工作的顺序是由近到远、由小到大。具体地说：第一步是在近地轨道上建立一个空间站，作为从地球上运输人员和物资的中转站；第二步是在月球上建好建材供应基地，因为太空城的大部分建筑材料都是靠月球供应；第三步是在太空城的建设地点先建一个太空基地，相当于一个超大型的空间站，太空城的所有结构都在基地上预制好，然后在预定位置组装起来。还有一个问题：谁来建造太空城？主要的建造者不是人，而是机器人，即太空建筑机器人，它们是建造太空城的主力。当然真的太空工人也不能缺少，真人主要是做设计、指挥、控制、监督、检查和验收。

谁是太空城的居民？是你，是我，是任何一个喜欢体验太空新生活的人。未来太空城的居民不是航天员，因此他们不用经过严格的选拔和训练，凡是自愿到太空的人，不论男女、老少、贫富、国籍、文化程度、宗教信仰和政治态度，只有身体条件许可，都可移居太空，当一名太空居民。不过他们到太空去不能只享受太空生活，还要完成一定的任务。根据太空城的建设目的，初期的太空城就是一个超大型的太空宾馆，里面除了客房还有餐厅、酒吧、夜总会、超市、体育馆和游泳池等，太空居民的主要工作就是接待太空游客，让他们住好、吃好、玩好。因此，未来太空城的常住人口可能不多；但是短期到太空城来旅游和休闲的人可能不少。

这些简要介绍您满意吗？如果不满意，还想对太空城有更深入一些的了解，那就请您耐心地阅读这本书吧！它是一本有关太空城的“小百科全书”，资料最新、内容最全、图文并茂、生动有趣。希望您喜欢！



目 录

太空选址

1. 太空“地形学”	2
2. 太阳能	4
3. 太空的物质资源	5
4. 流星和流星体	7
5. 宇宙辐射	9

总体策划

1. 设计思想	13
2. 人口总数	16
3. 外形设计	18
4. 太空别墅	21
5. 社区环境	24
6. 防辐射屏蔽	28
7. 二期工程	32

人造仙境

1. 大气环境	36
2. 食物和营养	37
3. 人工重力	40
4. 内部照明	42
5. 心理需求	44
6. 与地球的联系	46
7. 环境卫生	48
8. 安全第一	50

建造秘诀

1. 在地球上的准备	53
2. 近地轨道上的中转站	54
3. 月球建材基地	55
4. 太空建设基地	59



5. 太空城主体结构.....	63
6. 备用建设方案	66
7. 机器人建设大军.....	67

太空取材

1. 月球资源	72
2. 小行星资源.....	79
3. 太阳系的其他资源	86

天宫要粮

1. 太空农业	88
2. 太空城的附属农场.....	90
3. “生物圈 2 号”	92
4. 国际空间站上的植物实验	94
5. 小型实验性环控生保系统	96
6. 先进的植物生长系统	98

通天之路

1. 太空电梯.....	101
2. 月球电梯	109
3. 太空绳索	110

玩在太空

1. 太空一家人	114
2. 从太空看地球.....	116
3. 运动在太空.....	118
4. 低重力游泳.....	121
5. 翱翔在太空城.....	124
6. 玩遍四大景点	126

太空选址

太空城不在月球上，不在火星上，也不在其他行星上，当然更不会在太阳上，太空城就在太空。不过太空是空空如也，何处建家？太空果真是空空如也吗？否。太空不仅不空，太空有内容，而且内容还不少，如能量、微尘、重力、流星和宇宙辐射等。要在太空为家园选址，首先要对太空环境有一个全面的了解，用中国老百姓的话说就是看看“风水”，为太空城在太空选一块“风水宝地”。

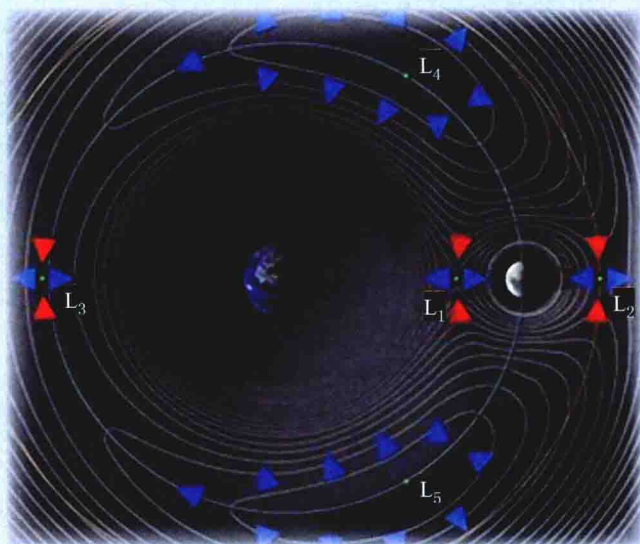
未来的太空城市





1. 太空“地形学”

太空没有土地哪来的“地形学”？太空虽然没有土地，但有重力。重力将无形的太空变得“有形”，重力在太空形成深浅不等的重力井。凡是大的天体都处在这种重力井中，而且质量越大，在重力井中的位置越深。例如虽然地球和月球都处在重力井中，但是由于地球质量比月球大，因此地球在重力井中的位置就比月球深22倍。如果你在地球上能举起10千克重的物体，到月球上你就能举起60千克。



五个拉格朗日平衡点示意图

在太空有些地方重力井非常浅，如地一月系统空间的拉格朗日平衡点。所谓拉格朗日平衡点，就是一个小物体在两个大物体的引力作用下在空间中的一点，在该点处，两个大物体的重力达到平衡，重力井非常浅，小物体相对于两大物体基本保持静止状态。这种点的存在由法国数学家拉格朗日于1772年推导证明出来的。1906年首次发现运动于木星轨道上的小行星在木星和太阳的作用下处于拉格朗日点上。在每个由两大天体构成的系统中，按推论有5个拉格朗日点，但只有两个是稳定的，即小物体在该点处即使受外界引力的摄扰，仍然有保持在原来位置处的倾向。每个稳定点同两大物体所在的点构成一个等边三角。在太阳系内，地球和太阳可以构成一个系统，地球和月球也可以构成一个系统。地球和月球构成的系统简称为地一月系统。

在地一月系统中这五个拉格朗日点是 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 和 L_5 。其中 L_1 、 L_2 和 L_3 是不稳定的，它们的重力井呈马鞍形，当一个物体在垂直于地一月轴的方向上移动，它最后又会回到轴的位置；当这个物体沿着轴的方向移动，它就会离开平衡点一直运动下去。因此，如果太空城建在这几个点上，只要稍有重力的摄扰，就会偏离原来位置。如果要保持太空城在原来的位置，则需要消耗大量的火箭燃料。 L_4 和 L_5 是比较稳定的，它们的重力井呈碗形，一个物体沿任何方向移动，最后都会回到平衡点。如果太空城建在这两个点上，就能与地球或月球保持相对固定的位置。另外它们与地球和月球形成一个等边三角形，因此无论是到地球或月球都比较近。但是太空城不能直接建在这两个点上，因为太阳对太空城的轨道会产生干扰，所以必须是建在围绕拉格朗日点运行的轨道上。轨道高度大约是144000千米，太空城围绕着点运行的周期是89天。

如果按平面排列，在这样的轨道上可以建5000座太空城，而在两个拉格朗日点的轨道上则可建10000座太空城。 L_1 与 L_5 的差别并不大，但一般认为 L_5 是首选，因为这个点距离一些近地小行星比较近。因此，我们假设未来的太空城就是建在 L_5 附近。

但后来有的科学家又发现， L_5 也不是建造太空城最理想的位置，主要是不便于从月球运输建造太空城所需的建筑材料。因为未来建造太空城的建筑材料主要是靠月球提供。他们建议将太空城建在比较高的地球轨道上，这种轨道的远地点为320000千米，近地点为160000千米。在轨道上运行一圈需要大约两周时间。而地球与月球的距离平均为384401千米，其中近地点平均距离为363300千米，远地点平均距离为405500千米。因此当太空城建筑在这种高轨道上后，与月球的距离就非常近，从月球上获取建筑材料也就非常方便。

为什么不在月面上、月球轨道上或是地球同步轨道上来建太空城，而要在太空选择这样的位置来建太空城？除了距离月球比较近，容易获取月球建材外，它还有以下优点：①不受地域的限制，可以将太空城建造得非常多和非常大；②没有重力，容易搬运建筑材料，建造起来比较方便；③没有白天和黑夜，可以不间断地利用太阳能。



五个拉格朗日平衡点示意图





2.太阳能

月球全图

太阳能是一种资源。太空阳光充足、充满着太阳能。在地球大气层之上，太阳光强烈而稳定，单位面积上所获得的太阳能是地球表面的7.5倍。这是因为大气层的过滤作用使地面上太阳光比较弱，而且太阳光不是直射地面，特别是地球上还有一半时间是处于黑夜。所有这些都使得太空在获得太阳能方面占有得天独厚的优势。另外，地球厚厚的大气层不仅减弱了太阳光的强度，而且还将很多波长的太阳光过滤掉。但是反过来说，如果太阳光没有被大气层减弱，这种太阳光穿透力又强，如果直接照射到人身上，对人体将产生危害。不过尽管如此，强烈的太阳光还是利大于弊，它是太空的重要资源，一旦被开发利用，其价值不可估量。因为如果将太阳能转换为电能，哪怕只有10%的效率，每平方千米的空间每年将会给开发商创造上亿美元的收入。

3.太空的物质资源

一般认为，太空只有高真空，怎么可能还有物质资源？其实太空不仅有物质资源，而且这种资源大小不等、品种繁多。从大的方面来说，有8大行星、160多颗卫星和3颗矮行星；从小的方面来说，有数以亿计的小行星，此外还有彗星和星际尘埃。但就建造太空城而言，行星、卫星和小行星最有价值。

太空物质资源能否被利用取决于两个条件：其一是与太空城的距离；其二是重力井的深度。太阳系的行星是最主要的物质资源，但是除地球以外，这些行星距离未来的太空城都太远，而且它们都处于深重力井的底部。因此，真正可用的物质资源还是地球，特别是地球上的氢、碳和氮这三种重要元素，其丰富程度在其他地方是少有的。至于卫星，它们比行星更有吸引力的地方是重力井比较浅，但除月球之外，这些卫星也同样存在着距离太空城比较远的问题。

月球是最重要的太空物质资源。在月球表面的土壤和岩石中包含着14种重要元素，当然各种元素的含量有多有少，其中有些元素的纯度比地球上的高得多，可惜有3种对人体非常重要的元素在月球上比较稀少，这就是氢、氮和碳。

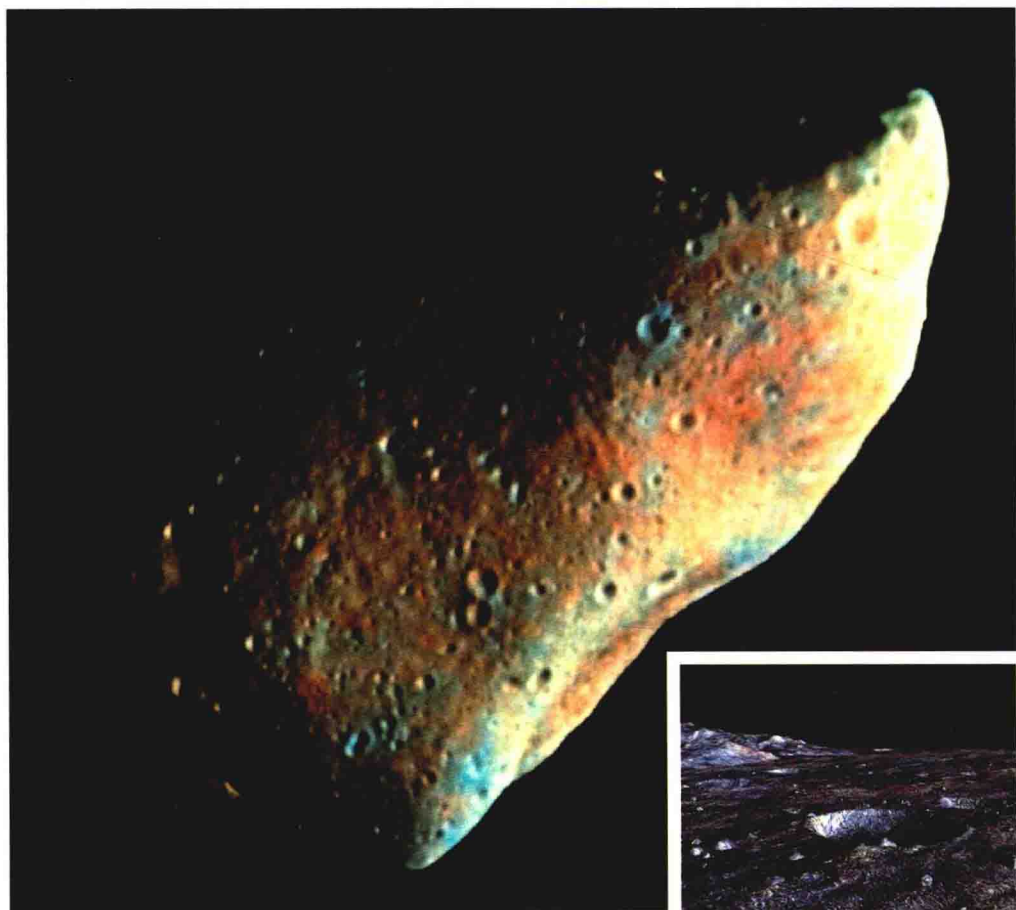
月面上阿波罗航天员的鞋底印





未来的太空城主要靠月球上的这些元素来建设。其中氧是太空城中大气的主要成分，同时又是主要的“水源”，因为氧与氢结合就能生成水。此外氧还可以作火箭推进剂。硅可以制造玻璃，玻璃是太空城建筑物的主要结构材料；同时又是生产太阳能电站的重要原料。月球土壤中钛的含量也比较多，未来太空城的建设中也大量使用钛材，因为钛的强度远远高于铝。在太空城的结构中，有些地方如果结构强度要求比较高，而钢的强度达不到要求时，就需使用钛材。钛在月球土壤中是以钛铁矿的形式出现，因而比较容易冶炼，在冶炼过程中还会产生大量副产品——铁和氧。因此，太空城的建材系统主要是从月球土壤中提取氧、硅、铝、钛和铁。

太阳系中数以亿计的小行星是不可忽视的一类重要资源。在小行星主带内，直径大于100千米的小行星超过200颗。在主带内最大的是谷神星，也是带内唯一的矮行星，直径大约是950千米。小行星带的总质量仅有月球质量的4%，而谷神星就占了其中的三分之一。11颗最大的小行星则占主带一半的质量。



小行星

谷神星的表面

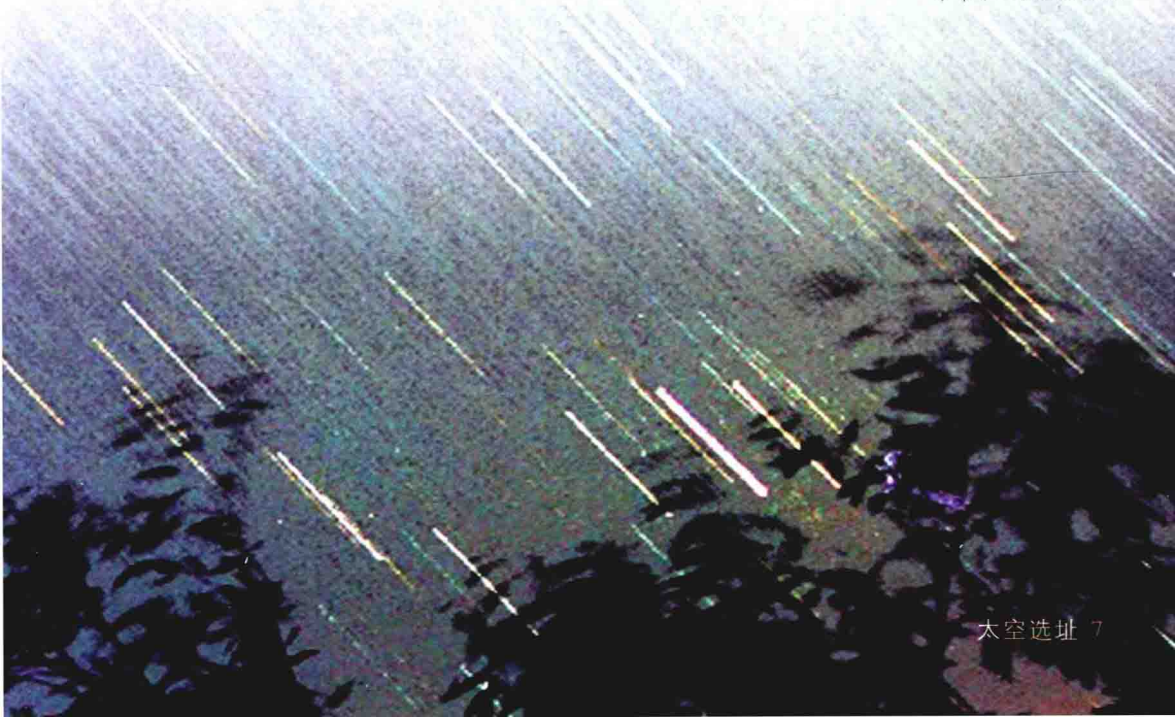
4.流星和流星体

太阳系内除了太阳、行星、卫星、小行星和彗星外，在行星际空间还存在着大量的尘埃微粒和微小的固体物质，它们也绕着太阳运动。在接近地球时由于地球引力的作用会使其轨道发生改变，可能穿过地球大气层。由于这些微粒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，这种现象就叫流星。造成流星现象的微粒称为流星体。

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0.5厘米，质量0.06毫克。肉眼可见的流星体直径在0.1~1厘米。它们与大气的相对速度可以超过每秒70千米。大部分流星体在进入大气层后都气化殆尽，只有少数大而结构坚实的流星体才能因燃烧未尽而有剩余固体物质降落到地面，这就是陨星。特别小的流星体因与大气分子碰撞产生的热量迅速辐射掉，不足以使之气化。沿同一轨道绕太阳运行的大群流星体，称为流星雨。流星雨的规模大小不同，有时在一小时中只出现几颗流星，但有时在短短的时间里迸发出成千上万颗流星。

流星体是太空城的一种潜在危害。因为太空城一旦被一颗大的流星体击中，外部结构遭到严重破坏，同时产生强大的冲击波，其后果不堪设想。科学家们曾从地球上、月球上和太空中对流星体进行过大量的观测。他们发现，在太空中每平方千米面积上被一颗质量在1克以上的流星体穿过的可能性是每10年有1次，被一颗质量在100克以上的流星体穿过的可能性是每5000年有1次，质量若在10千克以上，则10万年才有1次。因此太空城被一颗大的流星体击中的可能性是非常小的。但是当流星体不是一颗一颗地飞来，而是“成群结队”形成流星雨时，太空城就有可能同时被几颗或几十颗

非常壮观的流星雨





狮子座流星雨

流星体击中，因此危险性更大。不过发生这种情况的可能性也不大，大约几百年才遇上一次。

虽然遇到大流星体引起结构严重损坏的可能性不大，但是遇到小流星体引起的爆炸效应也是很严重的。当一颗流星体击穿太空城的外壳并破坏其内部结构时，由于壳体内外压力差会产生一股强大的冲击波，这种冲击波虽然很局限，但对附近的人有很大的危险性。例如一颗质量为1克的流星体，以每秒40千米的速度击穿太空城的外壳时，在击穿部位相当于200克的TNT炸药爆炸，附近的人或者被杀死或者受到严重伤害。但距离击穿部位几米以外的人则安然无恙。因此，要对太空城进行妥善的防护，防止这种小流星体造成的危害。

一般人认为，太空城的外壳结构被流星体击穿以后，产生快速减压，内部压力很快丧失，可能会引起严重后果。其实对于小的载人航天器而言，快速减压和内部压力丧失确实会引起严重后果。但是对于巨大的太空城来说，快速减压的危害并不太大。有人计算，质量为1克的流星体，可在太空城壳体上产生0.02米直径的小洞，每小时的漏气量仅为1%；质量为100克的流星体，能产生0.09米直径的小洞，10小时的漏气量仅为一个大气压的40%。如果质量在10千克以上的大流星体，产生直径为1米的大洞，一天的漏气量仅为太空城全部大气的60%。根据目前的技术，在太空中修补这些被流星体击穿的洞不是困难的事情，虽有一定的漏气量，但可以在大气压降低到临界压力之前将其修好。而且这种情况10万年才有1次，可能性极小。让未来太空城居民担心的是，一些较小的流星体，它们击穿城外壳引起小的漏气的可能性很大。对付这种危险的办法是经常进行检查，及时发现及时修理。