

Chapter

1

第一章

人类最伟大的幻想

牛顿铺设的道路
减轻了痛苦的重负；
从那时候起已经有了不少的发现，
看来我们总有一天，
会在蒸汽帮助下开辟出到月球的道路。

拜伦（《唐璜》，1823年）

到别的行星上去旅行，在星际空间遨游，在不久以前还只是一个令人神往的幻想。当时谈论这个问题，就跟几个世纪以前、在达·芬奇的时代谈论航空一样。可是在今天，宇宙旅行的思想毫无疑问将会在不久以后实现，就像航空已经从美丽的幻想变成日常生活中的现实一样。星际飞船将穿云过雾，冲入宇宙深处，把一向被地球俘虏的人送到月球，送到各个行星——送到人类仿佛永世不可能到达的另外世界，这样的日子很快就会到临了。

二三百年以前，航空还只是一个虚玄的幻想，那时候，把星际飞行看成是跟大气中飞行有密切关系的问题。

可是，我们现在已经往空中旅行了，我们在高山和荒漠的上空飞行，飞过大陆和海洋，到过极地，飞绕了整个地球——一句话，在航空这方面已经达到了神话般的成就，可是在飞向宇宙空间的道路上，我们却还只跨出小小的一步。

事情是这样：在空气中飞行跟在真空中飞行，这是两个完全不同的问题。从力学的观点看，飞机能够行动，是跟轮船或火车一样的——机车的轮子把钢轨推开，轮船的螺旋推进器把水推开，飞机的螺旋桨把空气推开。可是在大气层外面的广阔宇宙空间里，却没有任何可以用来支持飞行器的介质。

这就是说，要想实现星际飞行，必须找寻另一种飞行方法；技术界必须造出一种装置，不需要四周有什么支点就能在没有空气的空间中行进和操纵。

在大气层外面的飞行跟空气中的航行是没有任何相同之处的，要解决这个问题，技术界必须找寻完全不同的另一条道路。

2

Chapter

第二章 万有引力和地球引力

在开始找寻以前，让我们先研究一下把我们困在地球上的那条无形的锁链——万有引力的作用。因为未来的宇宙航行家主要就是要跟它打交道。

让我们从一种很普遍的谬论谈起。我们时常听说地球引力有一个“球形”的作用极限，物体如果跑

到了这个极限以外，就不再受到地球引力的作用了。这是一种错误的认识，必须纠正。地球引力根本没有什么“球形”的极限。地球引力（一切物体的引力也一样）是无限地扩展的；它只是随着距离的增大而减弱，但是在任何时候、任何地方都不会完全消失。假定我们从地球向月球飞去，并且已经进入了我们这颗卫星（月球）的引力范围，这时候我们决不能认为地球引力从某一个地方起已经不再作用，而让位给月球引力了；不是的，月球上两个引力都存在，不过月球引力占压倒优势，因此只有月球引力的作用可以明显地觉察到罢了。

实际上，在月面附近，地球引力也在起作用。就拿地球上的情况来说，除了地球引力以外，还有月球引力和太阳引力——每昼夜两次的潮汐默默地但却令人信服地证实了这一点。

互相吸引的力量，不单天体之间有——这是一切物质的基本性质之一。甚至最小的物质微粒，不管它是在什么地方，不管它的本性怎样，也都具有这种性质。这种性质在大大小小的物体身上随时随地都在起作用。

“苹果从树上掉下来、桥梁塌落下去、土壤粘结到一起、潮汐现象、分点岁差、行星的轨道和它的摄动、大气的存在、太阳的热、天体引力的整个领域，就连我们的房屋、家具的形状，日常生活的各种条件，甚至我们的存在，全都是由物质的这种基本性质决定的，”这是英国物理学家劳治教授对万有引力的作用的形象的描述。随便什么物质，它的每两个微粒之间都是互相吸引的——在任何时候，在任何条件下，它们之间的引力是不会停止作用的：引力随距离增加而减弱，但是不管时间怎样长久，引力却一

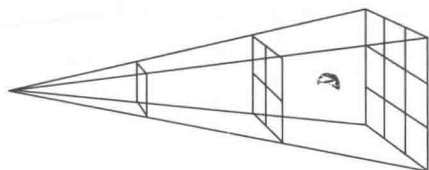


图1 万有引力和距离的关系：距离加大到2倍，引力减小到 $\frac{1}{2 \times 2} = \frac{1}{4}$ ；距离加大到3倍，引力减小到 $\frac{1}{3 \times 3} = \frac{1}{9}$ ；其余依此类推；也就是“引力和距离的平方成反比”

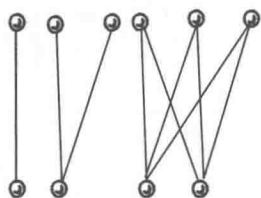


图2 万有引力和质量的关系：1.单位质量吸引1单位质量的力是1单位；2单位质量吸引1单位质量的力是2单位；3单位质量吸引2单位质量的力是 3×2 也就是6单位；依此类推

点也不会减小。

物体间互相吸引的力量究竟有多大呢？它可能是不可想象地微小，也可能是骇人听闻地巨大——要看互相吸引的物体的质量大小和距离远近来决定。

例如，有两个各重100克的苹果，它们之间（两个苹果的中心之间）的距离是10厘米，互相吸引的力量很小，只有 $\frac{1}{150,000}$ 毫克。这相当于一粒沙子重量的十五万分之一。显然，这一点力量连一根丝都拉不直，当然不可能使两个苹果移近分毫。

两个成年人如果相距一米，互相吸引的力量是 $\frac{1}{40}$ 毫克^①。这个力量极小，在日常生活里是无法觉察的。它甚至不足以扯断一根蜘蛛丝；而我们知道，要一个人移动一下，必须克服鞋底跟地面的摩擦力；对一个体重65公斤的人来说，这个摩擦力大约有20公斤，也就是等于刚才谈到的两个人之间互相吸引的力量的五万万倍。我们在日常生活里，觉察不到地球上的物体在互相吸引，这还有什么奇怪的？

但是，如果没有摩擦力的作用，如果两个人毫无支持地悬在真空中，没有任何东西妨碍他们的互相吸引，那么，不管这两个人愿意不愿意，他们必然要在万有引力的作用下往一起靠近，虽然由于作用力很渺小，他们靠近的速度也是很微小的。

如果增加互相吸引的物体的质量，引力就会显著加大。牛顿的万有引力定律告诉我们，物体间互相吸引的力跟它们的质量的乘积成正比，而跟它们间的距离的平方成反比。可以计算出，两艘各重25,000吨的战舰，彼此相距一公里航行时，互相吸引的力量是4克（参看附录1）。这等于前面谈到的两个人之间的引力的十多万倍，可是，还远不够用来克服水的阻力，使两艘军舰靠近。其实，就是没有任何阻力，它们在这样小的力量的作用下，在一个小时以内也只能接近2厘米罢了。

① 参看附录1。

就拿整条山脉来说，它们的引力也要经过最精密的测量才能觉察到。例如，在乌拉基高加索地方的悬锤，由于附近高加索山的引力作用，偏离竖直位置的角度一共只有37'。

可是对于像太阳和各个行星这样巨大的质量来说，即使距离很远，互相吸引的力量也达到了难以想象的地步。

我们的地球虽然离开太阳非常远，可是使地球维系在自己的运行轨道上的，正是这两个天体间的强大的引力。假如这个互相吸引的力忽然停止作用，工程师们就得设计一条锁链来代替这条无形的锁链，换句话说，就是要用钢索把地球系住在太阳上。当然，大家都见过起重用的、由钢丝绞成的钢索。这种钢索每一根能够承受16吨以上的重量。你可知道，要使我们的地球不至于离开太阳远去，也就是说，要代替地球和太阳间互相吸引的力量，需要用多少根这种钢索吗？这将是一个带15个“零”的数。当然，这样一个数是很难具体想象的，为了使你对这个引力的巨大有比较明确的印象，我可以告诉你，那时候地球面向太阳的整个面积上，每平方米就要有70根钢索，也就是说，这块面积上将像无法通行的森林一般布满了这种钢索……

看，太阳吸引行星的这种无形的力量有多么巨大！

可是，要实现行星际飞行，根本用不到把各个世界的这种联系切断，用不着使各个天体脱离它们自古以来的轨道。未来的宇宙航行者只要跟行星和太阳对微小物体的引力作用打交道，首先是跟地球表面附近的重力强度打交道就行了，因为正是这个力量把我们绊留在地

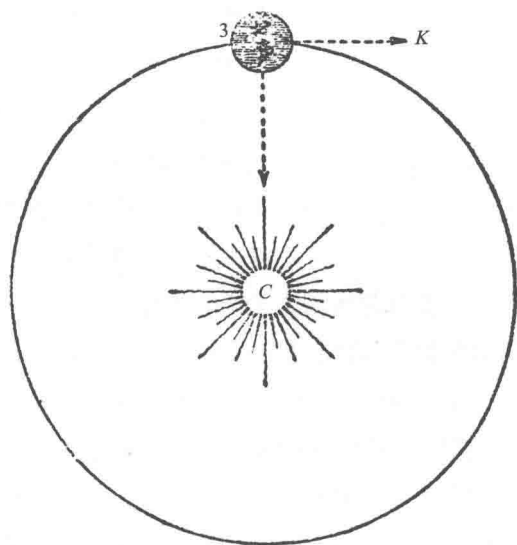


图3 太阳引力对地球的作用：按照惯性定律，地球本该沿切线3K方向前进，但是太阳引力迫使它不走切线方向，而沿曲线方向前进



图4 行星和太阳的距离

球上的。

这里，我们对地球引力感到兴趣，并不是因为它使地球上每一个放着或悬着的物体向支点施压力。对我们来说，更重要的是一切物体如果没有支持点，重力就会使它产生“向下”、向地心方向的运动。出乎意料的是，这个运动在真空中的速度对于一切物体（轻的和重的）都完全一样，在开始落下的第一秒钟末总是每秒10米^①。在第二秒钟末，是在既有的每秒10米的速度上增加每秒10米，也就是速度增加了一倍。速度就这样随时间增加下去，直到落到地面为止。也就是说，落下的速度每秒钟都增加同样的数量——10米。因此，在第三秒钟末，速度就是每秒30米，第四秒末是40米，依此类推。如果物体是从下往上抛，那么它的上升速度就恰恰相反，后一秒钟要比前一秒钟减少10米，也就是它在抛出去后第一秒钟末要比抛出去时的初速度减少10米；在第二秒钟末又减少10米，就是一共减少20米，依此类推，直到抛出时的初速度完全抵消而物体开始落下为止。（这情形只适用于抛上去的物体离开地球表面不太远的情况；如果离开地面很远，重力作用就会相应减弱，那时候速度就不是每秒钟末减少10米而是减小不到10米了。）

上面都是些枯燥无味的数目，但是它们会给我们说明许多问题。据说古时候犯人的脚上都扣着锁链，锁链上还带着沉重的铁块，使他们难以举步，不能逃跑。我们大家作为地球上的居民，也都被一个看不见的、类似犯人脚链上的铁块的重量拖着，使我们成为地球的俘虏，不能跑到周围广阔的宇宙空间里去。我们只要稍稍用力向上跳起，一个看不见的重力就会对我们横加干涉，猛力把我们往下拖。落下来的速度增长的快慢——每秒钟增加10米，就是衡量那把我们拖住在地球上的这个无形重锤的作用力的

① 更精确的数是每秒9.8米；这里为简便起见，按每秒10米计算。

尺度。

渴望到无边无际的宇宙空间里去飞行的人们，对于我们生活的行星“地球”一定会觉得很遗憾。在地球的姊妹天体里面，并不都像我们的地球这样有这么强大的重力作用。请看下表，表里列出了在不同行星上的重力强度跟地球上的重力强度的比较。

重力强度	
(设地球上的重力强度=1)	
木星.....	2.6
水星.....	0.26
土星.....	1.1
冥王星.....	0.2
天王星和海王星.....	接近1.0
月球.....	0.17
金星.....	0.9
谷神星.....	0.04
火星.....	0.4
爱神星.....	0.001

如果我们的重力作用条件跟水星上或者月球上的那样，甚至于跟谷神星上或者爱神星上的那样，那么现在这本书就用不着写了；因为人们早就能够到宇宙空间里去旅行了。在这些小行星上，只要用力往上一跳，就可以永远在广阔的宇宙空间里飞翔了……

这样看来，要想实现行星际的飞行，除了需要找到在真空中运动的方法以外，还得解决一个问题，就是：怎样才能克服地球引力的作用。

我们只能想出三种和地球引力作斗争的方法。

- 1. 可以找出一种方法，躲开或者遮住地球引力，使它无法作用；
- 2. 可以试图减小地球引力的强度；
- 3. 不变动地球引力，设法战胜它。

这三种方法里只要有一种成功，就能够使我们从重力的俘虏下获得解放，开始在宇宙中自由航行。

下面我们准备先按上述顺序介绍一下实现宇宙飞行的几个最有趣、最吸引人和最值得注意的设计。

3

Chapter

第三章

能不能躲开重力的作用？

一切物体都被它本身的重量锁住在地球上，我们从小就习惯这个事实了；因此，我们即使在思想上也很难把重力作用摆脱掉，很难想象出我们一旦能随意消灭这个力量的时候将会发生怎样的情况。美国科学家塞维斯在他的一篇文章里对这个幻想曾经作过这样的描写：

如果我们能够在战斗最紧急的关头放出一种波，把重力作用抵消掉，那么，凡是在这种波射到的地方，立刻就会发生混乱。巨型大炮会像肥皂泡一样飞到空中。行进中的士兵会忽然觉得身轻似鸿毛，将不由自主地在空中飘荡，全部落到这种波作用范围以外受敌人支配的地方。这幅情景很有趣，看来也很难使人相信——但是，如果人们果真会支配重力，实际情况却确实是这样。

当然，这些都是幻想。根本不用去转这种念头，想什么引力可以随意控制。我们连使引力通过的路线稍微偏一点，现在都无能为力，更休想使任何物体避免受到它的作用了。引力，这是自然界目前所知道的唯一的、没有东西可以阻挡的力量。不论是多么巨大、多么密实的物体，也挡不住它的路——它能像穿过空间一样透过去。就我们所知道的，引力透不过去的物体是没有的。

但是，如果天才的人类将来有幸找到了或制造出了引力不能透过的物质，我们能不能够利用这种物质来躲开引力的作用，解脱重力的锁链，自由地冲到宇宙空间里去呢？

英国小说家威尔斯^①在他写的幻想小说《第一批登上月球的人》里面，详尽地发挥了这种把引力隔离开的思想。小说里的主人公是位科学家，又是发明家，名叫凯伏尔；他发明了一种方法，能够制造出一种引力透不过的物质。作者在小说里给这种幻想物质起了一个名字，叫做“凯伏利特”，他写道：

不同物体对于某些种辐射能不能透过的性质，几乎各不相同；它们对这一种不能透过，对那一种却又能透过。比如玻璃，能够透过可见光线，

^① 赫伯特·乔治·威尔斯（1866~1946），英国著名小说家，尤以科幻小说闻名于世，代表作：《时间机器》《隐身人》《星际战争》等。

但是对于不可见的热线，透过的能力就差得多；明矾呢，能够透过可见光线，却把不可见的热线完全阻挡住。相反地，碘在一种叫做二硫化碳的液体里形成的溶液不能透过可见光线，却能够让不可见的热线自由透过：隔着盛有这种溶液的容器，看不见火焰，却能够明确感到火焰的热度。金属不仅不能透过各种可见的和不可见的射线，而且不能够透过各种电波，但电波却能够像通过空间一样自由地透过玻璃和上述溶液。

还有，我们知道，万有引力或重力是能够透过一切物体的。你可以设下屏障去截断光线，使它射不到物体上面；你可以利用金属片来保护物体，使无线电波达不到它。可是你一定找不到一种障碍物可以用来保护物体，使它不受太阳的引力或地球的重力的作用。在自然界里为什么找不到那种能截断引力的障碍物，那很难说。可是凯伏尔不相信这种透不过引力的物质一定不存在。他认为自己一定能够用人工方法创造出这样一种能够截断引力的物质。

每一个只要有些幻想能力的人，就很容易想象出：有了这种物质，我们就能得到一种很不平凡的能力。举例来说，如果要举起一个重物，那就不必管这个重物有多重，只要在它下面铺一块用这种物质做的薄板，就能把它像稻草一样地举起来。

小说里的主人公有了这种奇妙的物质，就建造了一只宇宙飞船，准备坐在里面勇敢地飞到月球去。飞船的构造很简单，里面没有什么发动机构，因为它是利用外力的作用前进的。下面是关于这只幻想的飞船的描写：

设想有一个球形的飞行器，里面相当宽大，容纳得下两个人和他们的行李。飞行器有里外两层壳，里面一层用厚玻璃做，外面一层用钢做。飞行器里面可以随带备用的压缩空气、浓缩的食物、制蒸馏水用的仪器等等。整个钢球的外面包有一层凯伏利特。里面的玻璃壳除了舱门以外，都密实无缝。外面的钢壳却是一块块拼起来的，每一块都能够像窗帘一样卷起来。在全部窗帘都放下来遮得极严密的时候，不论是光线，不论是哪一

种辐射能或是万有引力，都透不进球里来。可是你可以想象：有一个窗帘卷起来了。这时候，远处任何恰好正对这个窗口的一个大物体，都会把我们吸引过去。这样，一会儿让这个天体来吸引我们，一会儿让另一个天体来吸引我们，我们就可以在宇宙空间里随意旅行，要上哪儿就可以上哪儿了。

威尔斯的小说把飞船起飞时的情形描写得也很有趣。那层包在飞船外面的“凯伏利特”，使飞船完全失去了重量。而没有重量的物体是不能够平静地停留在空气海洋的底层的，它的处境就像湖底的一个软木塞：软木塞会浮到水面上来。这只没有重量的飞船也一样会迅速地向上升，并且在飞出大气层以后在惯性作用下向宇宙空间驰去。威尔斯小说里的主人公就是这样起飞的。等到离开大气层很远了，他们就一会儿打开这些窗，一会儿打开那些窗，使飞船一会儿受到太阳的引力，一会儿受到地球或月球的引力，逐渐飞达我们的卫星（月球）的表面。后来又用这个方法顺利地回到地球。

初看起来，上面描写的宇宙飞行的设计好像很真实，因而很自然地会产生一种想法，解决星际旅行问题，也许应该向这方面努力？实际上我们能不能找到或发明一种引力透不过的物质，用来制造行星际飞船呢？只要深入想一下，就能看出这是不可能的。

想找出能够遮住引力作用的物质，希望是多么小，这一点我不准备多谈。因为构成一切物质的基本粒子，电子和质子，都具有重量，并且都能透过引力。如果认为把它们作某种配合就可能具有另一种性质，这种想法是毫无意义的。

关于引力的本质的现代的概念（爱因斯坦学说），完全不是把引力看做是一种自然界

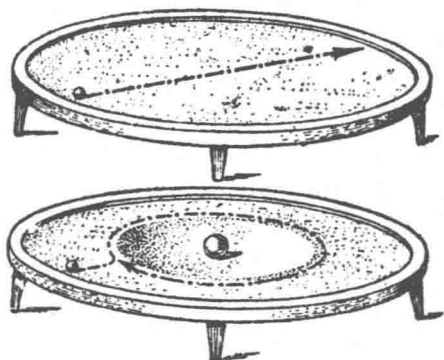


图5 关于引力的本质的现代的概念（爱因斯坦学说）