



光子飞船

科学普及出版社广州分社

光子飞船

王天及 编

科学普及出版社广州分社
科技

内 容 简 介

这本有趣的小书，以通俗易懂的语言，介绍了人类未来星际航行的交通工具——光子飞船的构造和原理，描述到太阳系以外遥远的星球去旅行的美丽前景和可能遇到的险阻，同时对光的重量、光压和光的反冲作用，对反物质和相对论的基本原理都作了通俗生动的解说。

光 子 飞 船

王 天 及 编

装帧及插图：李佩云 陈一年

科学普及出版社广州分社出版

广州市教育北路大华街兴平里2号

本社印刷厂印刷

广东省新华书店发行

开本：787×1092毫米 1/32 印张：1.25 字数：25千字

1980年3月第一版 1980年3月第一次印刷

印数：1—40,000册 定价：0.14元

统一书号：13051·60002

目 录

一、序.....	(1)
二、征服星际空间的纪元.....	(3)
三、将来的光子飞船.....	(16)
四、星际旅行的特点.....	(24)



一、序

晴朗的夜空，繁星闪烁，斗柄高悬，银河如泻，流星若矢，多么伟美壮观的星空啊！无垠的宇宙隐藏着无数的秘密，吸引着人们去探索和猜想：宇宙间除地球之外是否还存在有智慧的天体？地球上的人类将使用什么交通工具能远涉太空去探访星际中的同类？那儿的高级生物是否也想来我们这儿旅行？近年来人们争相传说的和议论的“飞碟”一度弄得人心鼎沸。虽然天文学家并没有接受“飞碟”即是“文明星球使者”的说法，但是让我们来看一看一段有关“飞碟”的引人入胜的记载吧！“1908年6月30日清晨，在印度洋上方的高空，一个庞然大物从宇宙空间飞来，穿过地球大气层在亚洲大陆上空向北飞驰，不久该物向地面坠落，7点15分在人口稀少的俄国西伯利亚通古斯加河地区突然发生一次猛烈的大爆炸。几百公里外的西伯利亚居民都能看见巨大的火柱冲天而起……”这个天外来客的飞行当时有数十个可靠的目击者。有人推测这是一艘来自遥远的宇宙深处的飞船。飞船体形管状，重数千吨，核动力推进，近光速飞行，减速后进入环绕地球轨道，推进装置发生故障坠毁而爆炸。我们暂

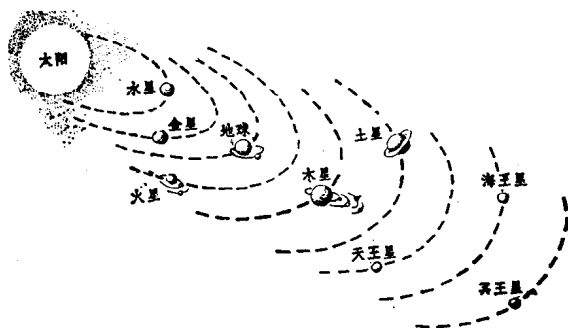
勿参与这种推断正确与否的辩论。至少这个推断启发了我们将来采用什么样的交通工具去做星际旅行，去寻找有智慧的同类。



二、征服星际空间的纪元

人类征服星际空间的纪元已经开始。从1957年10月4日第一个人造地球卫星发射成功到1977年12月31日为止，二十年来世界各国成功地发射了1811次人造天体。1970年4月24日我国成功地发射了第一颗人造地球卫星。近年来人类多次向月球发射飞船并发射载人飞船在月球着陆，取回月面上的岩石，尘沙样品。以前无论用怎样好的天体望远镜也不能看清楚月球表面的详细情况，这是因为地球大气的扰动妨碍了我们的视线。所以只有从宇宙飞船的太空探险中来获得我们所感到兴趣的宇宙中的许多奥秘。宇宙的无止境和作用的一致性的规律就不允许我们把自己认为是宇宙中唯一能思维的生命，可是我们那有理智的同类是居住在离地球较近的行星上呢？或者要到他们那去作客需要飞向那遥远的星球呢？

人类很早就知道地球的天然卫星月亮是一个寂静的没有生命的天体。太阳系的九大行星按各自的轨道半径运转。这九颗行星以它们同太阳的距离由近到远排列起来是水星、



太阳系的九大行星

金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。这些行星的大小不一，木星的直径约为地球直径的十一倍，水星的直径还不到地球直径的一半，金星和火星的直径略小于地球。人们自然会想到金星和火星离太阳的距离与地球离太阳的距离相差不多而直径也与地球的直径相近，既然有着这样与地球相近的条件那么在金星和火星上面是否也存在生命呢？二十世纪初叶，天文学家们在观察火星时从望远镜中发现火星的表面有条带状的影子，猜测是火星上的高级生物开凿的运河。甚至还出现一些幻想色彩的图书，画出了想象中的火星人的外貌。但是后来经进一步的观测和专门的研究便否定了火星运河的推断，而认为在火星上可能有低级植物，至于动物是没有的。从1964年至1971年，美国连续向火星发射“水手”4号、6号、7号、9号宇宙探测器。其中“水手”9号已成了火星的人造卫星，将火星的表面大部分拍成照片。1976年7月和9月“海盗”1号和2号在火星表面软着陆，进行了火星上是否有生命的探测。获取的资料表明火星是一个寒冷而干燥的世界，火星表面的平均温度比地球表面的平均温度低 30°C ，昼夜温差达 120°C 。火星大气非常稀薄，主要成分是二氧化碳，其次是少量的氮、氩、氧和水蒸汽等。火星表面没有水，再加上没有磁场而使火星完全暴露在紫外线辐射、流星体和高能粒子面前，火星上是不可能存在高级生命形式存在的。

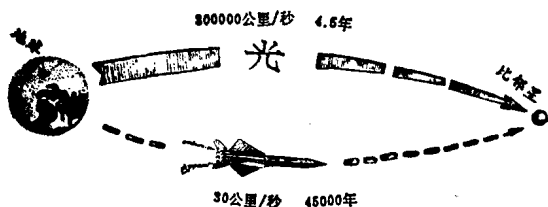
此外，在太阳方向上我们的邻居——美丽的金星，以前我们对它的研究和了解要差得多，它总是被不可透过的云层包裹着。据美国“先驱者”——金星1号、2号宇宙飞船的初步探测表明，金星上有极其频繁的闪电，以及在低层大气

中的“化学火”发出的辉光。金星表面的温度达 455°C ，很难设想能有生命存在。太阳系的其它六个行星上面更不可能有生命存在。因为在那明亮的，离太阳最近的水星上是相当炎热的，温度之高，足可以使熔化了了的铅象流河那样流动；其余那几个行星——富有卫星的巨大的木星、用光环装饰着的土星、逆向自转的天王星以及远离太阳的海王星和冥王星——由于离太阳遥远，它们上面笼罩着黑暗和寒冷。

我们的太阳以及整个的太阳系在那漫无边际的宇宙中只不过是沧海一粟而已。宇宙中最神速的使者——光，从那遥远的星球走到我们这里还需要几千年或者甚至几十亿年。要知道光的速度等于现代喷气式飞机速度的百万倍。

毫无疑问，宇宙中某些星体的行星上是有可能存在生命的。因为在良好的条件下不能不创生和出现有机界的进化。将来到那有“人”居住的宇宙角落里去旅行的希望有可能吗？

太阳系外离我们最近的星体是半人马星座的比邻星（Proxima）。光从我们这儿走到那需要四年半，如果改用宇宙火箭以每秒30公里的速度飞去，那么到达这颗星所用的时间约四万五千年左右，然而这个速度就已是喷气飞机的一百倍了。



光速与火箭速度的比较

虽然比邻星是离我们最近的星球，但是在一个人有限的生命时间内用这样的速度去旅行是不行的。当然科学技术是不断向前发展的，那么将来进一步提高宇宙火箭的速度的前途如何？如果有可能把速度提高几万倍，是不是到其它星球去旅行就没有别的困难了呢？

反冲作用力可以使火箭获得速度。从喷咀喷出的气体速度越大，火箭在气体喷出的相反方向上的运动也就越快。其实，问题倒不在于喷出的是什么样的特殊性质的炽热气体，重要的是向后抛出多少质量，向后抛出气体速度越大、质量越多，火箭向前运动的速度也就会越大。

经科学家计算，火箭喷出了自己最初质量的63%它才恰好达到气体粒子离开喷咀时的速度。当喷出气体的温度是4000℃时，经测定该速度不超过每秒五公里。当气体已满足这样的速度时，我们再设法提高火箭的速度。为此，应该以气体的形式向后抛出火箭最初质量的绝大部分。

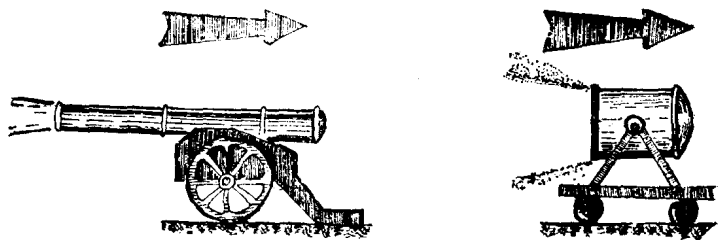
为了使火箭的速度达到被喷出气体速度的十倍，火箭就应该失掉自己最初质量的99.995%。因此，火箭外壳、贮燃料的槽、仪器设备、乘客、贮存的食物、水、空气等等的重量总和不能超过装满了的火箭总重量的0.005%。

现在我们预想，在遥远的未来可以设计出这样一种火箭：不用失掉质量而火箭的整体就可以用每秒五十公里的速度飞出地球。即便是能做到这一点，它再由离我们最近的星球上飞回来一共还得需要五万四千年！当然利用多级火箭，根据火箭的级数多少是可以使这期限缩短几倍的。但是我们仍然离许多实际问题的解决差得很远。

为了提高气体排出的速度，用进一步使气体增热的方法

是可行的。然而甚至是在原子爆炸的温度下，火箭的速度也不能达到每秒一百公里。就是这样的话，我们要到最近的恒星上去旅行往返也仍需二万多年。采用了强有力的核能技术也仍然是无能为力的，这毫不奇怪，因为欲加速火箭，不仅需集中能量而且也需要向后抛出大量的储备物质。难道人类实现星际旅行的道路就这样被封锁了吗？星际航行所需要的那种超高速真的不能达到吗？当然不是。人类的科学技术向前的发展是永无止境的。很清楚，我们应该尝试着用一种更“活跃”的东西来代替这个“慢”的气体。

世界上最快的东西要算是光了。但是能利用它来代替使火箭运动的气体吗？我们知道，如果炮弹从炮膛中射出去是要产生“后座”的，那么我们设想若是把光线“射”出去呢？

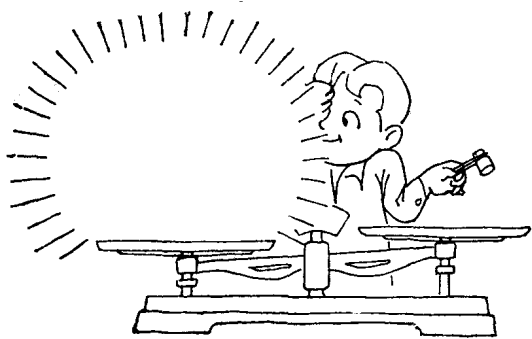


炮弹和光的反冲作用

从古代起人们就对光产生了兴趣，并对它作了许多研究。人们知道光可以使黑暗的地方明亮、在均匀媒质中它是按直线传播的，而在一些物质中它会发生反射和折射等等。可是在很长一段时间内光的本性问题始终是个“谜”。当

然，这个问题早已被人们认识了。

科学家们用最灵敏的仪器、最精确的实验技术和数学分析的方法“称量”了巨大的太阳及微小的原子核的重量。但是最有趣的是科学家们同样可以“称量”光。显然这种精确的实验技术是值得我们惊奇的。这就很自然地形成了一个概念——“光的重量”。这个词粗看起来似乎是没有意义的，但光的重量确实是可以称量出来。这就是说，光同样是物质，正象其它实体物质一样是物质的，不是不可捉摸的。当然这并不是说光也是由碳、氢、氧或铁、铜、铝等化学元素的原子组成的。由太阳和恒星上射来的光以它固有的速度向周围空间传播，照耀和温暖着它前进道路上所碰见的一切物体并激起它们的化学变化，同时也作用着生物的感觉器官。这样我们就可以说，处于永恒运动不断变化的物质有两种表现的形式：一种是由原子所组成的实物，另一种是光一类的物质。



光的微粒叫光子。光子是与实物的粒子不同的，任何时候光子也不能处于相对静止状态，它们的特征就是始终以最

大速度运动。但在其它一些方面光子的性质和实物粒子的性质是很类似的。例如光也是具有重量的，然而我们在日常生活中没有感觉到它有重量和质量，这是因为我们所感觉到的光的重量只是非常小的“一份”，而在实际生活中我们只能和这“一小份”发生关系。所以它的重量是非常小的，不易被我们感觉出来。比如在某一瞬间一个大的非常光亮的房间里的光其重量却不超过一个原子的重量。可是在整个宇宙的范围里情况就不同了。有人曾计算过，太阳每秒钟向各个方向发出的光的总重量是四百五十万吨左右，而它每秒钟射到地球上的光大概有两公斤重。

如果光有质量，那么在某种程度上就应类似于气体或液体的快速流动，它碰到障碍物时也一定会使障碍物在光的传播方向上运动，这就是光压。光压的概念最早是由开普勒在解释彗星尾巴形状时提出来的。麦克斯韦曾计算过光压，他指出晴天的太阳光作用在地球上每平方米黑体的表面上的力是0.4毫克重。光压的发现消除了人们对“光有重量”的怀疑。光在投光器中向外射出时也应该象其它流体那样产生相应的反冲作用。然而我们在日常生活中接触到的发射光的“枪”即任何一种发光器，它并没有象大炮发射炮弹时那样向后反冲。这是因为我们的发光器放出的“炮弹”太轻了！如果制造出来一个功率相当大的发光器，那么你就会发现它的“反冲”。这样就很自然地产生了用光流代替气流使火箭运动的想法。但是到目前为止这样的火箭甚至连它的详细情况也没有设计出来，不过这样的火箭在科学上已有了名称，叫光子火箭。

光子火箭的特点就是它向后喷出的不是炽热的气体的原

子，而是更小的光微粒——光子。也就是说光子火箭要向后抛出大量的光子才可以使自己加足速度。

难道就真是这样简单吗？是不是把投光灯安在火箭的后边就可以去做星际航行了呢？光子的质量太小了，所以无论你怎样发射，火箭的速度也不能使我们满意，就是在原子弹爆炸时所放出的全部光也只有半克。假设我们用一种奇妙的方法制出了这种理想的投光灯，使他的功率等于一个巨大水电站的总功率，但是这样大的功率的投光灯连续照两个月也只能产生一克光。

火箭的设计者不得不为此再想办法。火箭在飞行的时候必须抛掉星际飞船最初质量的绝大部分，否则其获得的速度就要比抛出去的粒子速度小得很多。将来光子火箭的有效质量不能超过一吨，所以应该用吨来表示向后射出光的质量。靠什么样的能源才能产生这样大量的光呢？在利用原子或核子燃料的情况下每产生出来一公斤的光就要消耗一千公斤以上的原料，这样过重的负担火箭是飞不起来的。那么怎样才能找到只“燃烧”一公斤就能产生半公斤光的“燃料”呢？对于这个关键问题，现代基本粒子物理学作出了答复。

现在几乎每一个人都知道原子结构的一般特点：带负电的电子绕着比它重得多的带正电的原子核旋转；原子核是由较重的质点——带正电的质子和不带电荷的中子所构成。电子、质子、中子组成了所有的物质。物理学上把它们称作“基本粒子”，要注意，这里的“基本”二字是有条件的、并不是不可分的。

在物理学里我们已对正电和负电之间的区别习惯了，也

就是根据它们本身各种不同的特征体现出两种电荷的符号，带正电的质子的重量是带负电的电子重量的1840倍。在二十世纪三十年代人们发现了电子的双生兄弟——阳电子。阳电子与电子的区别只是带电符号不同、磁矩的方向相反。阳电子正确的名字应该叫“反电子”。后来又陆续地发现了曾被科学家所预言的“反质子”和“反中子”。反质子就是带负电荷的质子，反中子只与中子的磁矩方向相反。

原来在自然界中存在着带正电和带负电的电子、质子以及有两种磁矩方向的中子。如果原子是由质子和中子构成的带正电的原子核以及核外带负电的电子所组成，那么是不是也可以存在由反质子和反中子构成的带负电的核以及核外有带正电的反电子所组成的反原子呢？

实际上，在宇宙当中我们所居住的这一部分存在着非常多的象电子、质子和中子这样的粒子，而反粒子如阳电子、反质子、反中子等却非常稀少，但是说不定在浩瀚的宇宙中离我们这儿很遥远的某个地方与我们这儿的情况恰好相反呢？

很遗憾，任何的直接天文观测也不能告诉我们这个问题。我们只好根据光、电磁波来研究那无边际的宇宙的物理性质。但是无论原子或反原子都具有完全相同的辐射光的本领。通常的物质放出来的光子和反光子之间不存在任何的绝对区别，这种反光子应该是由反粒子所组成的“反物质”放射出来的。

一九六三年美国天文学家斯密特从射电源光谱的“红移”现象发现了“类星体”。类星体是银河外的天体，离我们有几十亿光年的距离，但却异常明亮，说明类星体的能量

是大得惊人的。有人认为类星体存在大量的“物质”与“反物质”，它们相互作用的结果使类星体发射出强大的能量。

从理论上来看，根据现在所有的反粒子都应该具有象一般物质的粒子那样的本领，可以聚集成原子和分子。在这种情况下如同门捷列夫给原子建立周期表那样，反原子也应该按它们自己的性质和规律排列成反元素的周期表。“反氢”将与“反氧”化合成“反水”，将同氢氧化合成水的条件一样，并且也同样放射出那么多热量。可以设想，“反化学”书中所用的一切词和我们化学书中所用的一切词都会一一相对应的。诚然，在谈到原子结构时，将清楚地指出，反物质的反原子核不是带正电，而是带负电。

我们可以想象，在某一个遥远的星云上有一个由反粒子构成的世界，那里已经有了高度文明的社会了，我们可以用公共的语言同他们的学者谈话，打听他们那个天体上是否一切都真是由反物质所组成的。我们可以详细地询问他们那儿的原子核是带什么样符号的电以及核外电子又带什么样符号的电。不过应该和他们事先商议好什么样的电荷算是正的，什么样的电荷算是负的，因为这是区分原子和反原子的充分条件。比如可以向他们指出在我们的世界里，原子的外壳具有玻璃棒同绸子摩擦时所产生的那种电荷。但是在反世界里，原子的外壳的电荷在符号上也是和玻璃棒上的电荷符号相同的。因为他们那里的玻璃棒和绸子的分子也和其它分子一样，是和我们这里的原子分子构造刚好相反。如果我们这儿的玻璃分子容易失掉自己外围的电子，那么在反世界里的“反玻璃”分子同样也容易使自己周围的“反电子”失掉。这样，假使真有“反世界”存在，那么“反世界”里的一切

“物质”和我们这儿的一切物质的物理性质和化学性质是不会有区别的。但是若是有一个反物质的原子经过了遥远的路途从反世界飞到我们这里来，那么我们就能够立即发现它同一般的原子是不同的，而是一个反原子。因为反原子的核是带负电的，它将会吸引我们这儿的带正电的原子核。但是现在还没有发现任何一个使者从那遥远的反世界来到我们的地球。

粒子和它所对应的反粒子，由于它们互相具有相反的电荷，很自然，它们是要相互吸引的。但是它们在互相碰撞的时候又会产生些什么呢？

根据物理学中最基本的概念，异性的电荷能彼此中和。但是实验告诉我们，在电子和反电子碰撞的时候，发生极彻底的中和。不仅是粒子所带的电荷要消失，同时粒子本身也要“毁灭”即碰撞以后电子和反电子消失，而在它们的位置上出现了两个光子。这也就是说，实物的粒子转换为光的粒子。同时光子也是可以相反地转换为电子和反电子的，这也是光的物质性的一个确切地证明。这种逆转换在物理学实验中是经常出现的。

物理学上把实物的粒子和反粒子转换为光子称做“湮灭”。在字面上这两个字是意味着毁灭。但是，我们都清楚地了解，物质是不会有毁灭的，只不过是它从一种形式转变为另一种形式而已。

不仅是电子和反电子可以发生湮灭，而且质子和反质子、中子和反中子都可以发生湮灭。所以在这种情况下湮灭的产物不只是光子，而且还有介子。关于介子我们在这里暂不谈它。我们所感兴趣的是在湮灭过程中每一克物质可以转化为