

# 《流浪地球》除了特效还能看到什么?



今年贺岁片可谓是强者林立,前有主打情怀的《新喜剧之王》,后有黄渤沈腾徐峥搭档的爆笑大片《疯狂的外星人》,还有小朋友们喜欢的《小猪佩奇过大年》……谁能想到,一部号称“硬核科幻”的中国科幻片《流浪地球》横空出世,高居各大榜单票房榜首。

《流浪地球》改编自中国科幻作家刘慈欣的同名小说,讲述的是太阳即将毁灭,人类在地球表面安置巨大的推进器,在茫茫宇宙中寻找新家园的生存之旅。作为一部生存灾难片,硬核科幻的《流浪地球》到底展示了什么样的科学原理?我们一起来了解一下吧!

《流浪地球》的电影背景中,因为太阳极速老化,氦闪爆发在即,太阳系已经不适合人类的生存,故而全人类成为寄居蟹,预备带着整个地球开启“流浪”模式。

什么是太阳氦闪?我们知道,19世纪以来,科学家通过分析太阳光谱,发现太阳中所蕴含的元素:90%的氢,还有氦和少量较重的元素。太阳表面像一大碗煮沸的粥,不停地冒着直径近于一千英里的泡泡,温度高达6000℃。大规模的爆炸,会定期撕裂太阳表面,在数秒钟内释放相当于十亿颗原子弹的能量。

经过漫长的时间发展,当太阳的氢气燃烧殆尽后,它就会变成一颗红巨星,失去燃料的核心将会收缩产生大量高热,导致外层向太阳系膨胀,内侧行星将会被吞噬,甚至连地球都难以幸免,这就是太阳氦闪。

我的眼睛突然什么都看不见了,几秒钟后,视力渐渐恢复,冰原、海岸和岸上的人群又在眼前慢慢显影,最后完全清晰了,而且比刚才更清晰,因为这世界现在笼罩在一片强烈的白光中,刚才我眼睛的失明正是由于这突然出现的强光的刺激。但星空没有重现,所有的星光都被这强光所淹没,仿佛整个宇宙都被强光溶化了,这强光从太空中的这一点迸发出来,那一点现在成了宇宙中心,那一点就在我刚才盯着的方向。

太阳氦闪爆发了。

——摘自《流浪地球》

为了让我们的地球成功“流浪”,势必摆脱太阳系的引力,靠什么呢?地球还是个庞然大物,半径6371公里,重达59万亿亿吨。于是乎,人们想出了一个办法,在地球上装上了行星发动机,它的能量来自“重元素聚变”。

1954年,第一个利用磁约束来实现可控核聚变的环形容器——托卡马克装置在苏联库尔恰托夫原子能研究所建成。一直到现在,人类探索核聚变的努力仍在继续,世界各国的总投入在持续增加,探索的步伐也将加快。不断有新的托卡马克聚变反应堆研制成功,包括中国科学院合肥物质科学研究院等离子体所研制的东方超环(EAST)。



在6000米处,我们见到了进料口,一车车的大石块倒进那闪着幽幽红光的大洞中,一点声音都没传出来。我问小星老师地球发动机是如何把岩石做成燃料的。

“重元素聚变是一门很深的学问,现在给你们还讲不明白。你们只需要知道,地球发动机是人类建造的力量最大的机器,比如我们所在的华北794号,全功率运行时能向大地产生150亿吨的推力。”

——摘自《流浪地球》

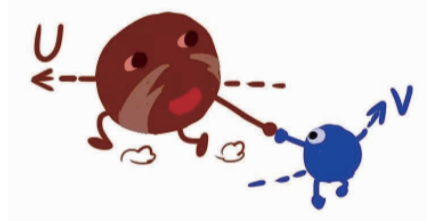
## 为什么流浪的时候要经过木星?

在电影中,末路的人类为自己选了一个新的家园——比邻星(半人马座三星)。哪怕人类造出了同样庞大的行星发动机,足以在5年左右将地球推进到逃逸速度(脱离太阳引力的最低速度)。

但这个速度还远远不够。比邻星(半人马座三星)距离地球4.3光年,如果按照逃逸速度航行,需要7.7万年才能抵达,这实在是太漫长了!于是人类想到了借助木星的“引力弹弓”,令地球零消耗改变方向、提升速度,最后到达比邻星。

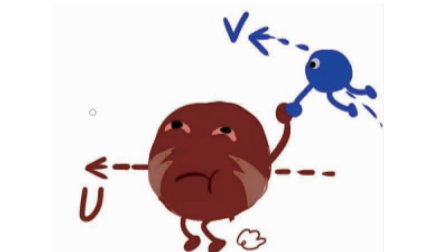
航天中存在引力弹弓现象,利用它,可以令航天器零消耗低改变方向、提升速度,送达目标轨道。引力弹弓一般发生在一对重量相差悬殊的天体之间。这里我们用木星(红色球)和地球(蓝色球)举个例子,如图a和图b所示。

地球以速度V靠近木星,而木星在轨道上以速度U运行



▲图 a 引力弹弓的示意图

足够靠近后,地球被木星引力抓住,牵引,优雅地转体半周,然后像掷铁饼那样甩出去



▲图 b 引力弹弓的示意图

感谢木星老哥的助攻,地球的速度和能量都增加了,并没有消耗任何燃料,就奔着新家过去了。

这时,谁都无法相信小小的地球能逃出这巨大怪物的引力场,从地面上看,地球甚至连成为木星的卫星都不可能,我们就要掉进那无边云海覆盖着的地狱中去了!但领航工程师们的计算是精确的,暗红色的迷乱的天空在缓缓移动着,不知过了多长时间,西方的天边露出了黑色的一角,那黑色迅速扩大,其中有星星在闪烁,地球正在冲出木星的引力魔掌。

——摘自《流浪地球》

## 地球亲密接触木星有什么危险?

电影中地球借助木星的“引力弹弓”,一跃而前往浩瀚的宇宙,其实这是非常凶险的,这个凶险可不单指电影中的3000座行星发动机出现故障。而是会导致地球活活撕裂的——洛希极限。

什么是洛希极限?当地球“流浪”到木星附近,此时,地球相当于木星的一个卫星。此时,地球就感受到了一个拉伸的力,也就是潮汐力。如果地球距离木星很近,地球感受到的潮汐力就会特别大,最后被潮汐力撕碎。

1994年前后,人类观测到了一颗彗星因突破木星洛希极限而惨遭撕裂进而葬身木星的“宇宙级交通事故”。这颗名叫“苏梅克—列维9”的彗星是第一颗被发现的围绕行星运行的彗星,1993年发现时也许已经被木星捕获了20至30年左右了。计算表明,“苏梅克—列维9”在木星洛希极限距离内通过,于是木星的潮汐力把该彗星撕裂。后来这颗彗星成为了一系列直径在2公里之内的碎片。

三个太阳对行星产生的潮汐力均超过洛希极限,第一颗太阳撼动了行星最深层的地质结构,第二颗太阳在行星上撕开了直通地核的大裂缝,第三颗太阳将行星撕成了两半……当行星被撕裂后,形状不规则的两部分在自身引力下重新变成球形,灼热致密的行星核心物质涌上地面,海洋在岩浆上沸腾,大陆如消融的流冰般漂浮,它们相撞后,大地变得像海洋般柔软,几万米的巨大山脉可以在一个小时内升起,又在同样短的时间内消失。在一段时间内,行星被撕开的两部分藕断丝连,它们之间有一条横穿太空的岩浆河流,这些岩浆在太空中冷却,在行星周围形成了一个环,但由于行星两部分的引力扰动,环不稳定,构成它的岩石纷纷坠落,使世界处于长达几世纪的陨石雨中……

——摘自《三体》

电影的结局,主角一行人成功地引爆了木星氢氧混合的气团,运用“引力弹弓”走向未来的家园,地球彻底进入“流浪时代”。那么,未来太阳走向衰竭,还要多久?我们真的会走向流浪吗?第一个问题,科学家早已做出了解答。

研究计算表明,目前太阳的核反应速率大概比太阳刚成为主序恒星时大30%,而在55亿年后,不断加快的太阳核反应速率使得当时太阳辐射出的能量约是现在的2倍。

在如此剧烈的辐射照耀下,地球表面的温度将超过3百多摄氏度。以当前的认识,在这种环境下包括人类在内的生物体都是无法生存的。除非当时的人们研发出了能够遮挡太阳剧烈辐射的装置,否则就不得不踏上流浪之旅了。

因此,珍惜我们的地球吧,它处在太阳周围的宜居带里,可以允许液态水稳定的存在,较强的地磁场屏蔽了太阳高能粒子的侵袭,大气层的密度和成分能够有效的调节温度,浩瀚宇宙,何德何能,诞生出我们这颗伟大的蓝色星球。

我好像看到半人马座三颗金色的太阳在水平线上依次升起,万物沐浴在它温暖的光芒中。固态的空气融化了,变成了碧蓝的天。两千多年前的种子从解冻的土层中复苏,大地绿了。我看到我的第一百代孙子孙女们在绿色的草原上欢笑,草原上有清澈的小溪,溪中有银色的小鱼……我看到了加代子,她从绿色的大地上向我跑来,年轻美丽,像个天使……

啊,地球,我的流浪地球……

——摘自《流浪地球》

来源:科学+



弘扬科学精神 普及科学知识  
传播科学思想 倡导科学方法

本版由新昌县科学技术协会协办

## 是什么导致地球『流浪』?

## 地球『流浪』的动力是什么?