



激光驱动光帆

英国《自然》杂志日前刊登的一篇论文引起了前所未有的震动。该论文称,天文学家发现,有类地行星围绕离太阳系最近的恒星——比邻星的轨道运行,且根据这颗行星所处的位置推测,该星球表面可能存在液态水,科学家们将地球的这个“堂兄弟”称作“比邻星b”。

尽管该恒星系统与我们堪称宇宙间的近邻,但它仍然远在4.2光年(大约40万亿公里)之外,如此遥远的距离,我们有可能拜访这个新“现身”的行星吗?

# 有望实现星际旅行的七种方式

本报记者 刘霞 综合外电

现有的航天器由化学火箭、低推力离子推进器,以及包括利用行星重力场给太空探测船加速的所谓“引力弹弓效应”在内的引力辅助轨道等共同推动。如果使用传统航天器,比如现在用于探测太阳系的机器人探测器等,要花数万年才能到达比邻星。

如果我们想前往太阳系之外的地方,则需要速度更快的设备,比如像“代达罗斯计划”(Project Daedalus)中提到的核聚变火箭等。在最近的报道中,美国趣味科学网站为我们列出了未来有可能帮助人类拜访比邻星或其他宇宙邻居的7种方式。

## 电子束引爆核动力火箭

“代达罗斯计划”是英国星际学会在1973年至1978年间倡导的研究计划,该计划考虑使用无人太空船对另一个恒星系统进行快速探测,其名称源自希腊神话中修建米诺斯迷宫的工匠代达罗斯。

该计划希望设计出“代达罗斯”航天器——一种重达54000吨的二级核动力火箭,能将一个400吨的机器人探测器提升到光速的12%。如此一来,探测器能在50年内,也就是在一个人的有生之年,到达距离地球6光年远的红矮星巴纳德星(Barnard's Star)。

巴纳德星在很多方面与科学家们最新发现的比邻星类似:它距离地球非常近,正在向太阳系的方向运行,预估公元11800年时,会距地球仅3.85光年,那时它将成为除太阳以外离地球最近的恒星。

“代达罗斯”航天器的火箭将由核聚变提供燃料,使用电子束引爆燃料,例如氦-3。科学家们未来或许可以从月球表面开采氦-3。即便如此,发动机仍然需要消耗数万吨燃料,才能在大约4年内达到其顶级速度(光速的12%)。然后发动机关闭,“代达罗斯”航天器将在茫茫太空中航行46年,最后到达目的地。因为没有留下任何可供减速的燃料,长达50年的漫长旅行之后,航天器将对目的地系统进行70小时的飞掠,然后加速进入星际空间。

英国伦敦大学伯贝克学院行星科学教授兼太空生物学专家伊恩·米歇尔称,“代达罗斯”航天器太大了,或许无法从地球表面起飞,因此不得不在轨道上建造,但目前我们还不具备在太空制造航天器的能力。

米歇尔认为,尽管与“代达罗斯计划”提出之时相比,科学家们现在对该项目背后的科学原理理解得更为透彻,但他认为,巨额的成本以及巨大的技术挑战很可能意味着,要想让类似“代达罗斯”航天器这样的设备朝恒星进发,至少需要100年。

## 激光点火核聚变火箭

“代达罗斯”项目已成“昨日黄花”,取而代之的是“伊卡洛斯计划”(Project Icarus)。该计划目前正由英国星际协会和伊卡洛斯星际组织携手进行,参与这一项目的工程师们希望能在2100年之前实现星际飞行。

“伊卡洛斯计划”的使命是研制出能到达距地球22光年范围内恒星的航天器,此处的恒星可能拥有宜居的系外行星。这意味着,如果某个行星被证实位于比邻星周围,将成为这一项目的目标星球。

米歇尔表示,“伊卡洛斯计划”会用新技术、新想法对“代达罗斯计划”的设计方案进行升级。科学家们提议,让核聚变火箭使用一种不同的核燃料,能被激光而非电子束引爆,美国加州劳伦斯利弗莫尔国家实验室国家点火装置(NIF)的科学家们在激光点火核聚变领域取得的进步,或许有助于实现这一想法。

再加上电子设备微型化、机器人技术以及纳米技术等领域的进步,“伊卡洛斯”航天器可能比预计重达400吨的“代达罗斯”小很多,这意味着可以携带更少的燃料。

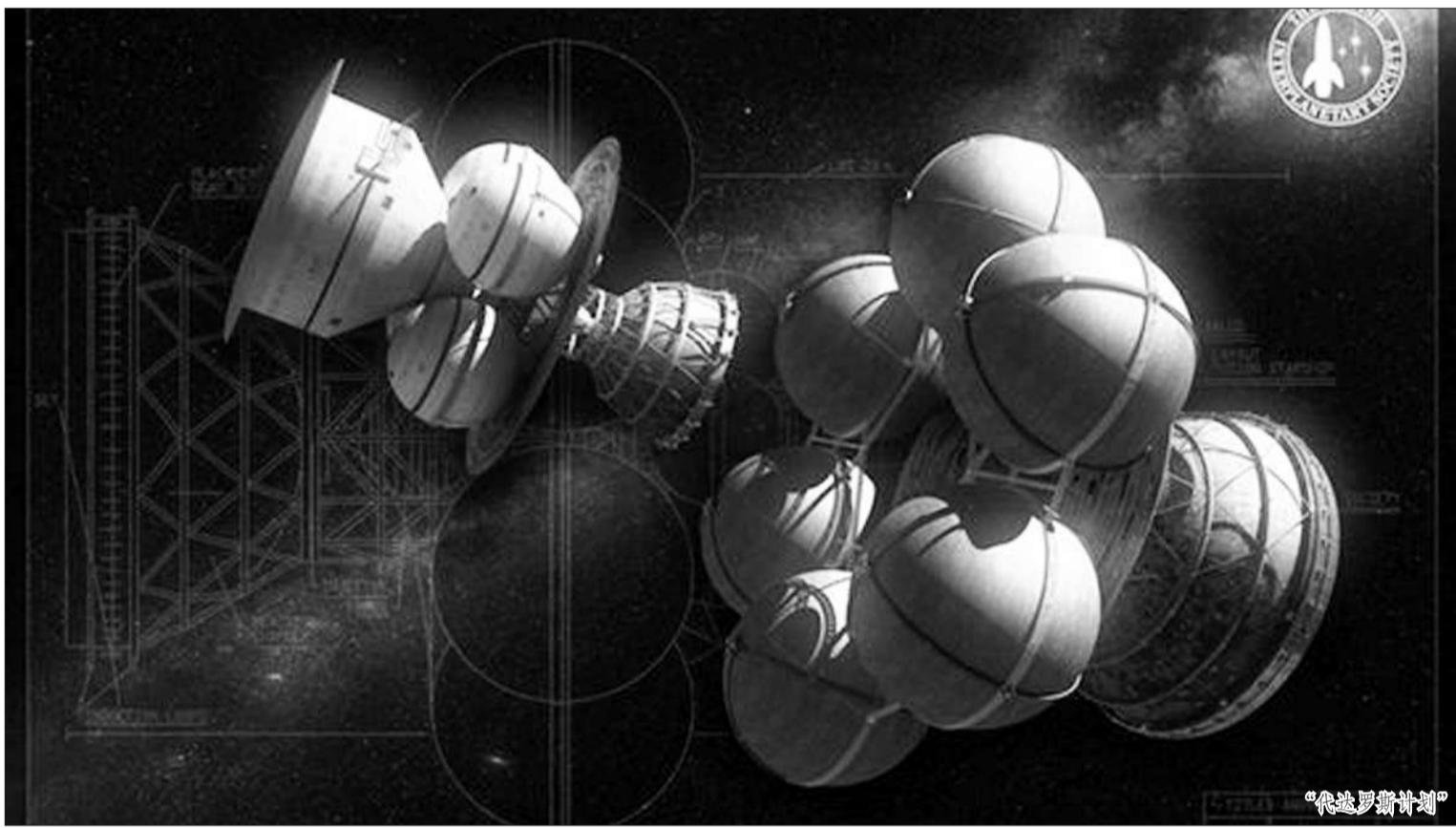
## 用激光驱动光帆行进

不过,米歇尔表示,我们最好还是将实现星际旅行的赌注压在不使用火箭上。科学家们现在正在考虑使用光帆(使用光产生的压力推动负载)来推动星际太空探测器行进。例如,2010年12月8日,日本依靠太阳辐射加速的星际风帆“伊卡洛斯”(IKAROS)飞船,在长达6个月的金星之旅中成功地使用其20米宽的光帆来推动飞船前进。“伊卡洛斯”是由日本宇宙航空研究开发机构开发的试验性太空探测器,也是世界上第一个在星际空间运行的太阳帆,该太阳帆的名字由日本工程师森治取名自希腊神话中的人物伊卡洛斯。

尽管由太阳光驱动的光帆已成为一种高效探测太阳系的方式,但还不够快,无法在合理的时间内跨越漫长的星际距离。

米歇尔说,解决办法可能是,在旅行开始,使用功能强大的激光推动光帆以极高的速度行进,直到航天器距离激光源太远而无法从激光束那儿获得更多推动力。

由于驱动激光器将在地球或轨道上建造,星际光



“代达罗斯计划”



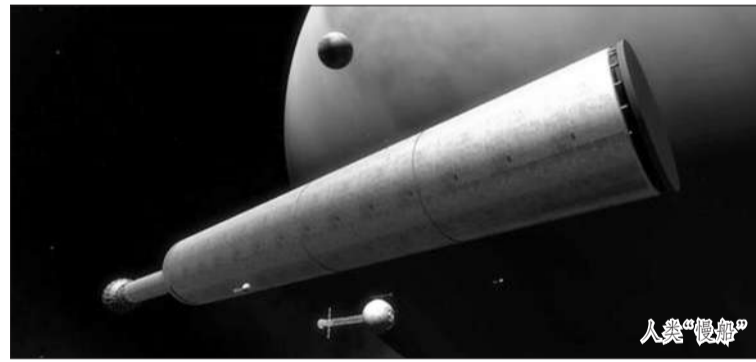
“伊卡洛斯计划”



反物质火箭



巴萨德冲压发动机



人类“慢船”

帆航天器将不需要在旅程中携带燃料,因此航天器的质量会比较小。

激光驱动的光帆航天器也是“突破摄星(Breakthrough Starshot)”计划的基础,这一计划由俄罗斯知名技术投资人尤里·米勒和英国著名物理学家斯蒂芬·霍金于今年4月份携手宣布,旨在2036年前制造出一款工作模型,整个项目计划耗资100亿美元。

“突破摄星”计划的目标是开发数千个配备太阳帆的纳米太空飞船“恒星芯片(StarChip)”,飞往离我们最近的恒星系,并带回照片。每个“恒星芯片”的重量仅为几克,依附到一个约4米宽的光帆上。光帆从一艘位于轨道的“母船”那儿延伸开来,借助地面激光器发射出来的激光,“恒星芯片”和光帆会被加速到光速的15%到20%,这将使航天器能在20年到39年间抵达距离地球4光年的比邻星系统。

加州大学圣巴巴拉分校的宇宙学教授菲利普·鲁宾对“突破摄星”计划背后的概念进行了深入研究。他认为,这一计划面临的最大挑战是制造出足够强大的激光器来驱动光帆航天器。

## 巴萨德星际冲压发动机

除使用光帆外,任何飞船都需要携带大量燃料,并耗费很多能量来运送这些燃料。光帆虽然解决了这个问题,但却缺乏灵活性,难以进行随意的加速减速和轨道调整。而使用星际冲压发动机的飞船,可以不牺牲灵活性而解决燃料携带方面的问题,因为核聚变的燃料氢在星际空间中到处都是,只要在飞行途中把它们搜集起来,送进反应炉中就可以了。

巴萨德星际冲压发动机这一概念由美国物理学家罗伯特·巴萨德于上世纪60年代提出,兼具核聚变燃料的大推力以及光帆的低燃料需求这两方面。

巴萨德冲压发动机自身并不携带任何燃料,它会

使用位于太空舱前面的一个延伸数千公里的漏斗形电磁场,“舀起”星际空间中极其纤细的气体和灰尘——所谓的星际介质。这些星际介质中的氢气会被压缩并被用作位于太空舱后部的核聚变火箭的燃料,驱动太空舱前进。

从理论上说,只要旅行中的星际空间内存在足够的星际气体,由巴萨德冲压发动机驱动的航天器就能持续不断地加速前进,其行进速度可能非常接近光速。由此,这种巴萨德冲压发动机成为很多科幻小说中的“常用道具”。例如,在美国著名科幻小说作家拉里·尼文的《已知空间》系列小说和包括《环形世界》在内的短篇小说中,都可见这种发动机的“倩影”;另外,波尔·安德森于1970年发表的小说《T-零度》对一个失控后高速飞行的星际冲压飞船上所发生的事情进行了描写。

但不足之处在于,太阳系和附近恒星周围的星际介质非常少,而且科学家们已经估算出,那里没有足够的氢气来给巴萨德发动机提供燃料。

不过,米歇尔解释说,科学家们已经提出了几个方案来解决这一问题,其中包括一种所谓的“冲压增强恒星火箭”,这种火箭使用收集到的物质作为反应物驱动太空舱向前。

## 反物质火箭和黑洞驱动

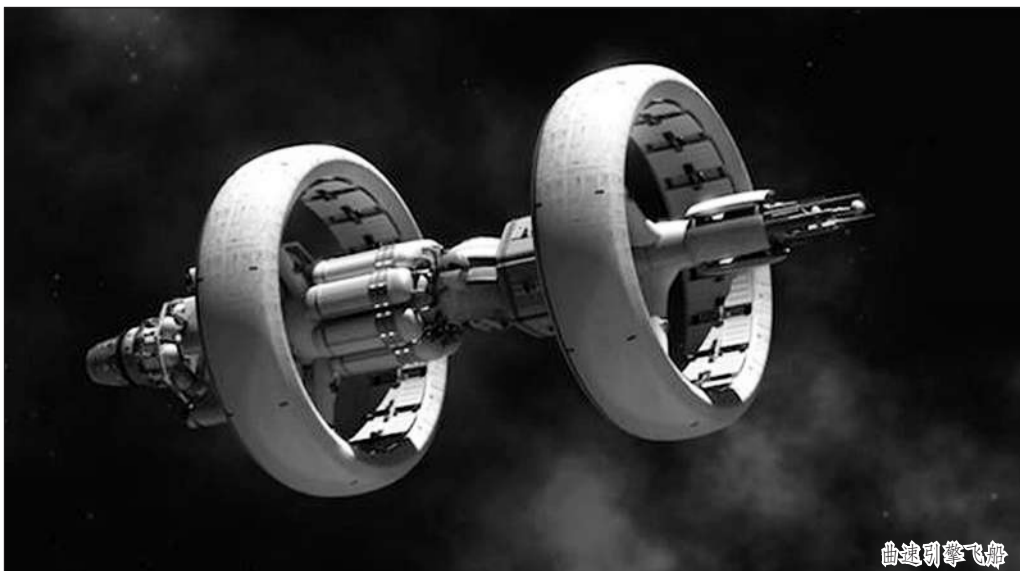
除了上面提到的光帆、大型激光器和核聚变火箭,科学家们还提出了其他更新奇的实现星际旅行的方案。例如,由物质和反物质相互湮灭而驱动的火箭,这一方法尽管暴力,但非常有效。

不过,米歇尔说:“反物质可能是一种非常好的火箭燃料,因为其能量密度极高。然而,反物质在自然界中并不存在,我们必须制造出来。但是制造反物质难度极大、成本极高,一旦制造出来也极其危险。因

此,谁知道反物质是否能被用作火箭燃料呢?”

另一个异想天开的想法是“史瓦西球形闪电(Schwarzschild Kugelblitz)”驱动。这一驱动方式主要是在航天器发动机内使用一个微型人造黑洞作为能量来源。配备了所谓的“史瓦西球形闪电”驱动的飞船将捕获微型黑洞极快且极暴力的衰变释放的霍金辐射,并将其转变成可以推动航天器前行的能量。每个人造黑洞仅存活几年,因此新黑洞要按需制造,科学家们或许可以用伽马激光器压缩物质球来制造这种微型黑洞。

2009年的一项研究表明,一个由微型黑洞(质量与一艘现代的超级邮轮相当)提供能量的“史瓦西球形闪电”驱动的恒星飞船,有望在20天内加速到光速的



曲速引擎飞船

10%。这一黑洞将持续大约3.5年,随后完全衰变,其一生中输出160千兆(quadrillion)的能量。

## “慢船”也可用于星际旅行

即使利用超快火箭,以光速的十分之一或更快速度行进,人类也需要几辈子才能到达最近的恒星。尽管米歇尔支持人类探索太阳系,但他也表示,星际距离太过遥远,在数百年内,人类或许都无法实现星际旅行。

他说:“我认为,人类能比机器人更高效地探测行星,将人送往太空能扩展我们的经验范围并丰富人类的文化,这一切也适用于星际尺度,只是星际之间的距离如此遥远,而且技术困难太大,因此我们现阶段很难实现。”

尽管如此,科学家们也提出了所谓的“慢船”概念,这些想法未来某一天或能将人类送往其他星系。

其一是“睡船”。在这种船上,人类宇航员在漫长的星际旅途中,处于“深度睡眠”或“假死”状态。这一想法已在多部科幻小说中出现,其中包括1969年上映的《2001:太空漫游》,1979年上映的《异形》以及2009年上映的《阿凡达》等。

其二是世界飞船,也称为是下一代船舶或者星际方舟,它将是巨大的能自给自足的太空栖息地,船上载有很多来自地球的人和物种,会在一个相对来说比较舒服惬意的旅程中前往系外行星。这段旅程可能需要数个世纪才能完成,最初的一代或几代人可能“出师未捷身先死”,只有其后代才能到达目的地。

第三种方案是胚胎飞船,它会将低温冰冻的人类胚胎而非活人送往遥远的殖民星球,一旦到达目的地,这些人将“破壳而出”,并且由机器人“保镖”对其进行教育。

## 曲速引擎助力超光速飞行

爱因斯坦的时空理论认为,有质量物体的运行速度不可能超过光速。但墨西哥理论物理学家米歇尔·阿库别瑞在1994年提出了通过“曲速驱动(Alcubierre drive)”原理打造的阿库别瑞引擎,装有该动力系统的宇宙飞船可利用爱因斯坦方程中特殊的时空“漏洞”形成延展空间,从而避开宇宙中任何物体的运动速度都不可能比光速快的定律。

阿库别瑞设想的“曲速驱动”方式是在一艘形状似足球的宇宙飞船外形成一圈巨大的环,该环需要特殊的技术制造,其功能是将飞船外部的时空弯曲,并围绕着飞船形成一个曲速泡。

去年曾有报道,美国国家航空航天局(NASA)的一名研究人员称,他们已经成功地在高真空中进行了电磁驱动实验,实现曲速引擎的使用,这意味着有朝一日能让人类以超光速的速度遨游太空。

另一个“超光速”概念是利用跨维度的虫洞,这一概念从理论上来说也是可行的,但目前还不存在。在2014年上映的电影《星际穿越》中,土星附近神秘地出现了一个虫洞,这条穿越时空的隧道通向一个遥远的星系,人类可以穿过这条隧道,找寻一个可以殖民的星球,以延续我们的文明。

尽管如此,米歇尔强调称,这一超光速旅行的概念充斥着未知但明显的悖论,例如违背了因果律等。因果律称,事件由发生在此前的其他事件所造成,而不是相反。因此,尽管从技术上来讲,这一概念可以实现,但结果可能证明,其根本不可行。

虽然以上诸多想法有些已经夭折,有些小荷才露尖尖角,有些令人觉得匪夷所思,完全还在孵化阶段,但不管怎样,人类集多年知识和智力积累的“洪荒之力”,未来总有一天会实现这个伟大的梦想:前往其他星球,找寻地球失散多年的“兄弟”或在此创建新的美丽家园。