逐梦比邻星的星际航行探索与实践

芳草地国际学校双花园校区 六年级6班 张羽阳、何思源、柴蕴嘉

指导教师：刘爽

**一、内容摘要**

在学校的支持下，我们“逐梦寰宇”社团的三名主要成员以“探访比邻星”为目标，开启了一场跨学科的科学探索。通过实地参观中国科技馆、天文馆，结合文献研究、专家访谈和模型设计，我们尝试设计了一艘名为“探梦号”的核聚变混合动力火箭及“夸父号”探测器，并规划了利用引力弹弓加速的星际航行轨道。尽管目前技术尚不成熟，但我们的研究展现了青少年对宇宙探索的热情与创新思维，也为未来深空探测提供了初步的实践参考。

**二、学习背景**

从小阅读《三体》《流浪地球》等科幻作品，我们对神秘的宇宙充满向往。比邻星作为离太阳系最近的恒星，其潜在的行星和未知的宇宙现象深深吸引了我们。在学校社团活动中，我们了解到中国航天事业的辉煌成就，并决心以“社会大课堂”为平台，通过实地学习和跨学科研究，探索星际航行的可能性。中国科技馆的火箭模型、天文馆的星空模拟体验，以及专家指导，为我们的研究奠定了实践基础。

比邻星系是离地球最近的恒星系统，距离地球仅4.24光年，由于其距离近，因此成了天文研究中的重要目标。目前已经使用多种天文观测手段对比邻星进行了广泛的研究，包括恒星结构和演化、恒星活动与太阳风等物理现象、行星研究等。比邻星系的研究也为探寻太阳系外的星系提供了重要的数据和技术支持，对于了解太阳系外恒星、行星的物理特性、可能的生命存在等问题具有重要的科学意义。

研究成果、结论提炼以及个人收获与感悟；附件部分则需包含反映学习过程的照片和学习日志等相关资料。

**三、研究目的和意义**

**1.研究比邻星的物理性质和活动**

目前对于比邻星系的研究只停留在天文望远镜的观察层面，发射探测器对比邻星系进行近距离探索，具有非常重要的科学价值。

比邻星是最靠近太阳系的邻居，研究比邻星的物理性质和活动对于了解太阳的演化和活动有重要的意义。发射比邻星探测器可以探测比邻星的光谱特性、介质等，这些信息可以用于发展恒星演化理论、探索太阳系起源和演化的历史等方面的研究。

**2.探测比邻星行星**

比邻星是距离地球最近的恒星系统之一，因此成了探测行星和了解太阳系外行星性质的重要目标。发射比邻星行星探测器可以探测比邻星周围的行星，开展行星物理性质和大气层组成、温度等方面的研究，对理解行星的形成、演化以及生命的起源等问题具有重要意义。

**3. 探测宇宙射线和宇宙尘埃**

比邻星探测器还可以用于探测宇宙射线和宇宙尘埃，这些信息可以为宇宙射线和宇宙尘埃的来源、组成等提供新的线索。

**4. 推进太空技术进步**

发射比邻星探测器需要开发新技术和设备，如推进系统、航天器制造等方面的技术，在推动太空技术进步和在国际航天领域竞争中可以发挥重要作用。

因此，发射比邻星探测器不仅可以加深对太阳系以外的星系和珍贵的一类恒星领域的物理学解释的认识，也可以增强人类太空探索的力量。

**四、目标设定**

1.完成比邻星探测器的初步设计方案；

2.规划从地球到比邻星的航行轨道；

3.提出未来技术突破的设想。

**五、研究方法**

**1.文献研究法**

通过阅读《探索新宇宙》系列丛书、《有趣的DK儿童百科——浩瀚的宇宙》《浩瀚宇宙大奥秘》等书籍，互联网信息搜索“星空”APP和有关火箭、深空探测器以及比邻星系等文献资料。了解航空航天前沿信息，学习火箭和深空探测的相关知识。

**2.观察法**

多次参观北京天文馆，近距离感受太空奥秘，学习天文知识。参观北京航空航天博物馆，近距离观察火箭模型、卫星与探测器模型等，学习航空相关知识。

**3.访谈法**

为了让研究过程和方案设计得更加科学合理，我们还聘请了香港科技大学、北京大学物理系和数学系的三位学者对我们进行指导，分别从核裂变技术、离子推进器、引力弹弓等方面进行了交流。

**4.跨学科研究法**

运用数学、物理、天文等多学科的理论、方法和成果从整体上对探访比邻星系进行综合的研究。

**六、研究过程**

**（一）基本流程**

收集数据 设计方案 修正方案

确定课题，明确方向——分工收集资料，设计初步的探访方案——跟相关学者进行沟通交流，发现问题——根据专业意见修正完善探访方案——对研究全过程进行分析思考，撰写研究报告。

**（二）确定课题**

我们知道比邻星是距离太阳系最近的恒星系。通过科幻小说《三体》和电影《流浪地球》，我们对它产生了很大的兴趣，在阅读很多科技书和科技新闻知道比邻星的行星很可能非常适合人类居住。在其中真的能寻找到可能适合人类居住的星球吗？会有生命体的存在吗？还会探索出哪些未知的信息？针对这些问题，我们诞生了探访比邻星的想法。

**（三）资料整理**

**（1）比邻星系**

南门星系距离地球约4.22光年，是最接近我们的星系之一。这个星系一直是太空探索者和天文学家们关注的重点，因为它是未来可能进行星际探测和探索的一个潜在目标。南门星系的三颗星中，比邻星周围已经发现了至少两颗类地行星，这些行星被认为是寻找外星生命的潜在目标。

南门星系是距离地球最近的一组三颗恒星，它们都位于半人马座内。南门星系中最亮的一颗星是南门一，也被称为阿尔法A星，它是一颗黄矮星。南门星系中的另外两颗星是南门二和比邻星，它们都是橙/红色的类太阳恒星。

比邻星系的发现历史可以追溯到19世纪初期，当时英国天文学家詹姆斯·邦德发现了它的存在。目前，比邻星已经成为天文学和太空探索领域中的一个研究热点，许多天文望远镜和探测器都曾经或正在对比邻星进行观测和研究，以了解这个星系和其中的恒星和行星系统的性质和特征。

**（2）到达比邻星**

人类制造发射的无人探测器飞行最远的叫旅行者1号，这艘由美国NASA于20世纪70年代发射的探测器，在太空孤独地飘荡了45年，现在已经到达距离我们238亿公里的太阳系外围，前几年就飞越了太阳风顶层，接触到了太空星际等离子体，可以说已经进入了星际空间。

旅行者1号目前的速度为每秒约17公里，凭着这样的速度，要飞到比邻星需要74000多年。现在飞行最快的人造探测器为帕克太阳探测器，它依靠行星和太阳引力加速，现在的飞行速度已经达到每秒100公里，到2024年12月底，帕克探测器将在距离太阳仅600万公里的高温日冕中掠过，届时速度将达到每秒200公里。如果造一艘这种速度的探测器飞往比邻星，需要1500年。

而且，这些探测器都是无人探测器，如果要改成载人宇宙飞船，还有许多无法克服的难关，如动力、燃料、生命保障系统等等。即便这些能够克服，一来一回也需要3000年，目前，科学家们正在研究一些探索太空的新技术，例如激光推进、太阳帆、核聚变推进等等，这些技术可能会有助于解决这些挑战，使人类能够更快地到达比邻星。

**（3）引力弹弓**

引力弹弓就是利用行星的重力场来给太空探测船加速，将它甩向下一个目标，也就是把行星当作“引力助推器”。利用引力弹弓使我们能探测冥王星以内的所有行星。在航天动力学和宇宙空间动力学中，所谓的引力助推（也被称为引力弹弓效应或绕行星变轨）是利用行星或其他天体的相对运动和引力改变飞行器的轨道和速度，以此来节省燃料、时间和计划成本。引力助推既可用于加速飞行器，也能用于降低飞行器速度。

**七、研究结论**

**（一）研究假设**

现有科学技术没有办法探访比邻星。所以，做了以下假设：

1.具有高性能核聚变动力发动机。

2.具有超大功率超远距离传输能力的设备并且可以被携带到飞船。

3.已经具有更好的结构设计和材料。让火箭和飞船能够承受10个g的加速度。

4.更高精度的星际定位设备。

5.飞船的主控大脑具有较高的AI水平。

**（二）模型简化**

由于没有足够的数据，研究者也缺少很多的知识和技能。故对此次探访比邻星作了模型简化。很多必要的信息做了忽略处理。

1.在百千年这个时间尺度，比邻星与太阳系之间的空间位置关系不变。

2.简化太阳系的行星运动规律，在计算发射窗口的时间时，设定了行星在发射时所处的太阳系的位置不是真实的位置。

3.在飞船使用引力弹弓时，由三体问题简化为二体问题。

4.在飞船驶向比邻星时，忽略银心势能的变化。

5.由于银河系过于庞大，忽略比邻星、太阳系、飞船的绕银心的公转速度的计算。

**（三）探访比邻星方案**

1. 发射运载火箭，将比邻星探测器送入太空。
2. 利用木星进行引力弹弓为火箭提速的方法。
3. 利用核聚变产生能量继续为火箭提速。
4. 利用推进器和引力弹弓进行减速。
5. 进入环比邻星轨道，释放环绕比邻星探测器，对比邻星进行探测。
6. 释放着陆舱降落至比邻星行星，出动陆地探测器，进行行星表面探测。
7. **火箭设计**

**1.火箭名称：**探梦号

**2.火箭的推进方式**

火箭推进方式现阶段可分为化学推进、核裂变热推进、电推进、太阳帆和核聚变等离子体推进。

化学推进是航天器的标准推进方式。它有两种主要类型：固体燃料（如航天飞机上的固体火箭助推器）和液体燃料（如土星5号运载火箭）。这两种类型都借助化学反应在燃烧室中产生的高温、高压的气体。气体会向外膨胀，提供推力，而发动机的喷管是这种气体的唯一出口。

核裂变热推进是把推进剂气体（如氢气）加热至高温，在反应堆室内产生高压气体。就像化学火箭一样，这些气体只能通过火箭喷管喷出，从而产生推力。核裂变火箭产生的推力不足以将大量有效载荷从地球表面送入太空。然而一旦进入太空，它们会比化学火箭高效得多——在使用同等质量推进剂的情况下，它们可以使航天器拥有更快的速度。但核裂变火箭也有明显的缺点，它会产生放射性废料，若发射失败，这些放射性物质会被广泛扩散。

电推进火箭经常在科幻小说中出现，它通过离子驱动产生带电粒子（电离），利用电场使它们加速，然后再从推进器中发射。其中，推进剂是气体，比如氙气，一种很重的元素，易于充电。带电的氙原子加速离开推进器时，会将非常小的动量（质量和速度的乘积）传递给航天器，提供温和的推力。虽然速度慢，但离子驱动是所有航天器推进方法中最省燃料的，因此我们可以飞得更远。

太阳帆是一种更“绿色”的方法，只需要太阳自身的光就可完成推进。日本的伊卡洛斯号（IKAROS）宇宙飞船和美国行星协会的光帆2号（Lightsail-2）都已经对太阳帆进行了测试。目前，前者已成功地飞越金星，后者正在绕地球轨道运行。但是由于单个光子的能量非常小，所以任何明显的加速都需要一个非常大的帆。速度的增加也取决于到太阳的距离。在地球上，从太阳光中获得的能量大约是每平方米1.3千瓦。足球场大小的帆可提供相当于9.3兆瓦的能量，即使是对低质量的物体，这些能量也只能提供一个非常小的加速度。

核聚变火箭工作原理是，先将氢的同位素氘氚等离子体注入一个金属室，然后利用磁场压缩等技术让等离子体发生核聚变。

由于化石燃料比冲量比较低。如果想要实现飞出太阳系星际航行（百年时间内），那么必须携带天文数字那么多的燃料。是一件不可能的事情。所以通过学习和查询资料。我们知道要从几个方面思考。

一个方面是能量密度，足够大的能量密度才能使比较少的燃料可以产生出巨大的能量。因为核裂变会有辐射污染，所以我们计划采用核聚变作为能源提供方式。由于我们的核聚变发动机的离子加速器需要真空低温，从地球发射时这个发动机是不能工作的。所以，火箭的推进器我们采用了混合动力设计，即化学燃料发动机与核聚变发动机分阶段工作。在航行时发动机的工作选择，我这里有一个自己的小心思。因为在查阅各种资料时，引力弹弓这个概念深深地吸引着我。利用引力弹弓技术可以节约大量的能量。现在飞行最远的人造飞行器，旅行者1号、旅行者2号就是通过多次的引力弹弓才能远远地飞向深空，飞离太阳系。所以我这次想把引力弹弓放到我们的探梦号计划中。

综上所述，我们的火箭设计为混合推进模式，第一级和第二级火箭为化学燃料推进，第三级火箭为核聚变火箭。第一阶段采用化学燃料推进用于脱离地球引力和进行木星引力弹弓提速到第三宇宙速度之上，脱离太阳引力束缚。第二阶段采用核聚变供能，等离子体推进的方式以保障长期航行的能量来源。

**3.火箭结构示意图（略）**

**（五）轨道设计**

**1.比邻星位置定位**

通过使用“星空”App确认比邻星相对于太阳系的位置。在“星空”App中分别采用太阳视角，木星视角，海王星视角等观察比邻星。根据这些观察到的比邻星位置得到比邻星与太阳系相对的位置关系。加上通过资料查找到比邻星距离太阳是4.22光年。最终得到比邻星相对太阳系的位置信息。

**2.轨道设计**

航天器飞行轨迹设计共4阶段：

1. 地球出发飞到绕地轨道
2. 绕地轨道加速使探梦号奔向木星轨道
3. 选择合适的发射窗口使探梦号接近木星轨道时正好遇到木星

（4）飞掠木星后调整方向奔向比邻星

**3.轨道修正**

由于比邻星过于遥远，老师也教过我们俗语“失之毫厘，谬以千里”。所以在从木星轨道飞向比邻星的遥远旅途中，要利用人工智能技术修正自己的前进方向。这样才有可能最终到达我们想去的地方。

**（六）飞船设计**

**1.飞船名称：夸父号飞船**

**2.飞船材料示意图（略）**

**3.飞船设计**

夸父号飞船采用2段式设计，分别为比邻星探测舱段，行星探测舱段

**4.飞船示意图（略）**

**八、前景与展望**

在太阳系之外的浩瀚银河系中，分布着上千亿颗恒星，比邻星，离我们只有4.22光年。伴随着科学技术不断地更新迭代，载人探索比邻星也许不再是我们的幻想。反物质理论和虫洞理论也许不再是假说，我们将像拥有任意门一样，在短时间内就可以实现星际旅行。

**九、结论提要**

1.现有技术难以实现载人探访比邻星，但核聚变引擎、引力弹弓等技术为未来提供了可能；

2.探测器须具备高精度定位、抗辐射材料及自主AI系统；

3.星际航行需突破能源、时间、生命保障三大瓶颈。

**研究参考文献（略）**

**个人收获与感悟（略）**