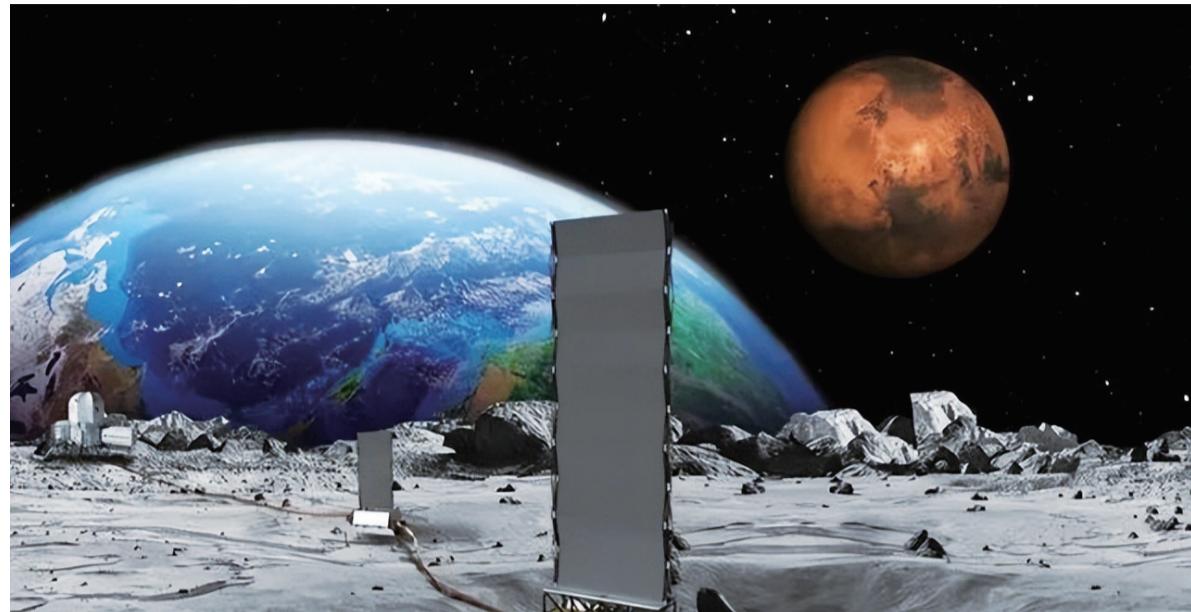


据媒体报道，俄罗斯称，考虑于2033年至2035年间在月球上与中国合作建造一座核电站，此前美国航空航天局(NASA)也曾表示要在月球上建核电站。

随着未来太空探索任务需求日益提高，太阳能和化学能在深空探索中局限性渐显，核能可以在月球表面提供持续动力并满足月球建造长期基地等空间任务的多元化需求。人类在外星球建核电站，靠谱吗？面临什么挑战？会带来污染吗？



月面核反应堆电源方案想象图。(据《中国航天报》)

## 多国想上月球建核电站 面临散热、核辐射等难题

### 俄罗斯：宣布计划在月球建核电站

据媒体报道，俄罗斯国家航天集团总裁尤里·鲍里索夫3月5日表示，俄罗斯正考虑与中国合作，于2033年至2035年期间开始在月球上建造一座核电站。他说，基于此，有朝一日人们可以在月球上建立定居点。

报道说，鲍里索夫表示，俄罗斯和中国一直在联合开展月球科研计划，莫斯科能够利用其在“核空间能源”方面的专业知识作出贡献。

他说，太阳能电池板无法提供足够的电力来为未来的月球定居点供电，然而核电却可以。

鲍里索夫在谈到上述可能的计划时说：“这是一个非常严峻的挑战……这项计划应该以自动模式完成，没有人类在场。”

鲍里索夫也谈到俄罗斯建造一艘核动力货运太空船的计划。他说，除了寻找如何冷却核反应炉的解决方案外，与该专案有关的所有技术问题都已解决。

俄罗斯官员先前曾公布其雄心勃勃的计划，希望有一天在月球上采矿，但俄罗斯的太空计划近年来遭受一系列挫折。

随着俄罗斯“月球25号”(Luna-25)探测器在去年坠毁后，俄罗斯47年来的首次月球任务失败。莫斯科表示将发起更多月球任务，然后探索俄中联合载人任务，甚至是建造月球基地的可能性。

### 美国：开展“月面裂变反应堆电源项目”

近日，美国宇航局宣布完成“月面裂变反应堆电源项目”第一阶段工作，并计划于2025年启动项目第二阶段招标，引发广泛关注。

美国宇航局将在第一阶段工作的基础上总结成果、明确方向，最终确定核反应堆电源设计和月球演示方案。

项目第二阶段将开展地面样机和飞行样机研制，即建造核反应堆电源、配套的运输系统和着陆器，并将电源送到月球。第二阶段公开招标计划明年启动，选取具有技术、价格优势的公司，并在2028年底前交付成果。

2020年12月16日，时任美国总统特朗普签署“太空政策指令6号”文件，确立了包括在

2027年底前在月球表面建立核电站等具体目标，以国家战略的形式要求美国政府组织科学研发，使美国有能力在太空中使用核能，为人类在月球与火星上建立居住地提供能源，并为太空飞船等提供动力。

### 为何要建：帮助在月球和火星上建造供电设施

1957年，人类发射第一颗人造卫星；1961年，人类首次进入太空。

随着人类对太空探测的技术发展，如何解决进行空间任务时的动力来源是人们一直探求的问题。目前，载人航天主要能源主要是三类：太阳能、化学能(燃料电池等)以及核能。

其中，化学电池结构简单，工作可靠，但寿命短，低温性能差，功率小。

太阳能电池阵-蓄电池组联合电源技术成熟，工作寿命长，供电能力强且性能可靠，是当前应用最广泛的空间电源。但是太阳能电池阵非常依赖光照条件，在阴影、深空环境下不能工作，还存在展开面积大、结构复杂等问题。

空间核电源主要有同位素电源和核反应堆电源，前者通过衰变放热转换或产生电能，功率小，寿命长，工作可靠，在低功率空间任务中有广泛应用，如美国的“先驱”“旅行者”“伽利略”和“卡西尼”等。

月表的寒冷月夜持续14天，两极附近光照变化很大，陨石坑中的永久阴影区终年无光，火星沙尘暴常常持续数月。在这些严酷环境中，太阳能发电已无法满足需求，燃料供应也非常有限，难以可靠地支持航天员长时间停留。而核反应堆电源功率大、储能高、重量轻、体积小，可在太阳能、风能和水力发电不易获得的环境下工作。

随着未来太空探索任务需求日益提高，太阳能和化学能在深空探索中局限性渐显，人类想要停留月球表面进行时间更长、更深入的科学研究，核能可以在月球表面提供持续动力并满足月球建造长期基地等空间任务的多元化需求。

### 如何建造：核反应堆电源系统折叠后装入圆柱体空间

“月面裂变反应堆电源项目”计划分两阶段

进行，第一阶段开展研制方案规划和工程设计。

根据公告信息，核反应堆电源系统由铀燃料反应堆堆芯、功率转换系统、热管理系统、功率管理和分配系统组成，设计功率40千瓦，可在月表连续运行至少10年，能耐受发射和月球环境下的结构荷载。该系统折叠后可装入直径4米、长6米的圆柱体空间，重量不超过6吨。

该电源可多次自动启动和关闭，支持0至100%功率范围的用户负载，单点故障最小化，并在发生故障后至少提供5千瓦电力输出。系统可在月球着陆器上运行，或由月球着陆器运送到月表其他地点运行。系统1公里处的辐射暴露限制在每年5雷姆的基线值。

项目管理人员介绍，核反应堆电源将在地球上制造组装，完成安全测试，之后电源与月球着陆器结合并发射入轨。降落月球表面后，核反应堆电源可以立即运行，不再需要额外组装。核反应堆电源将为月表大规模勘探、建立前哨基地和就地利用资源提供能源供应。

### 有何挑战：在太空使用核能面临着散热难题

中国航天科工集团公司二院研究员杨宇光表示，在太空使用核能面临着散热的难题。他解释，“出于散热和降温的考虑，很多地面核反应堆都建立在有水的地方。而在月球上只能依靠很大面积的辐射散热器给核反应堆散热，这不仅会增加成本，而且会提高技术难度。”

除了散热，在月球上建设核电站还需要面临不少技术挑战，涉及核反应堆、电力转换、散热和空间飞行等方方面面的关键技术。虽然这些领域都有相对成熟的方案，但目前没有哪家公司具备全部能力，需要联合各部门组建专门团队，整合工程技能，开发系统所需的所有技术。

空间核反应堆电源安全性也是一个需要关注的问题。一方面是在月球基地的使用安全，如果出现紧急问题，应该怎样去解决尚无方案；另一方面，核电站电源动力系统必须确保核燃料在到达月球表面之前不会被激活，任务结束后，需要通过实施安全退役计划，将系统辐射水平逐渐降低到人类接触和处理的安全水平，确保不会对航天员或月球环境构成威胁。

(综合《南方都市报》、央视、《科技日报》等报道)