

# Deep-Space Exploration Technology

## 深空探测技术

任课教师: 郝熙冬

联系方式: 导航控制系 G246

haoxidong@xidian.edu.cn

## 1.1 深空探测的意义

### ● 什么是深空探测?

探测是指对于不能直接观察测量的事物或现象用仪器进行考察和测量。

人造地球卫星、载人航天和深空探测是我国航天活动即航天技术发展的三大领域。

根据国军标《卫星术语》和《中国大百科全书航空航天卷》的定义，**深空是距离地球约等于或大于地月距离的宇宙空间（384400km）**。根据2000年《中国的航天》定义，将**对地球以外天体开展的空间探测活动**称为深空探测。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 宇宙的层次（地球的位置）

- 恒星系统: 太阳系
- 银河系: 包括太阳系
- 星系群: 本星系群包括银河系、仙女星系、大小麦哲伦云等
- 星系团: 室女座星系团, 包括本星系群等2500个星系
- 超星系团: 包含成百上千的星系团

## 1.1 深空探测的意义

### ● 什么是太空?

从地球表面大气层外一直到茫茫宇宙, 统称为太空, 可分以下层次:

- 地球空间: 地球外部大气, 地球磁场
- 日地空间: 太阳、太阳风、行星际磁场
- 太阳系: 太阳、行星、彗星等
- 银河系
- 河外星系: 银河系以外部分

# 太阳系

## 探索太阳系的内容和目的

- 类地行星是怎样演变的,对人类有何启示
- 寻找对人类有用的资源
- 寻找人类的可居住区
- 地球以外是否有生命
- 预防对地球的撞击灾害
- 研究地球,太阳系和生命的起源

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义

- 1) 人类了解地球、太阳系和宇宙,进而考察、勘探和定居太阳系其它天体的第一步。
- 2) 人类进行空间资源开发与利用、空间科学与技术创新的主要途径。
- 3) 极具挑战性、创新性和带动性,对国家政治、经济、科学及人类社会可持续发展影响重大深远

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——政治方面 (1)

联合国1967年制定的“关于各国探索和利用外层空间包括月球和其他天体活动所应遵循原则的条约”明确了“外层空间为全人类所共有”的原则,太空活动可以覆盖全球以及大气层,不受领土、领海、领空的限制。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——政治方面 (2)

对每一国而言似乎没有领天问题,但只有掌握进入太空技术的国家才能够在太空占有一席之地,取得在太空活动的自由权。

只有具备运用太空资源能力的国家才能够获得从陆、海、空疆域难以或不能获得的巨大利益。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——政治方面（3）

加强对太空环境的了解和利用，加强太空基础设施建设，对巩固国防，做好未来反侵略战争的准备，开拓天疆及可持续发展都具有十分重要的意义。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——科学方面

- 1) 研究宇宙和生命起源及演化。
- 2) 推动地球科学、天文学等基础学科发展。
- 3) 发展空间科学，催生新学科。
- 4) 认识和避免太空灾害，扩展人类的生存空间。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——技术方面

- 1) 牵引空间先进推进、智能化控制、新兴电源等一大批共性关键技术的发展。
- 2) 促进计算机、微机电、材料、精密制造等基础技术发展。

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——经济效益方面

- 1) 带动工程技术进步，推动新技术、新工艺、新材料的应用向国民经济的推广和转移，有益于低能耗、低污染、高附加值的绿色增长需求。
- 2) 提高人类进入太空、开发利用太空资源的能力，极大改善地球资源日益匮乏的困境。

“硬”资源

“软”资源

## 1.1 深空探测的意义

### ● 深空探测的意义——国民科学素养方面

- 1) 力图回答的重大科学问题，具有很强的社会性、群众性、科普性，易于被公众理解、接受并得到广泛关注。
- 2) 所蕴含的科学思想易于传播、科学方法易于倡导、科学精神易于弘扬，具有鲜活的生命力，有利于针对公众开展知识普及和教育活动。

## 1.2 深空探测发展概况

### ● 共发射月球及月球以外的探测器二百多个

- 内行星探测
- 外行星探测
- 小天体探测
- 太阳探测

## 1.2 深空探测发展概况

### ● 著名的深空探测机构

- NASA(美国国家航空航天局)
- ESA(欧洲航天局)
- 俄罗斯航天局

## 1.2 深空探测发展概况

### 1.2.1 月球探测

#### ● 重返月球的动力：

- 重返月球是社会发展的需求
- 重返月球是科学技术发展的需求
- 重返月球是空间科学技术发展的需求
- 重返月球是空间军事活动发展的需求
- 月球蕴藏有丰富的矿产资源和能源

## 1.2 深空探测发展概况

### 1.2.1 月球探测

#### ● 月球探测的趋势：

- 月球能源、矿产资源的全球分布与利用
- 月球特殊空间环境资源的开发利用
- 建立月基天文台、特殊生物制品和特种新型材料生产基地、基础科学实验室
- 建立月球长期居留基地并利用进行深空探测

## 1.2 深空探测发展概况

### 1.2.1 月球探测

#### ● 月球探测的前景：

- 为人类社会提供长期、稳定、廉价和洁净的核聚变燃料
- 月球的金属矿产资源将是地球资源的重要储备和支撑
- 月球表面特殊空间环境的利用

## 1.3 未来发展趋势和需求

#### ● 发展趋势：

- 1) 对象多元化：太阳系各层次天体和行星际空间
- 2) 方式多样化：飞越、硬着陆、环绕、软着陆就位、软着陆巡视、无人取样返回和载人登陆
- 3) 手段不断扩展：光、X射线、紫外、红外、微波和射频影像/成分探测时空分辨率；遥感分析到返回样品
- 4) 探测内容不断丰富：环境、地形地貌、物质成分、内部结构  
单一目标 到 多目标 多任务
- 5) 国际合作更加广泛：

## 1.3 未来发展趋势和需求

#### ● 发展需求：

- 1) 轨道设计：三体问题或多天体
- 2) 自主技术：自主导航定位
- 3) 测控通信技术：通信能力和测控精度
- 4) 推进技术：比冲更高、寿命更长、性能更优越
- 5) 进入、下降、着陆与上升技术：大气和引力
- 6) 载荷技术：高精度、高性能、多功能
- 7) 能源技术：太阳电池阵、同位素电池等
- 8) 热控技术：高效隔热、散热、传输和防护

## 1.4 展望

### ● 六个重点方向

- 1) 月球探测
- 2) 火星探测
- 3) 小行星与彗星的探测
- 4) 太阳探测
- 5) 水星与金星的探测
- 6) 巨行星及其卫星的探测

## 1.4 展望

### ● 全球探索路线图（GER）

- 1) 2013年8月20日，美国联合欧洲、亚洲、欧洲等的12个国家的航天机构联合公布了新版《全球探索路线图》，明确了立足国际空间站(ISS)，以地月系统为起点，推动人类和机器人探索火星的可持续性方案。
- 2) 包含了到2035年的国际太空探索的共同目标、探索路线以及开展国际合作的框架，旨在为未来国际太空探索提供可选择并逐步实施的可行路线和方法。

## 1.4 展望

### ● 全球探索路线图（GER）

- 3) 该路线图由国际太空探索协调工作组（ISECG）制定，源自2007年5月由14国航天机构发布的《全球探索战略：合作框架》。
- 4) 首版《全球探索路线图》于2011年9月发布，经过两年的酝酿和修改后推出了新版本。

## 1.4 展望

### ● 全球探索路线图（GER）

- 5) 首版对载人火星探测提出了两条供选择的探索路线，都从国际空间站任务开始，一个进行月球探测，另一个进行小行星探测，等积累经验后各自扩展到载人火星探测。
- 6) 新版将两条途径合二为一，在2025年前重点是载人小行星探测，其后进行载人月表探测，最后载人火星探测。反映了火星探索中通过渐进阶梯式发展获得技术能力的重要性，兼顾了各国不同的太空探索重点和潜在商业机会。

## 1.4 展望

- 全球探索路线图（GER）

7) 该路线图还说明了已规划的和概念性的近期任务，目前各参与国航天部门的行星际机器人探索、先进技术发展，以及国际太空站利用准备等方面的规划等。

8) 其中国际空间站的作用得到了重视，它不仅是载人深空探测的起点，还可以验证未来用于支持有关载人小行星探索、月球探索甚至是火星任务的各项关键技术。