



行星科学研究所
Planetary Science Institute



月球与深空探测中的 地球科学

肖龙

longxiao@cug.edu.cn

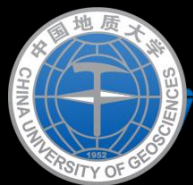
中国地质大学（武汉）



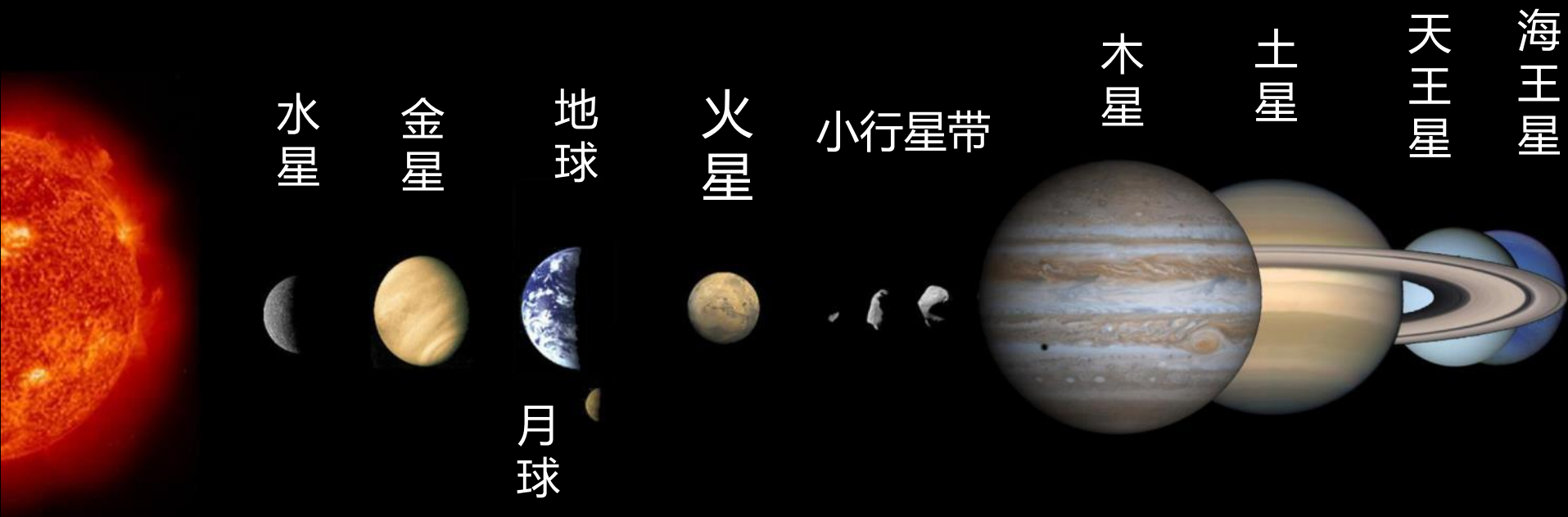


Outline

1. 月球及深空探测简史
2. 主要科学问题
3. 中国的月球与深空探测计划
4. 固体地球科学与深空探测



一、月球及深空探测简史

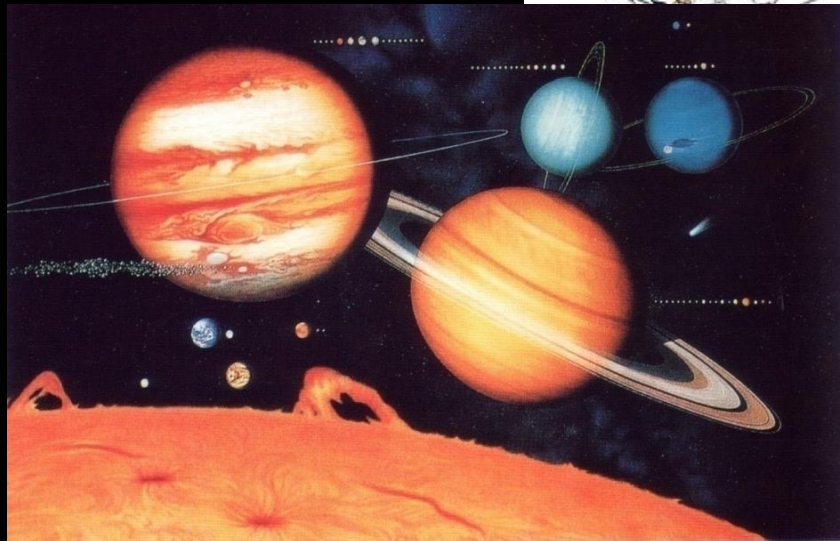
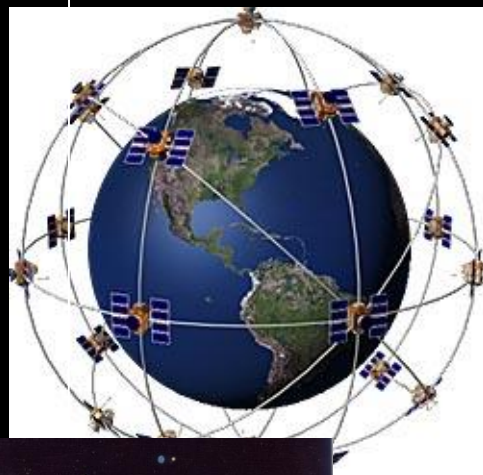


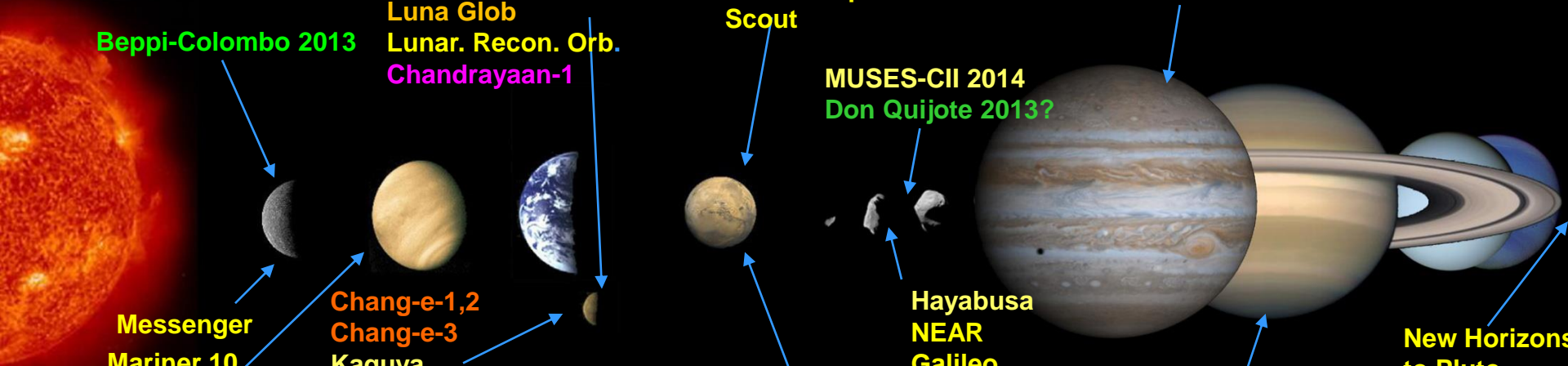


深空探测的定义

“深空探测是指探测器在不以地球引力为主要引力场的空间开展的科学探测活动”。近期主要是太阳系探测。

当代的深空探测是人类全面探测太阳系并为人类社会的可持续发展服务，具有广阔的发展前景。





Beppi-Colombo 2013

Japan manned 2025?
US Moon Base 2020
CE-5 2019
CE-4, 2018
Luna Glob
Lunar. Recon. Orb.
Chandrayaan-1

HX 2020
Mars 2018, 2020
Scout/Mars Sample Return 2016
Mars Sample Return/Scout 2013
Scout

Jupiter Orb Probe

MUSES-CII 2014
Don Quijote 2013?

Messenger
Mariner 10

Chang-e-1,2
Chang-e-3
Kaguya
SMART-1

Hayabusa
NEAR
Galileo
Dawn
HERA

New Horizons
to Pluto

Venus
Express
Cassini
Galileo
Magellan
Vega 1,2
Venera 15,16
Venera 13,14
Venera 11,12
Pioneer12,13
Venera 9,10
Mariner 10
Venera 7,8
Venera5
Mariner 5
Venera 4
Mariner 2

Lunar Prospector
Clementine
Galileo
Luna 21,22,24
Luna 17,19,20
Zond 8
Luna 16
Zond 5,6,7
Luna 14
Surveyor 5,6,7
Lunar Orbiter 4,5
Surveyor 3
Lunar Orbiter 3
Lunar Orbiter 1,2
Luna 11,12,13
Surveyor 1
Zond 3, Luna
Ranger 7,8,9
Luna 1,2,3

Apollo 17
Apollo 16
Apollo 15
Apollo 14
Apollo 12
Apollo 11
Apollo 10
Apollo 8

MAVEN
MOM
Curiosity
Phoenix
Mars Recon. Orb.
Opportunity, Spirit
Mars Express
Mars Odyssey
Mars Pathfinder
Mars Global Surveyor
Phobos 2
Viking 1,2
Mars 4,5
Mariner 9
Mars 3
Mariner 4,6,7

Cassini-Huygens
Galileo
Voyager 1,2
Pioneer 10,11

Comet sample return

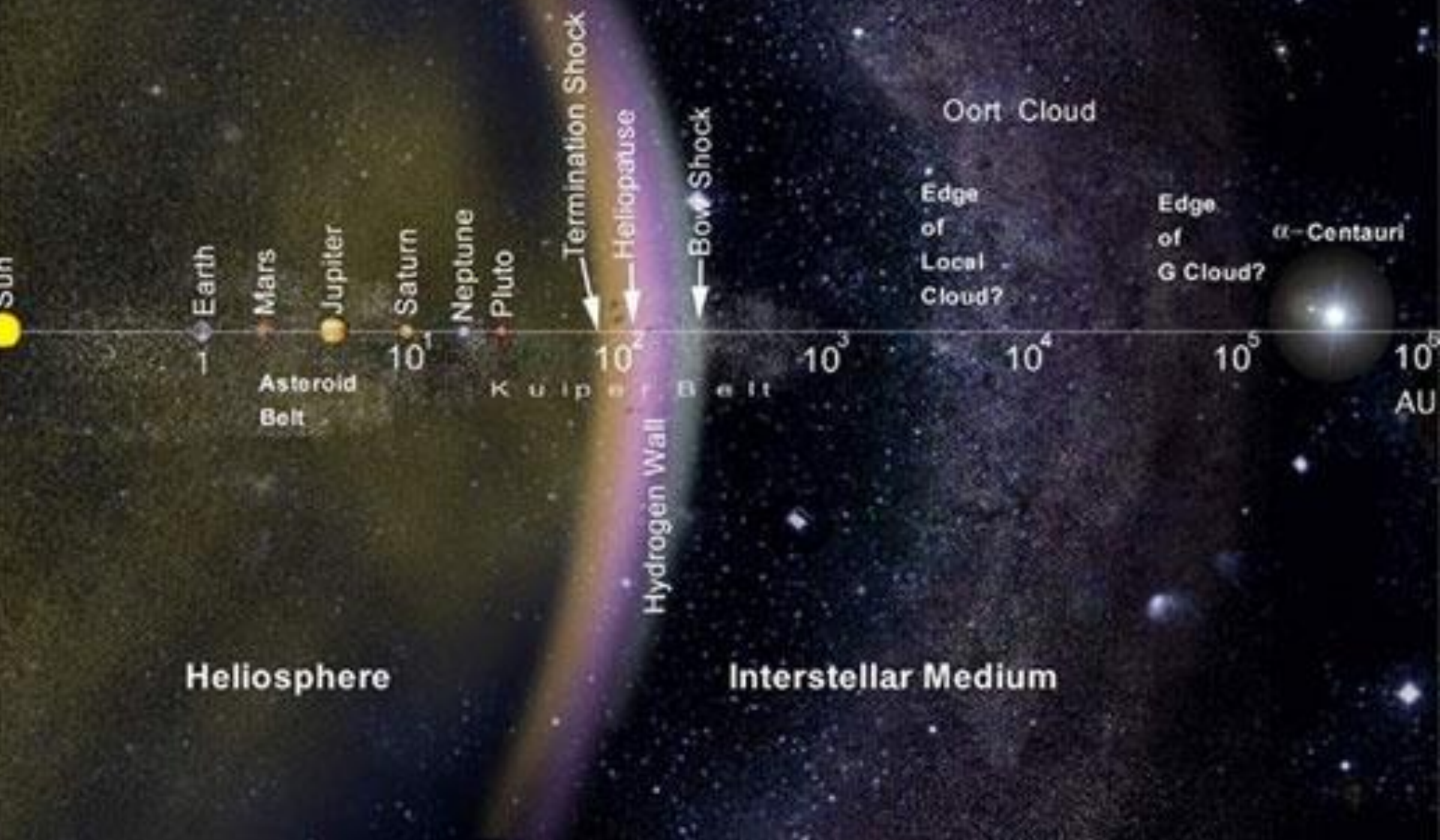
Rosetta 2004-2014
Stardust 2004-2008
Deep Space 1
Giotto
Suisei, Sakigake
Vega 1,2
ICE



世界各国深空探测任务统计一览表（截止到2017年）

	深空探测器数量 (颗, 含失败)	最远飞行距离 (万km)	探测过的天体	采样返回情况
前苏联/ 俄罗斯	~112	~5500	月球、金星、火星	月球
美国	~110	~1721653 (>172亿)	太阳、太阳系8大行星、大行星卫星、矮行星、小行星、彗星、太阳系边缘	月球、彗星 (Temple)
欧洲	11	~120000 (12亿)	月球、太阳、金星、火星、土星、小行星(67P)、矮行星、彗星	
日本	~11	~30000	月球、太阳、小行星、彗星、金星	小行星 Itakawa
中国	4	~40、>5000?	月球、小行星	
印度	2	~40	月球、火星	

当代的深空探测只能是太阳系探测



太阳系的边界大约10-20万天文单位,即15-30万亿千米。探测器以 20km/s 大于第三宇宙速度运行,大约需要2.3-4.6万年才能到达太阳系的边界。

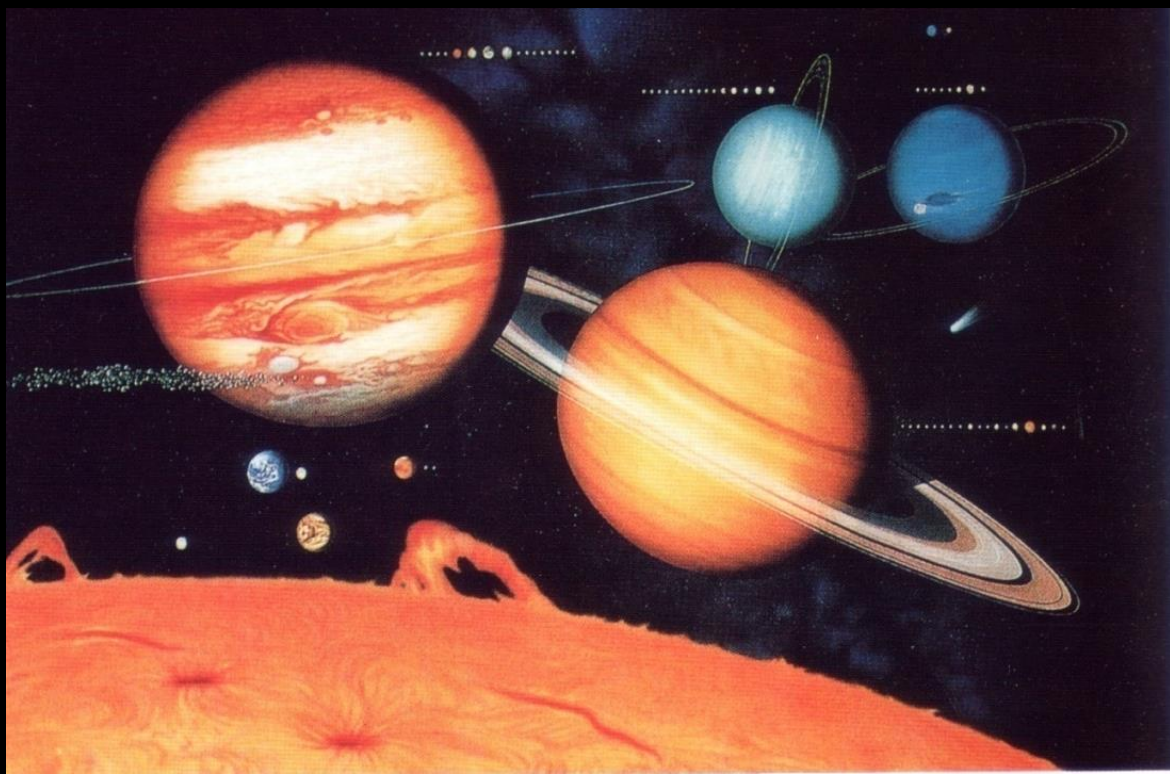


二、太阳系探测的主要科学问题

—为人类社会的可持续发展服务

1. 太阳系生命信息的探寻；
2. 太阳系起源和演化--行星的起源
与比较行星学研究；（空间科学）
3. 太阳与小天体活动
对地球的危害性影响；
4. 地外资源、能源
和特殊环境的利用；
5. 太阳系中是否存
在人类大量移民的
宜居天体。（科学应用）

依赖并进而促进
空间技术的发展





1、太阳系生命信息探寻

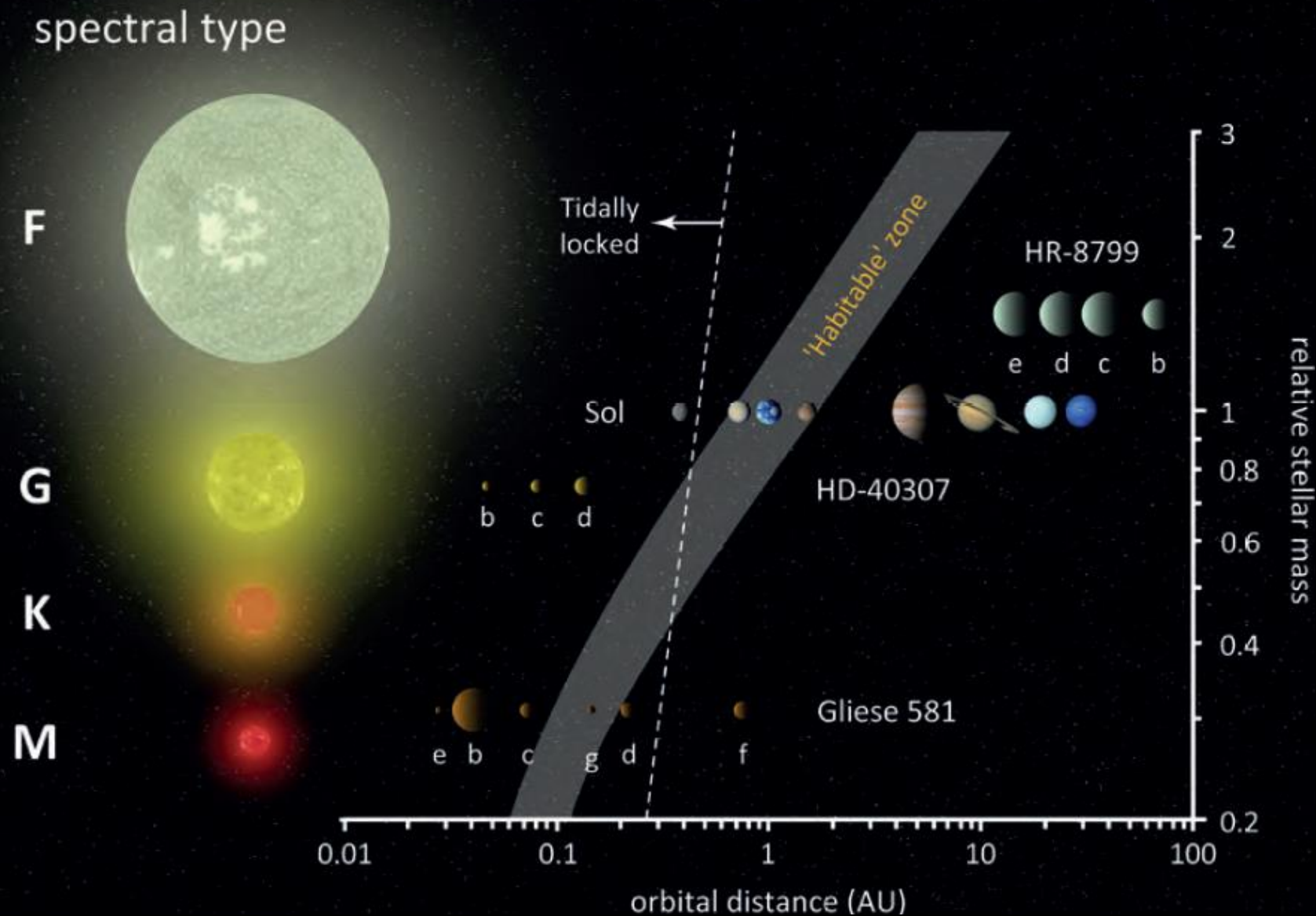
我们是否孤独？

太阳系其它天体是否存在生命？ 我们是否孤独？

太阳系生命是如何起源和演化的？ 我们来自何方？



星系及“宜居带”

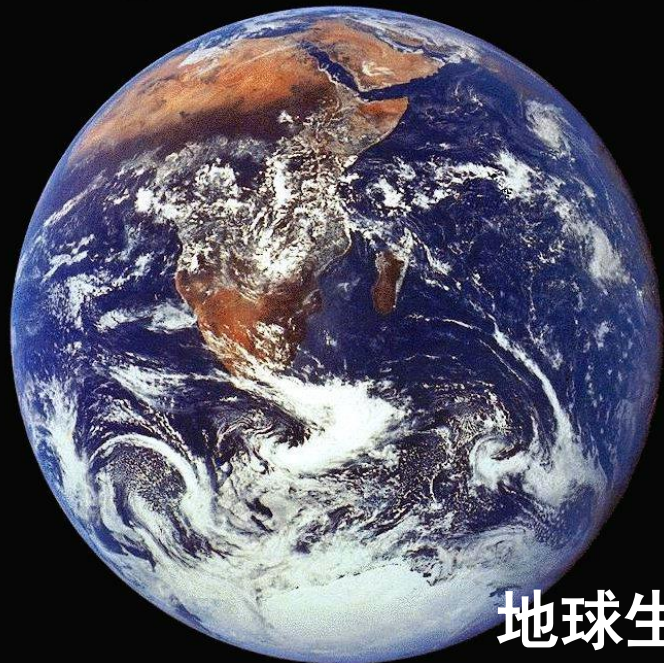




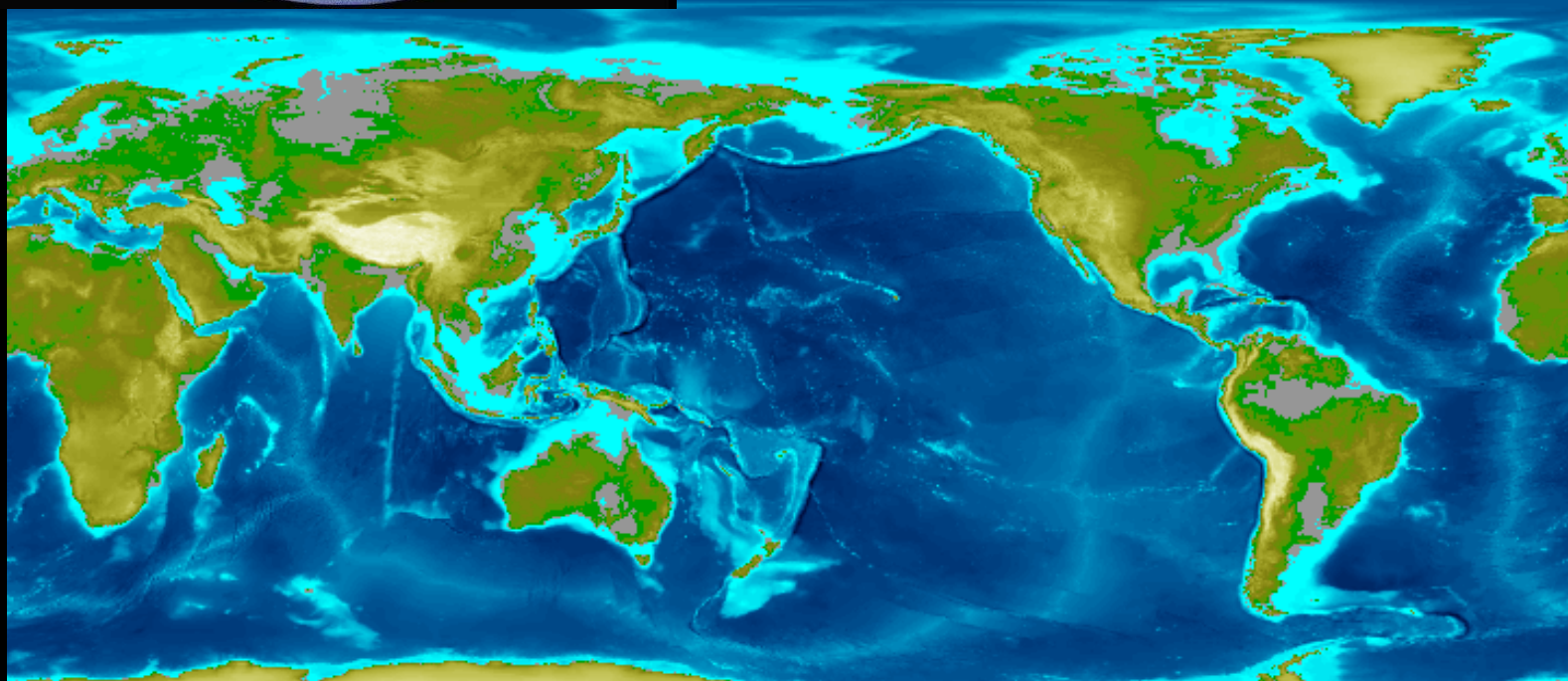
地球生命的起源

➤ 地球的生命来源于地球？

首先必须有合成有机物的碳、氢、氧、氮等基本元素，在合适的温度和能量条件下，在必要的介质液态水的参与下，以及行星大气的参与和保护下，发生着各种生物化学反应，形成生命最基本的物质组成——氨基酸、脂肪酸等小分子有机化合物，这些化合物在适当的条件下，形成复杂的蛋白质、核酸等大分子有机物，进而进一步演化成原始生命体。



地球生命物质来自地球？

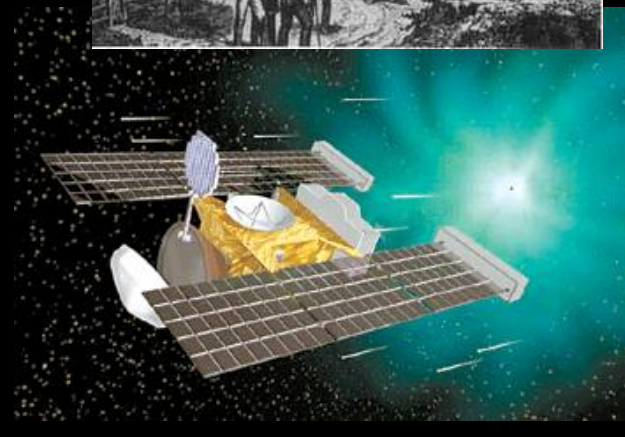


地球年龄46亿年，生命诞生于38亿年前？



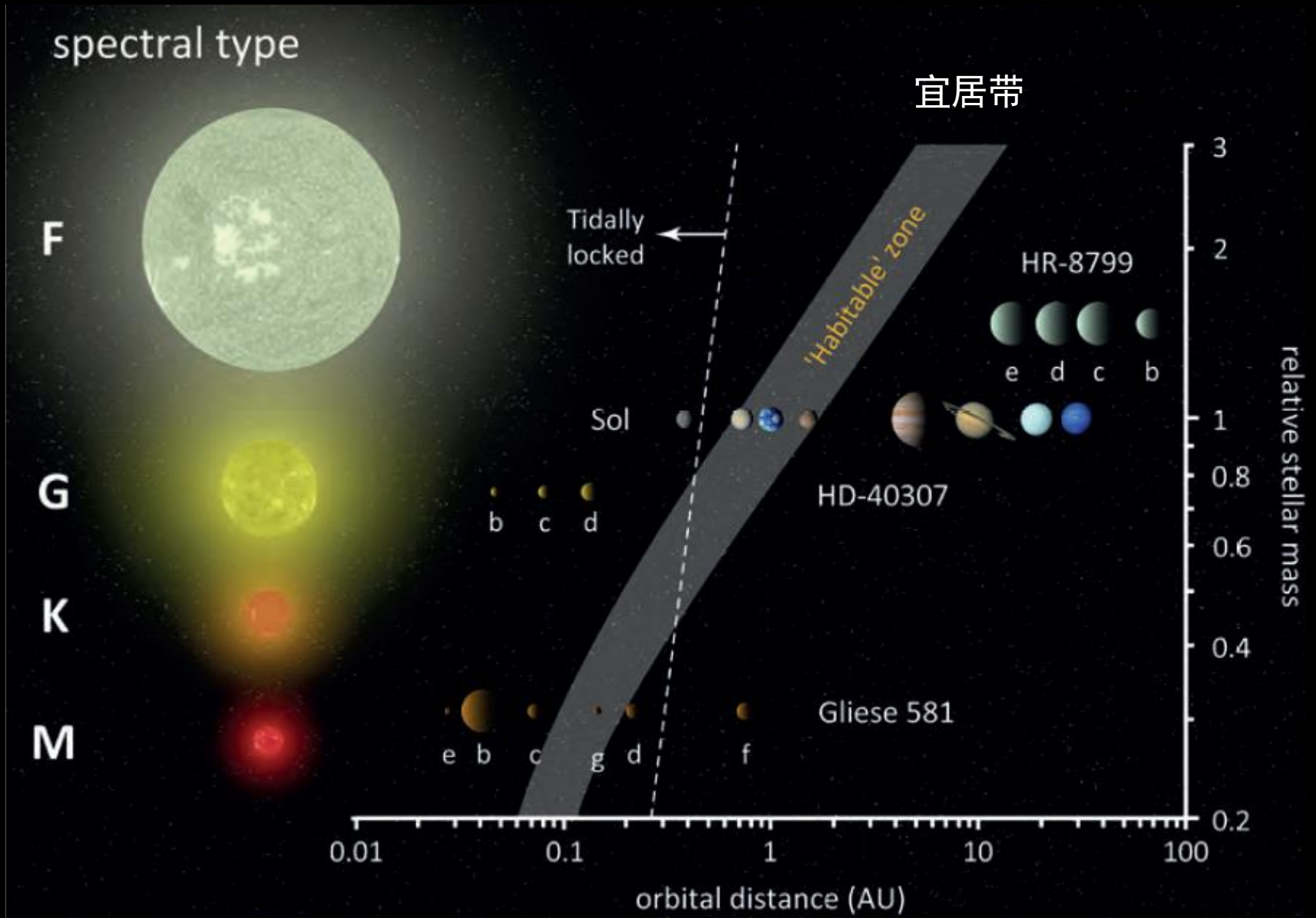
➤ 地球的生命物质来自地球以外?

陨石中已经发现有各类烷烃、氨基酸、脂肪酸、多环芳烃和卟啉等有机化合物。





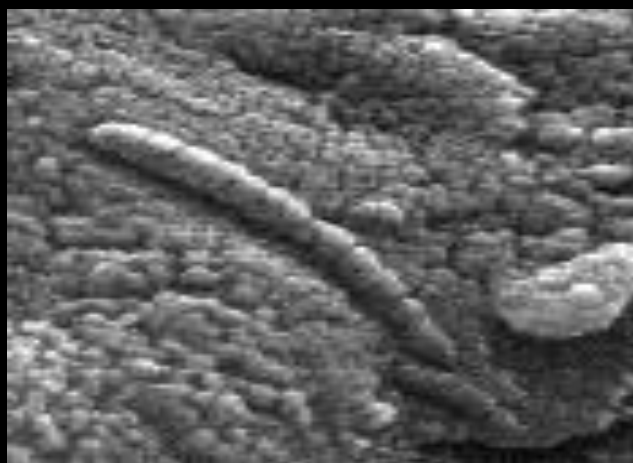
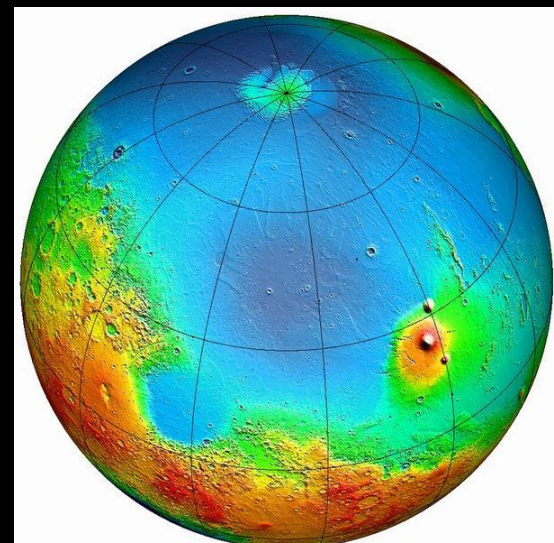
什么样的天体适宜生命的形成和保存？





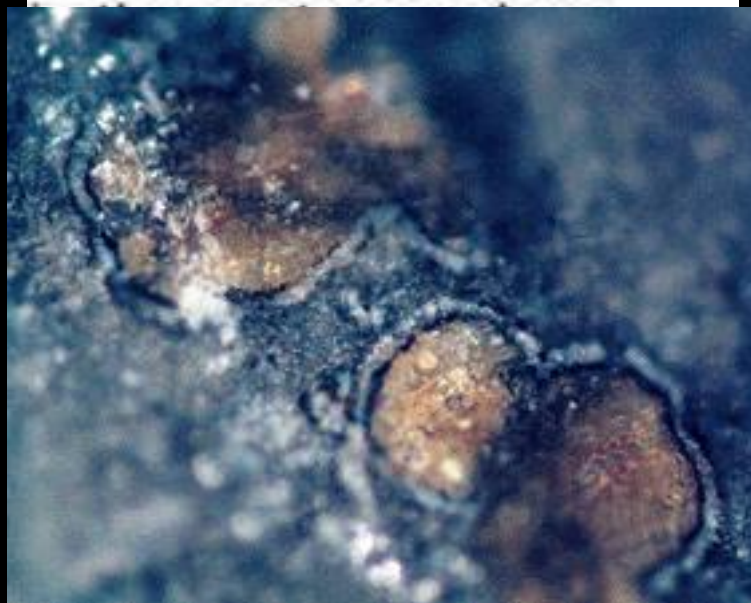
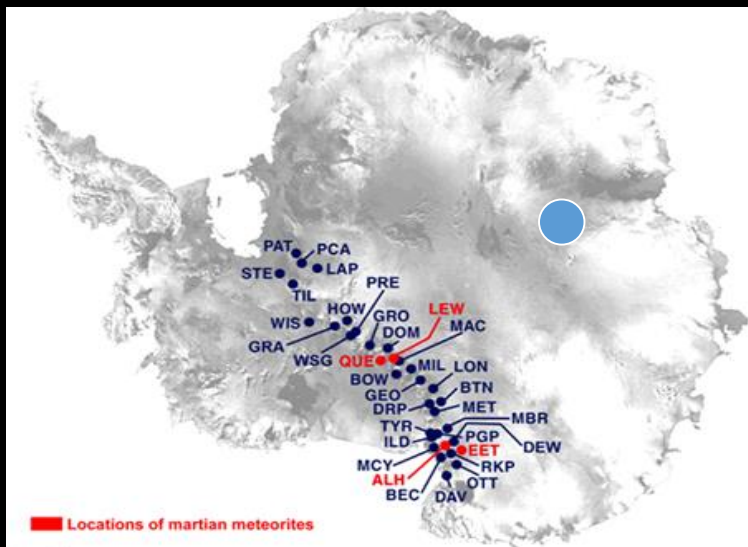
(1) 火星生命的探测

- 探测现在火星生命活动的信息
- 探寻火星是否过去存在过生命





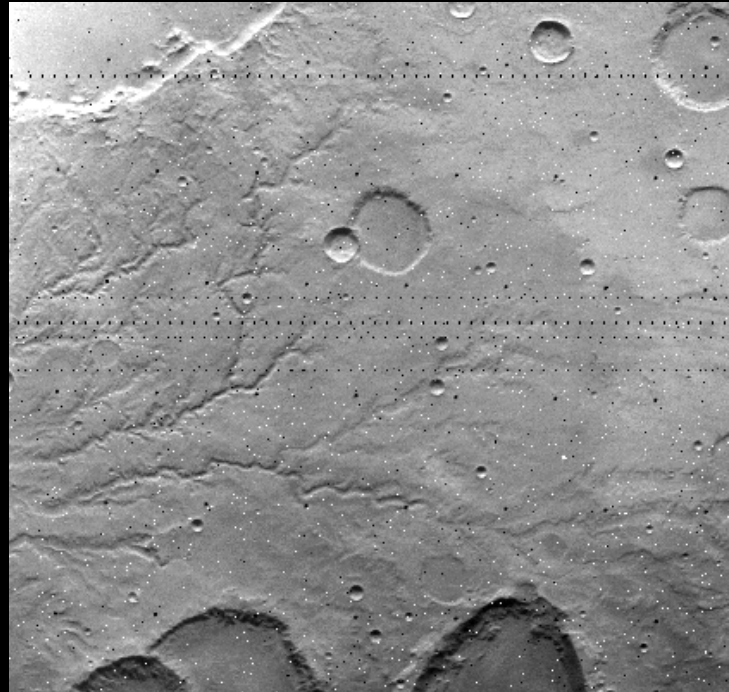
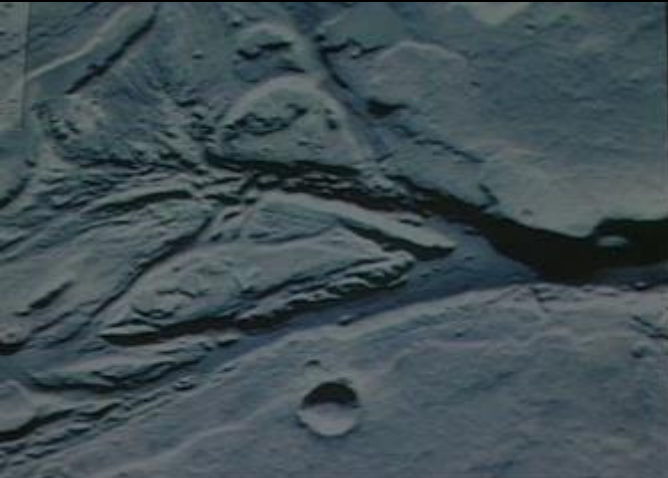
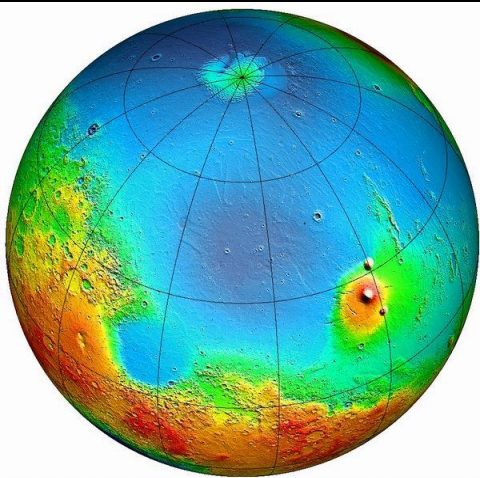
探寻火星是否存在过生命？



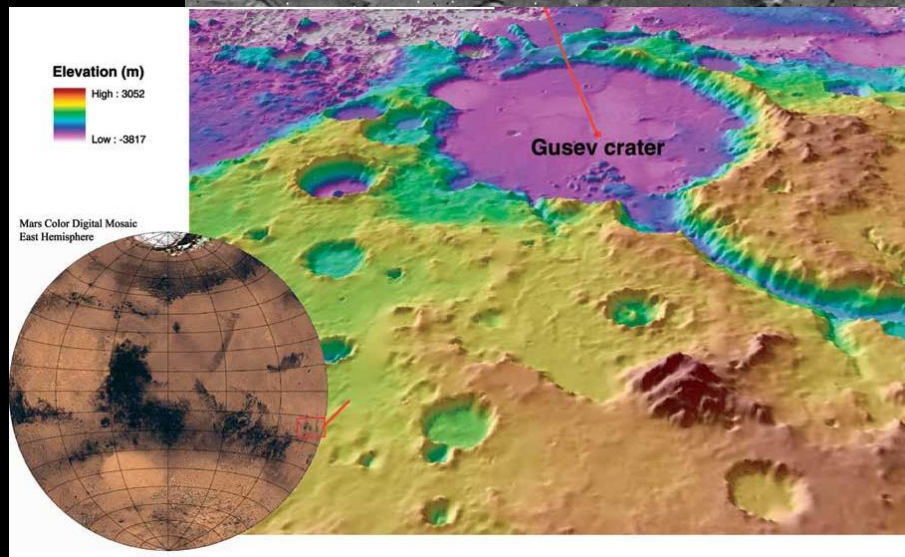
45亿年前火星可能发育过最原始的生命形态（？）



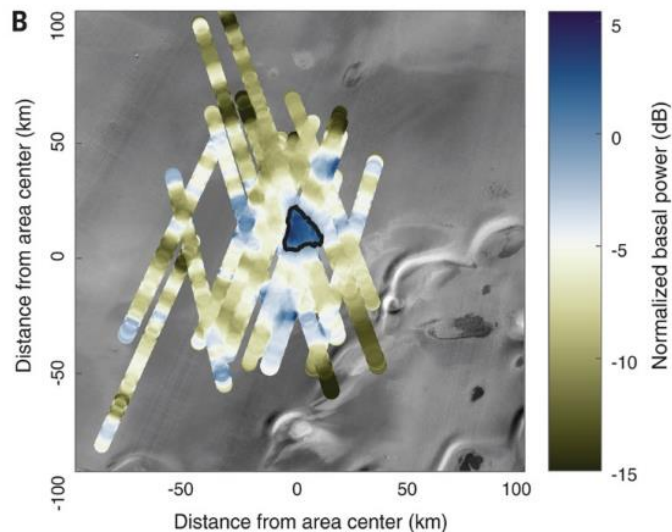
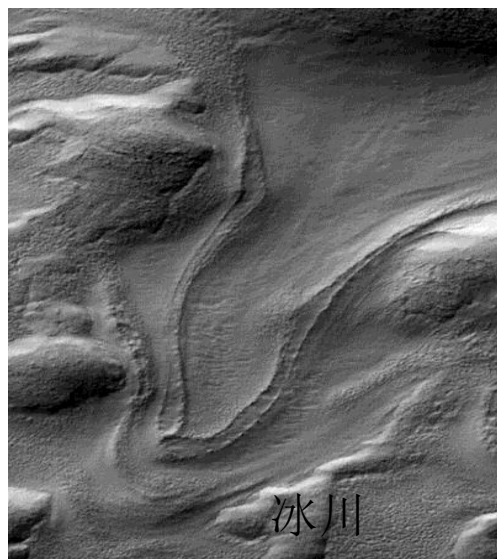
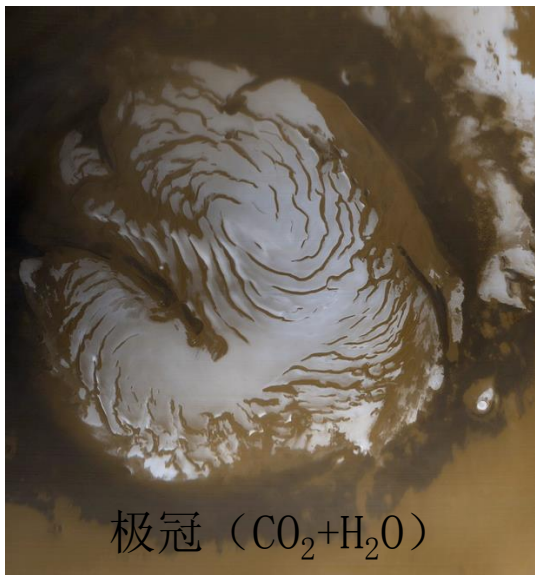
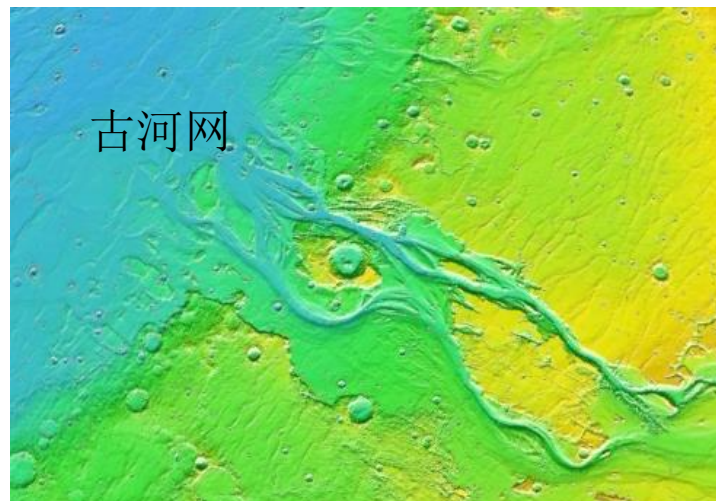
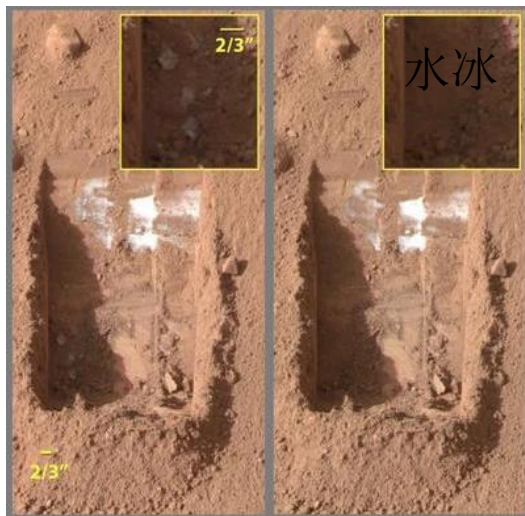
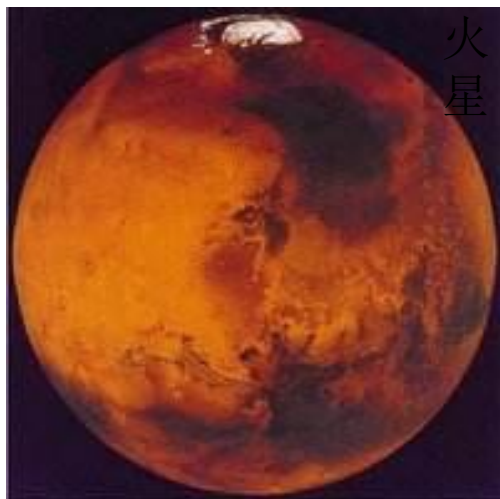
评估火星过去是否具备形成生命的环境



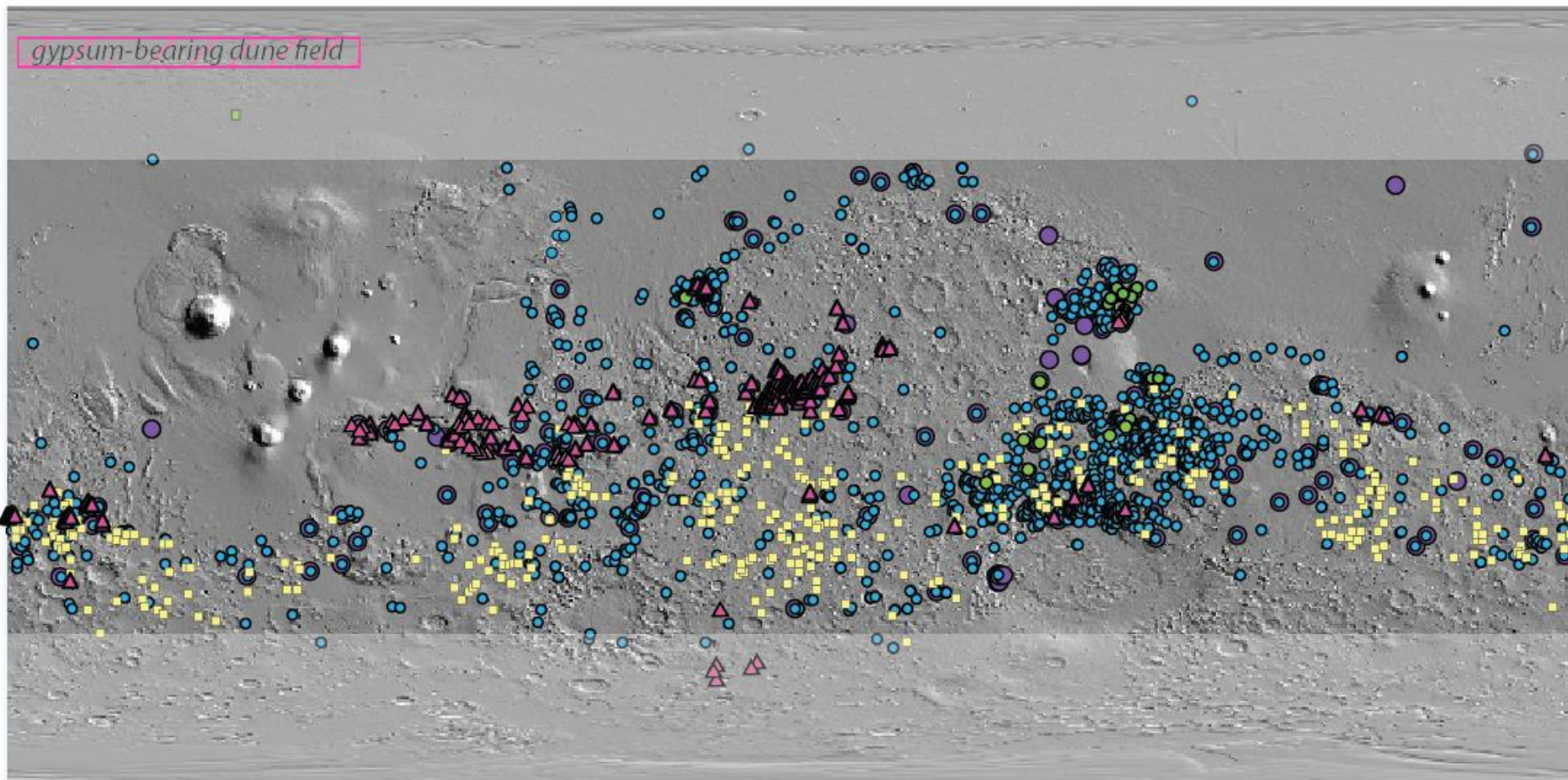
- 火星表面水的活动特征
- 火星次表层是否存在水体
- 火星地质历史时期水的演化模型
- 火星上是否存在可支撑生物演化的潜在能源研究



大量水存在的证据，证实了水的存在



水成矿物广泛分布



- 层状硅酸盐
- 非晶质二氧化硅
- 氯化物
- ▲ 硫酸盐
- 碳酸盐

Ehlmann et al., 2011
Carter et al., 2013

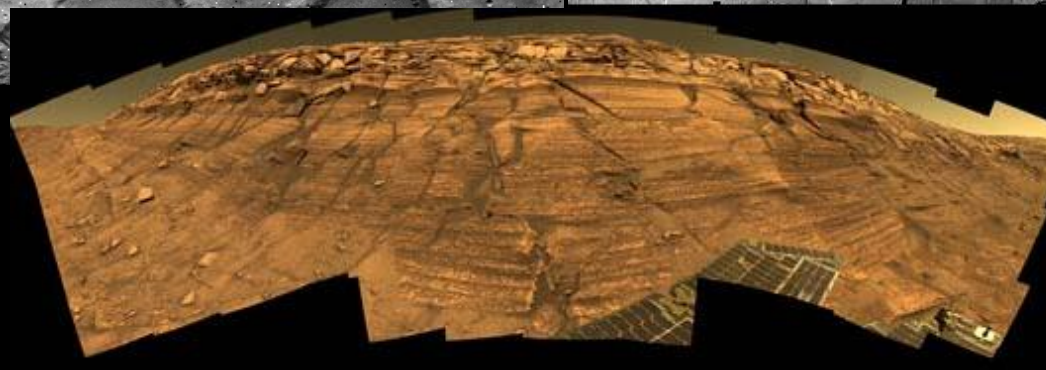
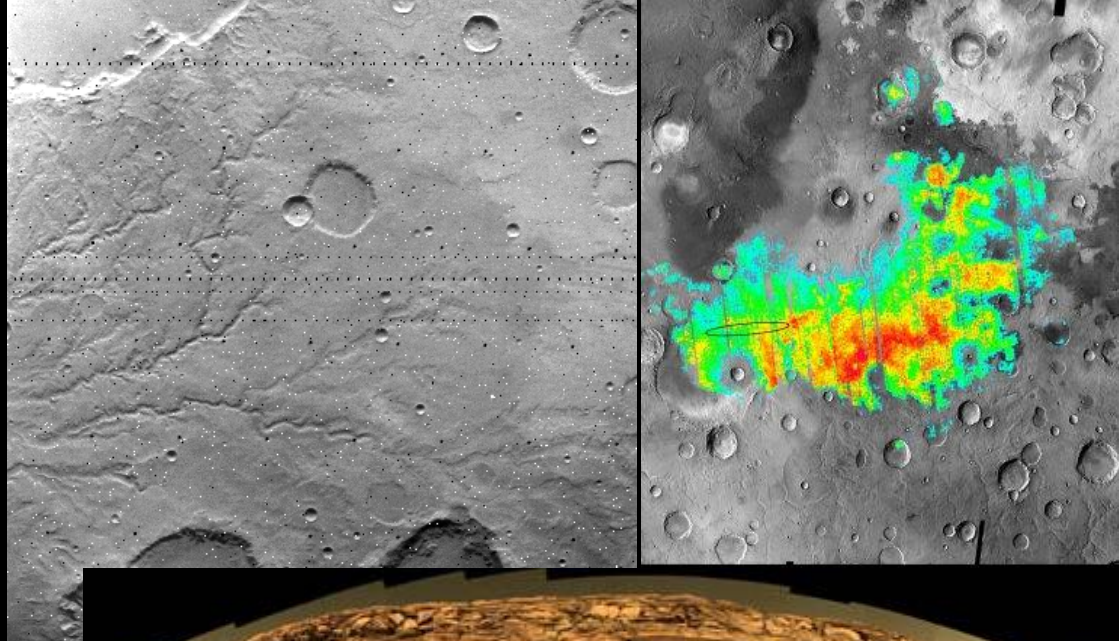
Osterloo et al., 2010

Niles et al., 2013,



主要共识

- 火星**现今**为沙漠星球，其表面没有液态水体的活动
- 火星**表面**过去曾经有过**明显的水体活动**
- 火星表面分布有大面积的蒸发盐类矿物
- **现今火星的水体可能埋藏在地下**
- 发现埋藏化石或其他生命标志物的沉积岩将是探测火星过去存在过生命的关键





(2) 小行星与彗星的生命探测

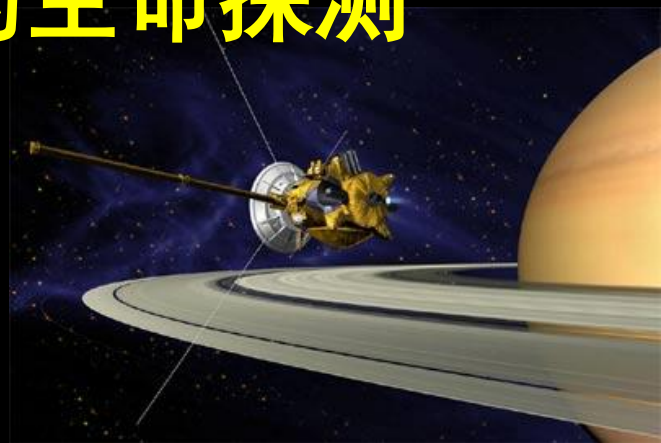
陨石中已经发现有各类烷烃、氨基酸、脂肪酸、多环芳烃和卟啉等有机化合物。探测小行星和彗星中的有机成分和水，研究地球生命物质的来源。



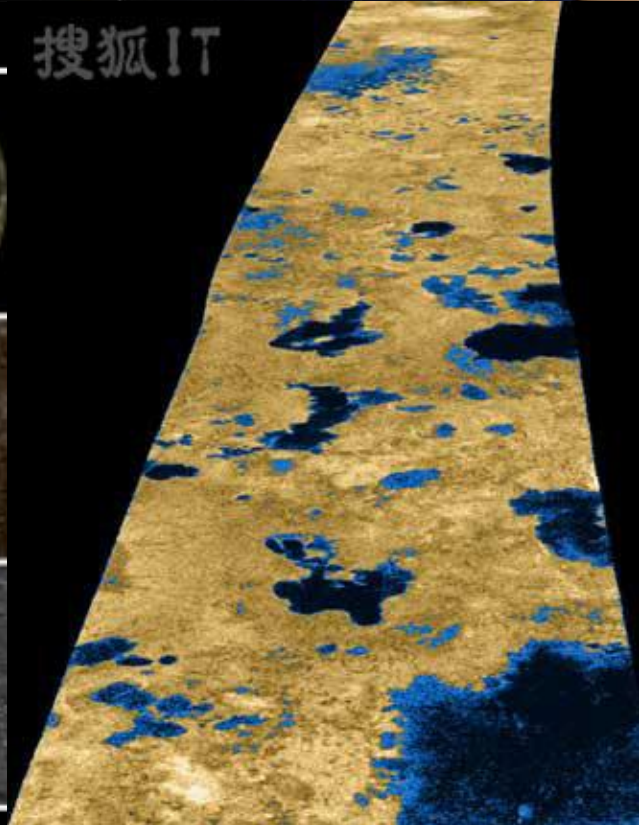


(3) 巨行星卫星的生命探测

(土卫二、六；木卫二、三、四)
探测水体和是否可能发育过生命



搜狐IT





2. 行星起源与演化

(1) 行星大气层的成分、结构的起源与特征的比较研究 月球与类地行星大气层的主要特点

	大气压	主要成分	表面温度	高层大气
月球	10^{-14}	Ar、Kr、Xe、He、H、O、C、Ne等	93-423K	
水星	0.003	H ₂ , H ₂ O, CO ₂ 和惰性气体等	600~700K	
火星	0.005- 0.007	CO ₂ 95%、He 3%、 ¹⁴ N与 ¹³ N为2%~3%、 ⁴⁰ Ar 1%~2%、O ₂ 0.13%以及H、N ²⁺ 、CO、CO ²⁺ 、CO ⁺ 、CN、Kr、Xe组成	203~295K	很薄的电离层
地球	1	N ₂ 78.1%, Ar 0.93%, O ₂ 21.0%, Ne 1.8×10^{-5} , CO ₂ 3.0×10^{-4} , CH ₄ 1.5×10^{-6} , H ₂ O 0.1%~2.8%	240~320K	电离层 (50 ~ 1000km), 地球有一个由H、He组成的厚1000km以上的地冕
金星	>90	CO ₂ 约95%, N ₂ 4.5%, H ₂ O 约1%, O < 0.1%	650~700K	



(2) 类地天体地貌与地质构造的特征

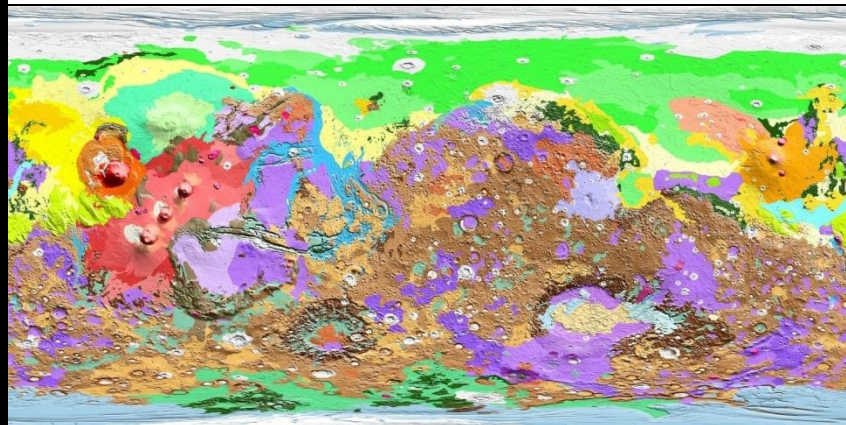
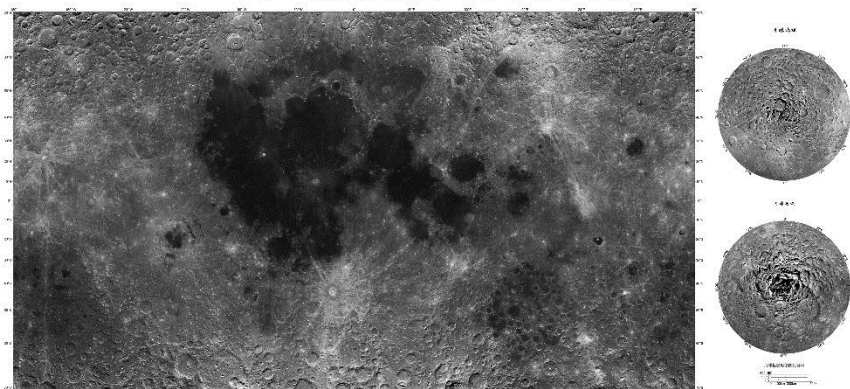
类地行星的地形特征是行星演化历程中内力和外力作用的综合结果。

地球与金星仍然有持续的内力作用，不断改变行星的地形格局与特征；**火星、水星和月球**几乎没有内力地质作用，一般保持古老的地形格局与特征。

外力作用中，月球与水星仅有太阳辐射与小天体撞击作用，**火星与金星**存在太阳辐射、小天体撞击和风的外力作用；**地球**具备太阳、风、水体和小天体撞击复合的外力作用；形成了类地行星的各类地形格局和特征。



中国首次月球探测工程全月球影像图





海底扩张-大陆漂移-板块运动-洋中脊对称磁条

Plate Map

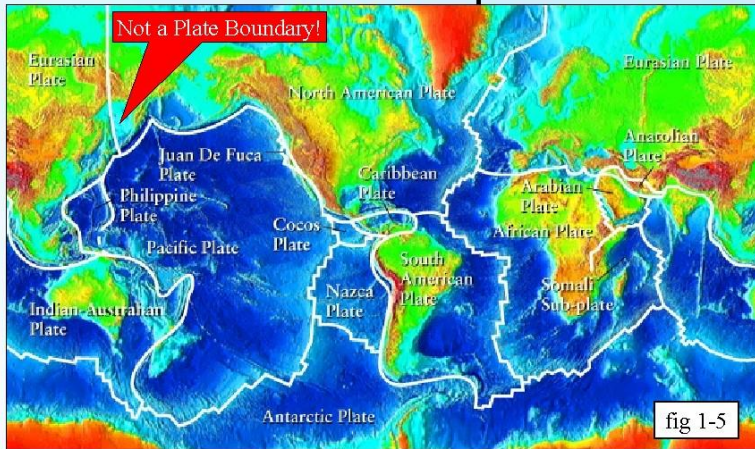
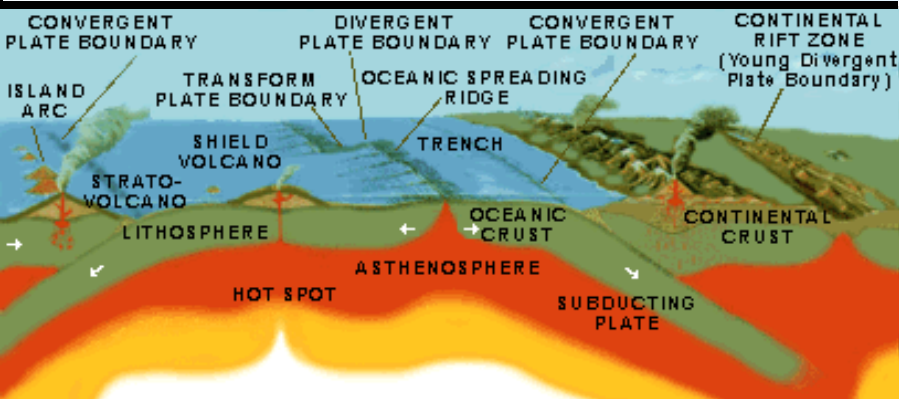
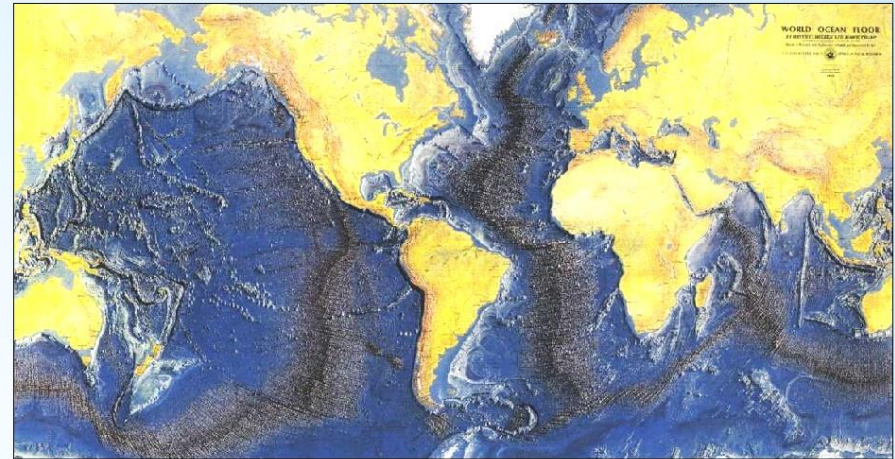


fig 1-5

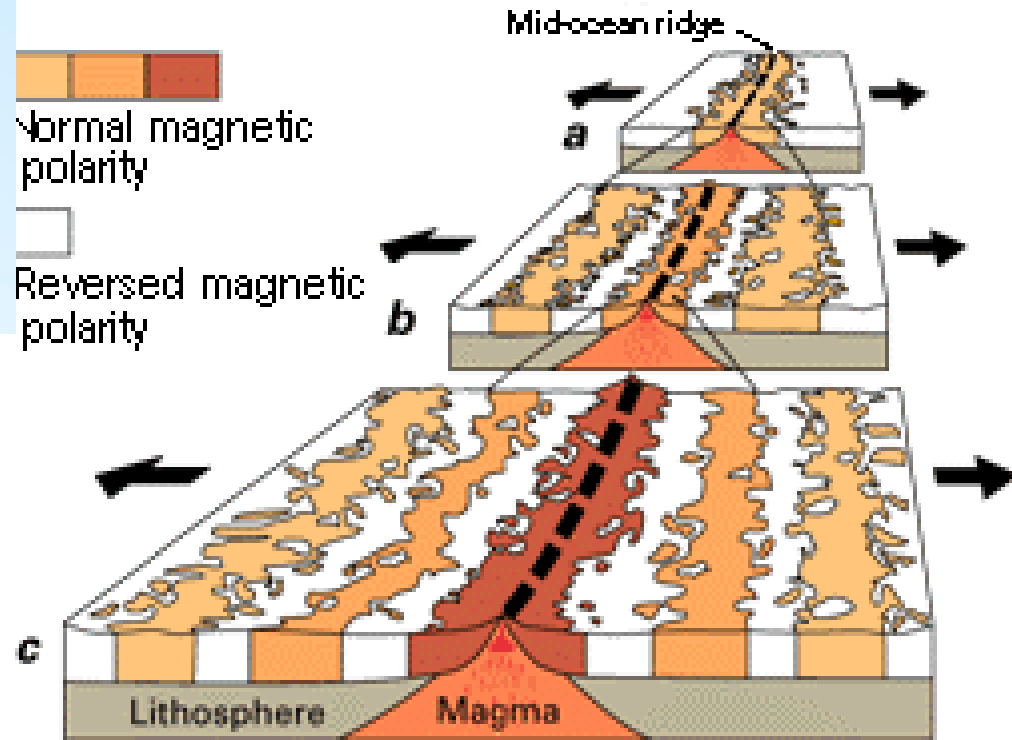
- High mountains overlie convergent plate boundaries



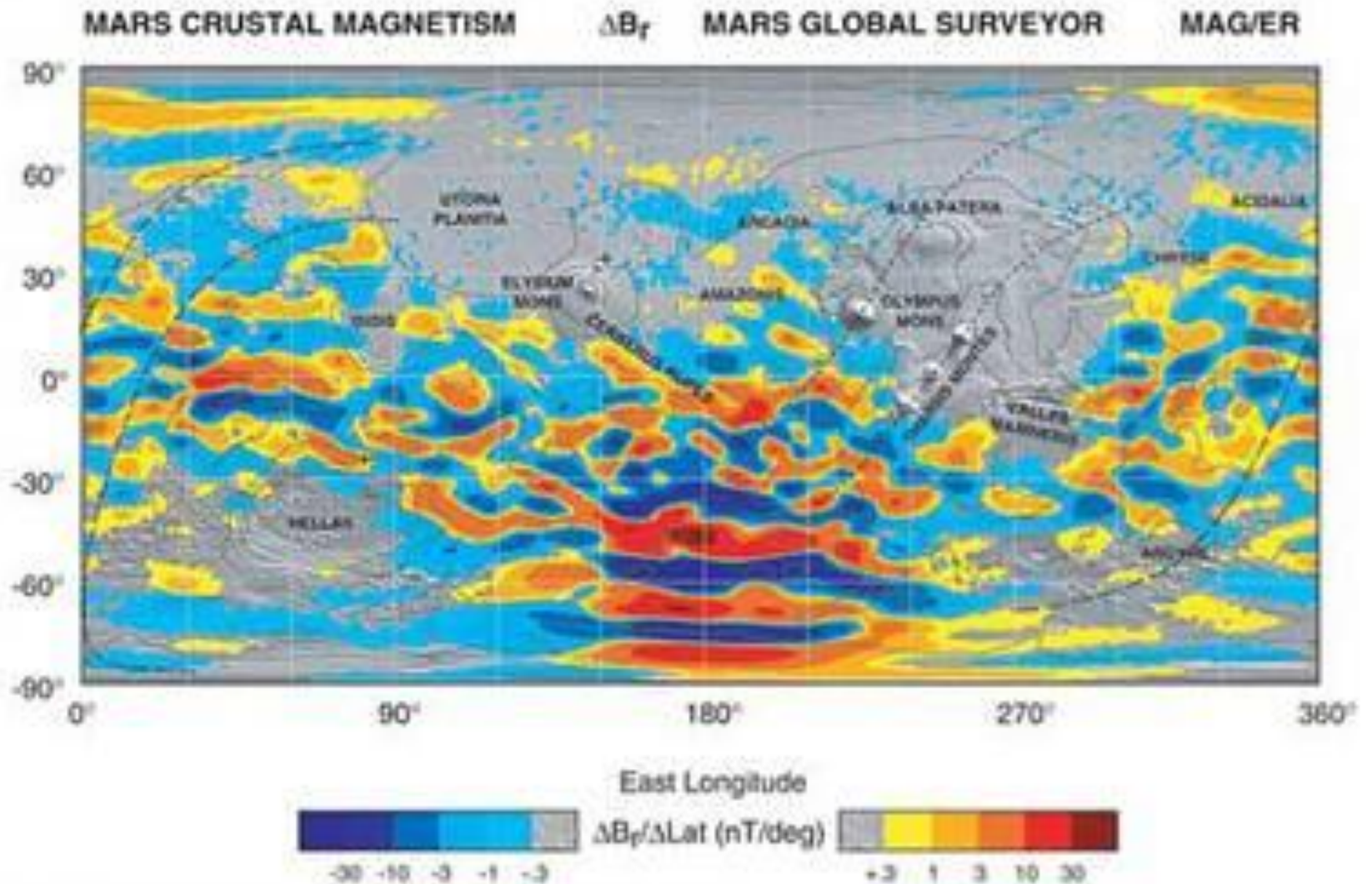
A New View of the Seafloor



- Topography of seafloor different from continents
- Mid-ocean ridges and deep sea trenches



火星的大地构造



(3) 行星表面的化学成分、矿物成分与岩石类型



岩石碎块、沙尘及富铁黏土覆盖，属安山岩、玄武岩的风化产物。



月面主要岩石类型

月海

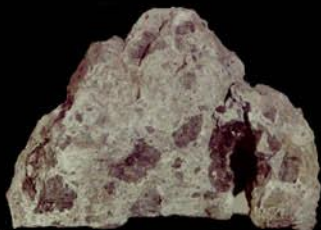
玄武岩



Basalt



Basalt



Breccia



Anorthosite



Impact melt



Norite



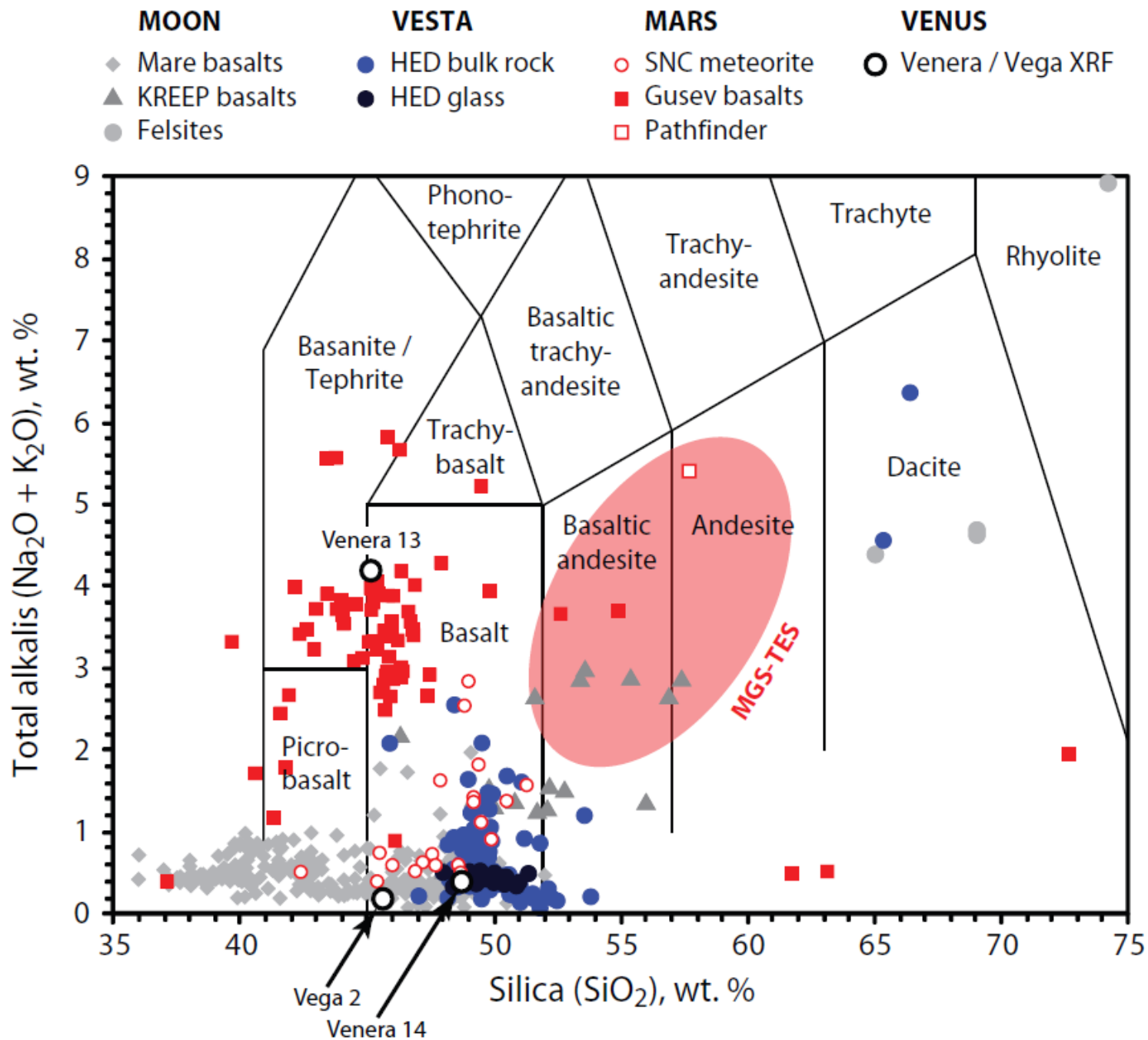
Troctolite

高地

陨石撞击

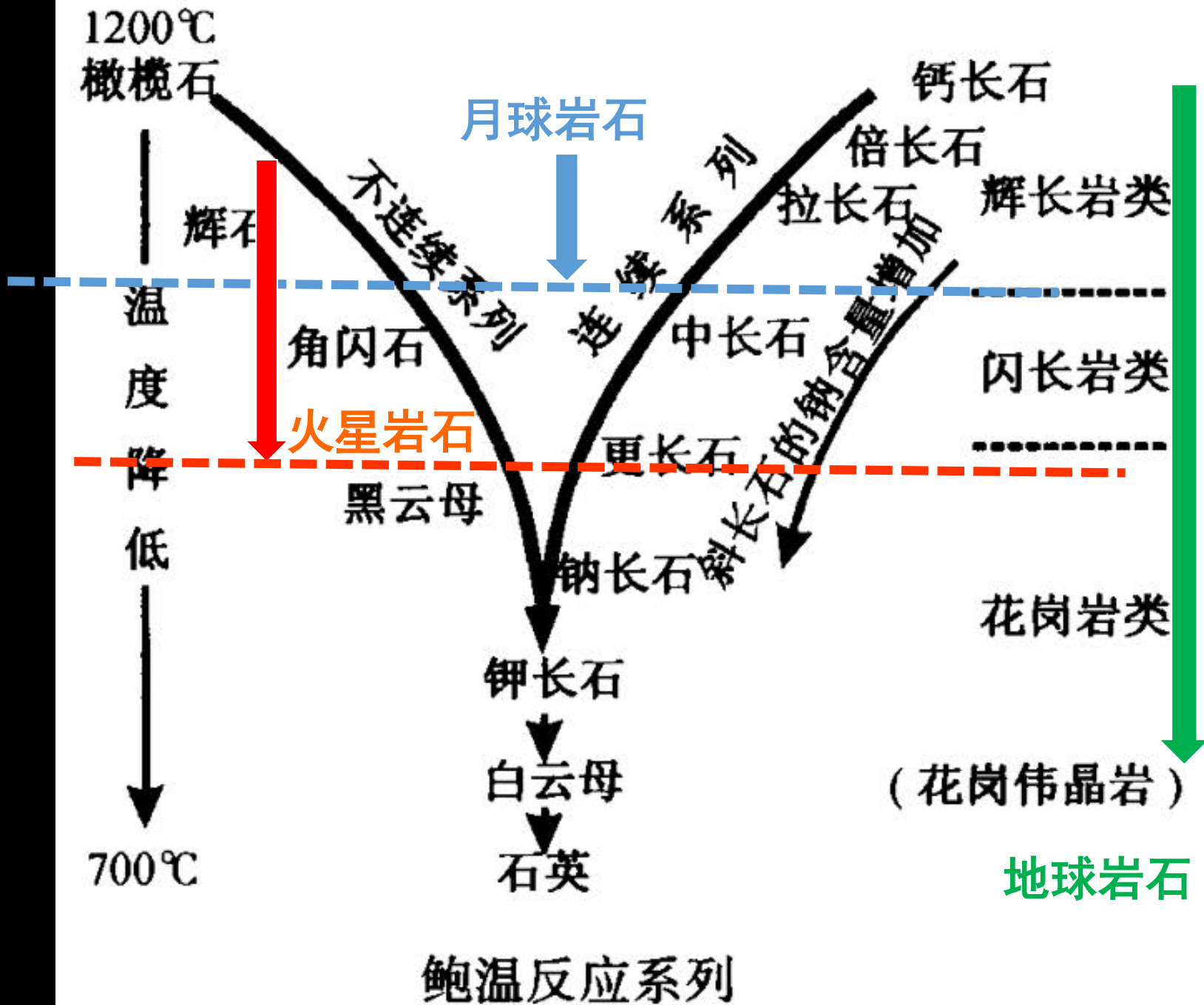
侵入岩



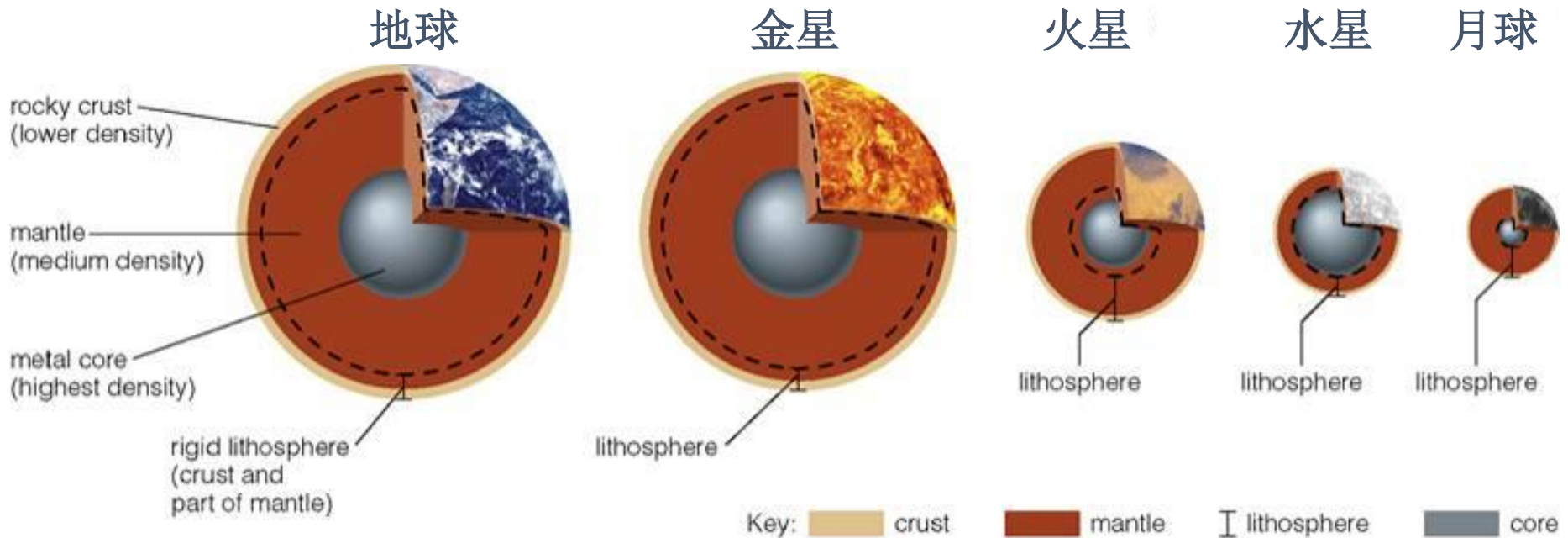




月球、火星与地球岩浆结晶过程的比较



(4) 类地行星内部结构的对比



基于行星的物质组成、内部T-P模型、可以理论计算其内部结构；

类地行星均由金属核、硅酸盐幔和壳构成；

岩石圈的所占比例随行星半径减小而增大；

据磁场、转动惯量、P-T条件等，类地行星核至少部分熔融。



月球-火星-地球内部演化定性比较

	月球	火星	地球
表面热流	极小	小	中等
内部结构	极简单	简单	复杂
内部均一化	极不均一	不均一	比较均一
内部能源	极小	小	中等
演化历史	31.5亿年前 结束?	今后~10亿 年	今后~45亿 年

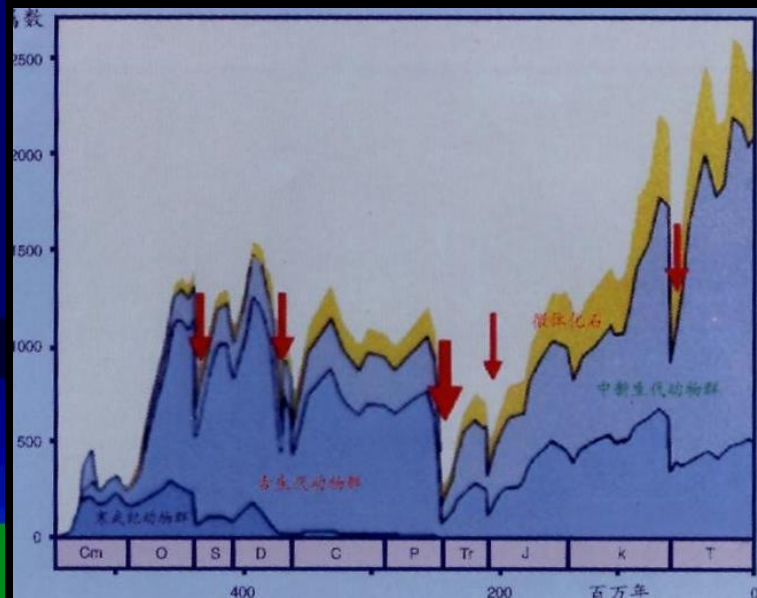
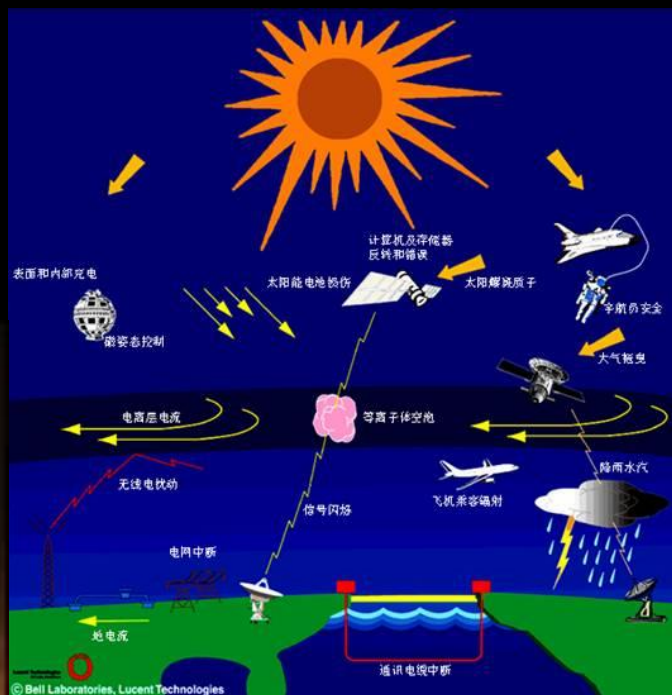


(二) . 太阳系探测的主要科学问题

3. 太阳和小天体活动对地球的重大灾害性影响

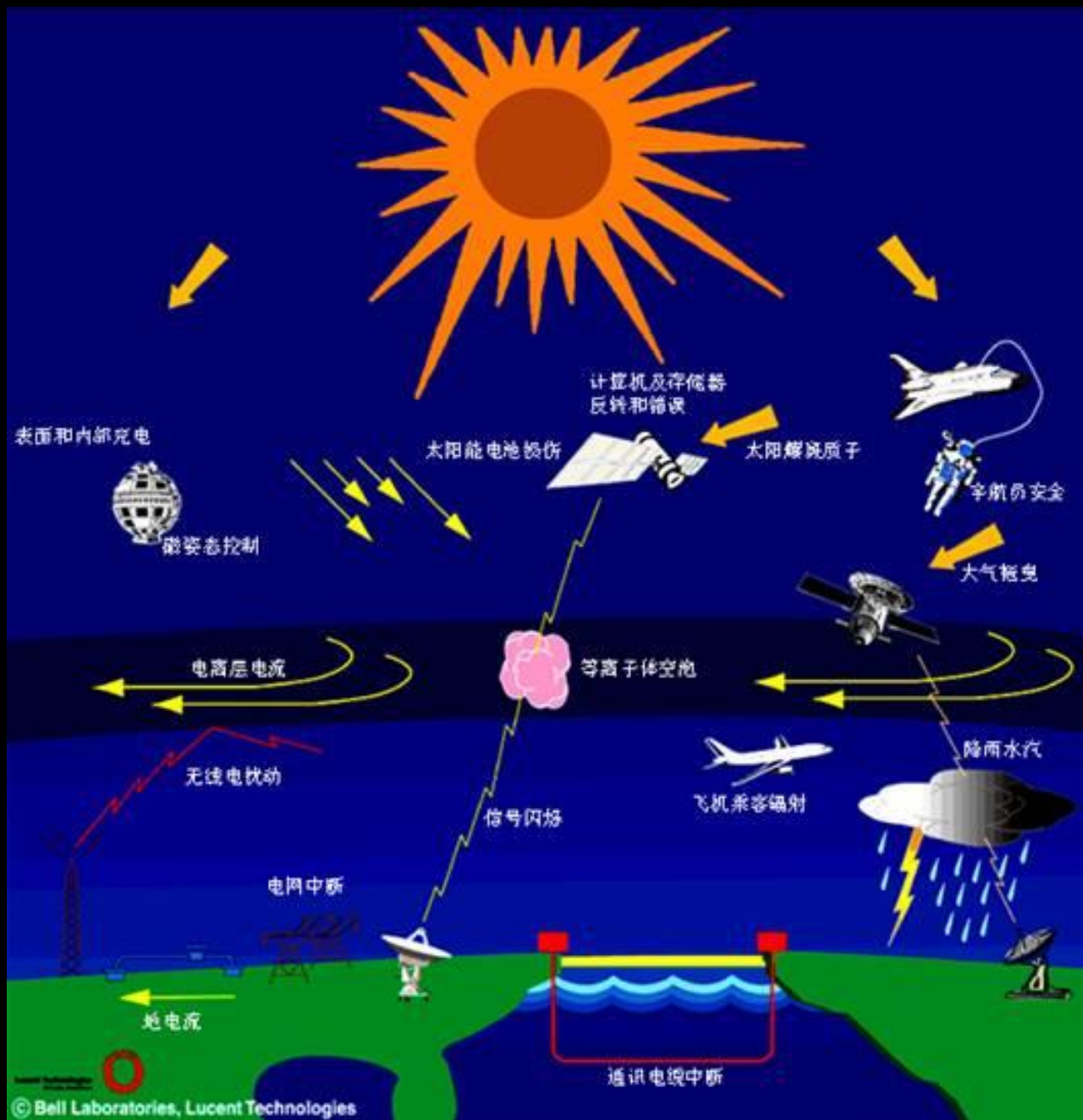
(1) 太阳活动对地球的影响—空间天气学

(2) 小天体撞击地球诱发全球性气候环境灾变与生物灭绝



空间天气灾害:

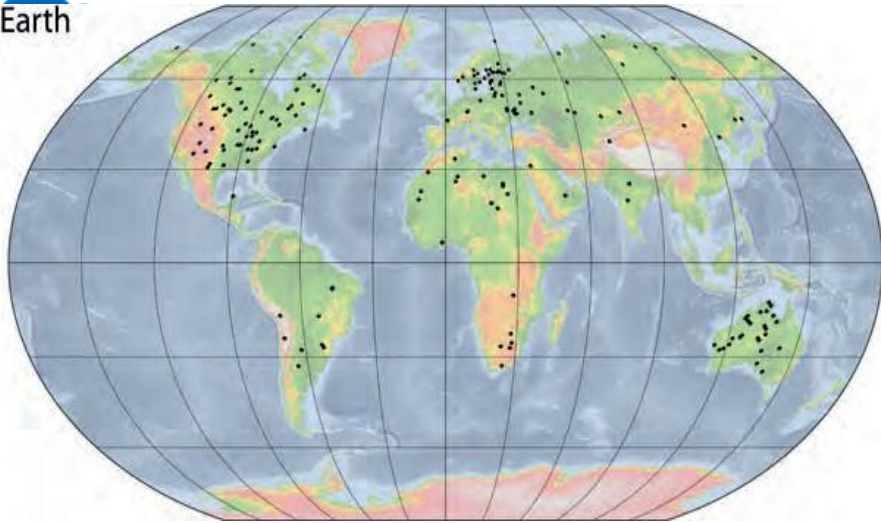
- 卫星失效乃至毁坏
- 无线电通讯中断, 导航失误
- 电力系统和输油管系统损坏
- 人类健康受到威胁



小天体撞击地球

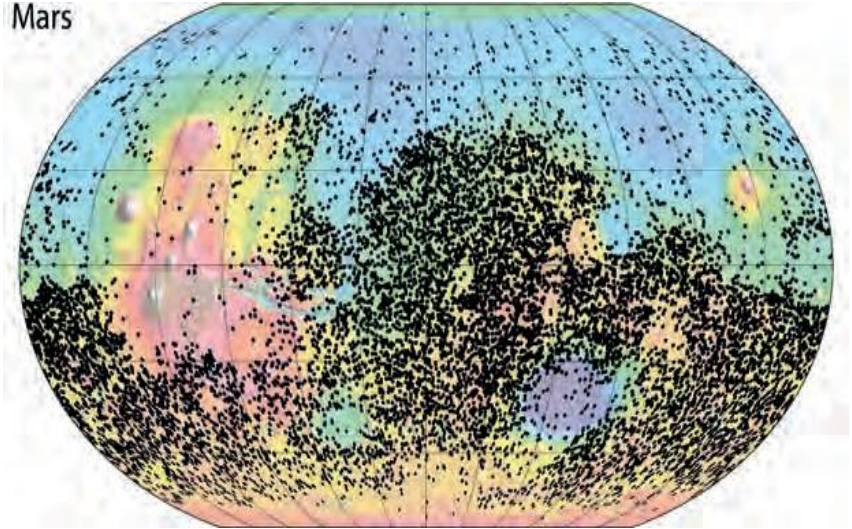


Earth



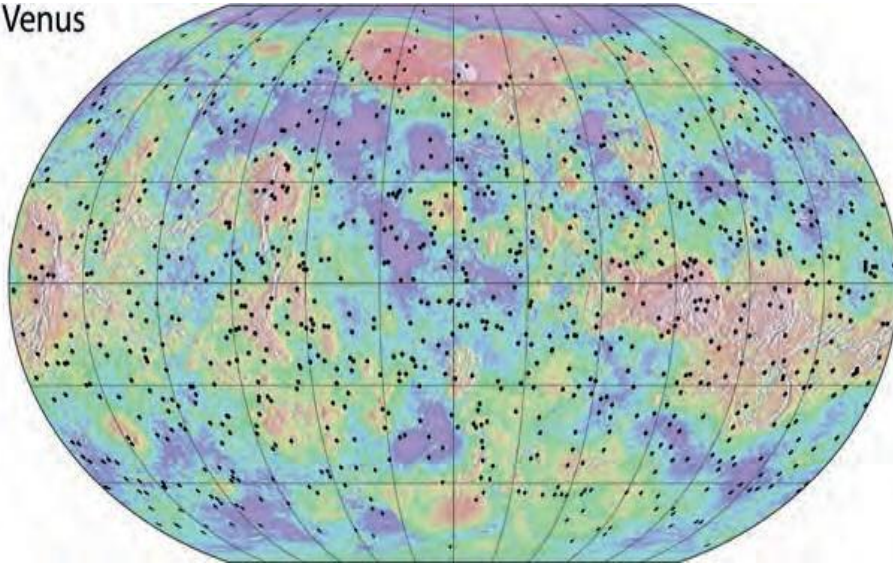
190

Mars



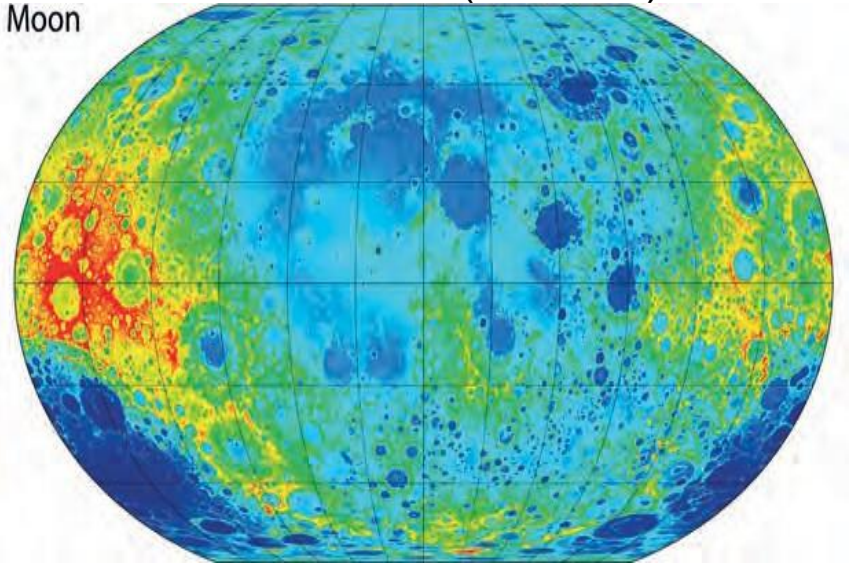
10888(d>20km)

Venus



937

Moon



>33000(d>1km)

撞击坑的分布



巴林杰撞击坑



LPI/D. Roddy



近期的小行星入侵事件



Baidu 百科

www.nuebu.com

2013年2月15日中午12时30分左右，俄罗斯车里雅宾斯克州发生天体坠落事件。坠落的是一颗石陨石。它在穿越大气层时摩擦燃烧，发生爆炸，产生大量碎片，形成了“陨石雨”。在坠落区域，许多建筑的窗户玻璃破裂，该事件造成1200多人受伤。



2017年10月4日（中秋之夜）20时左右，云南省迪庆州发生了一起“火流星”空爆事件。至今尚未找到降落的陨石。



西双版纳陨石

2018年6月1日21:30左右



云南网
YUNNAN.CN



曼桂一号陨石

1228克

类型：普通球粒陨石L6

发现时间：2018年6月1日

Mangui 1

1228g

Type: Ordinary Chondrite L6

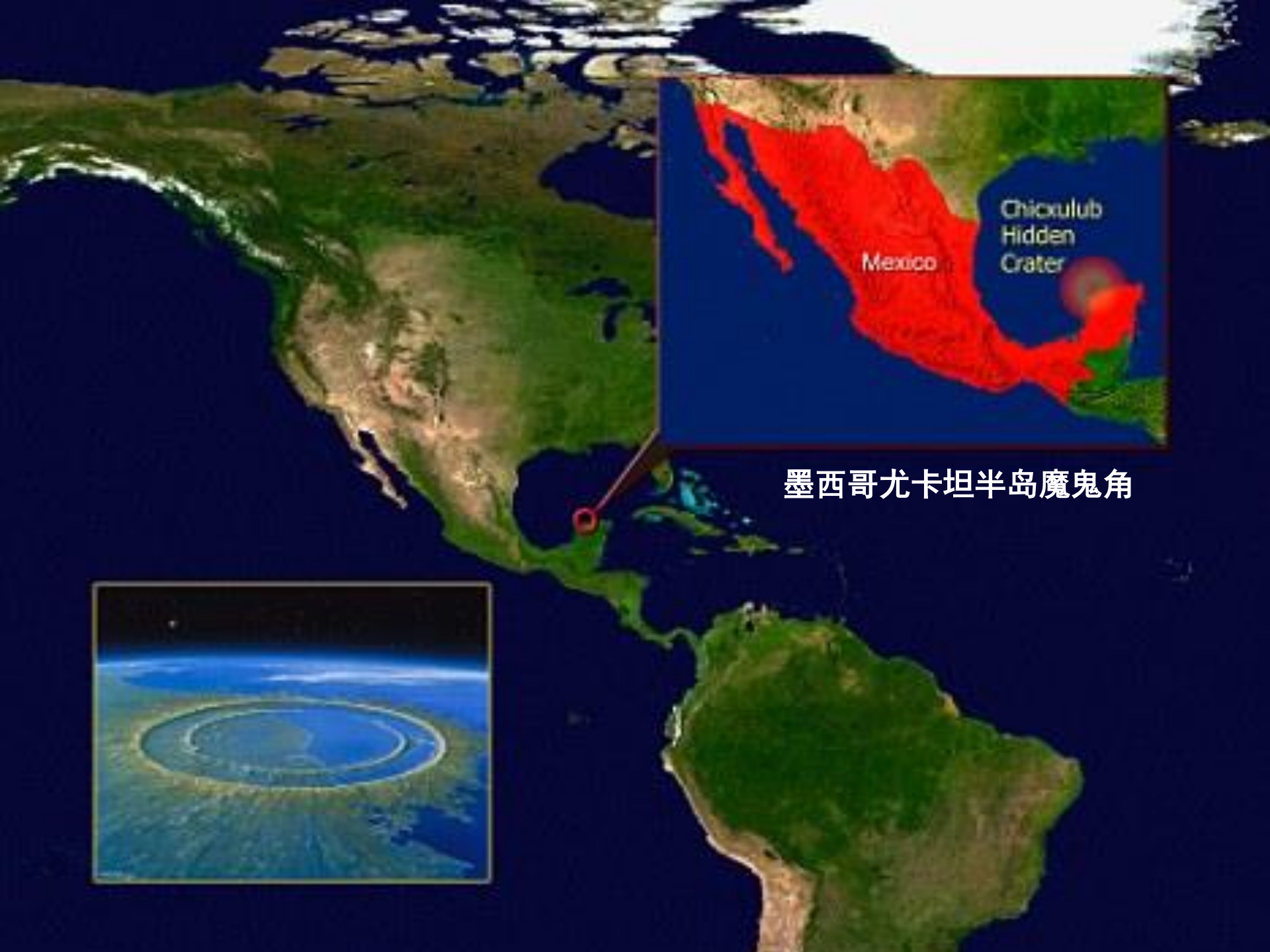
Found: June 1, 2018

中新
Chinanews

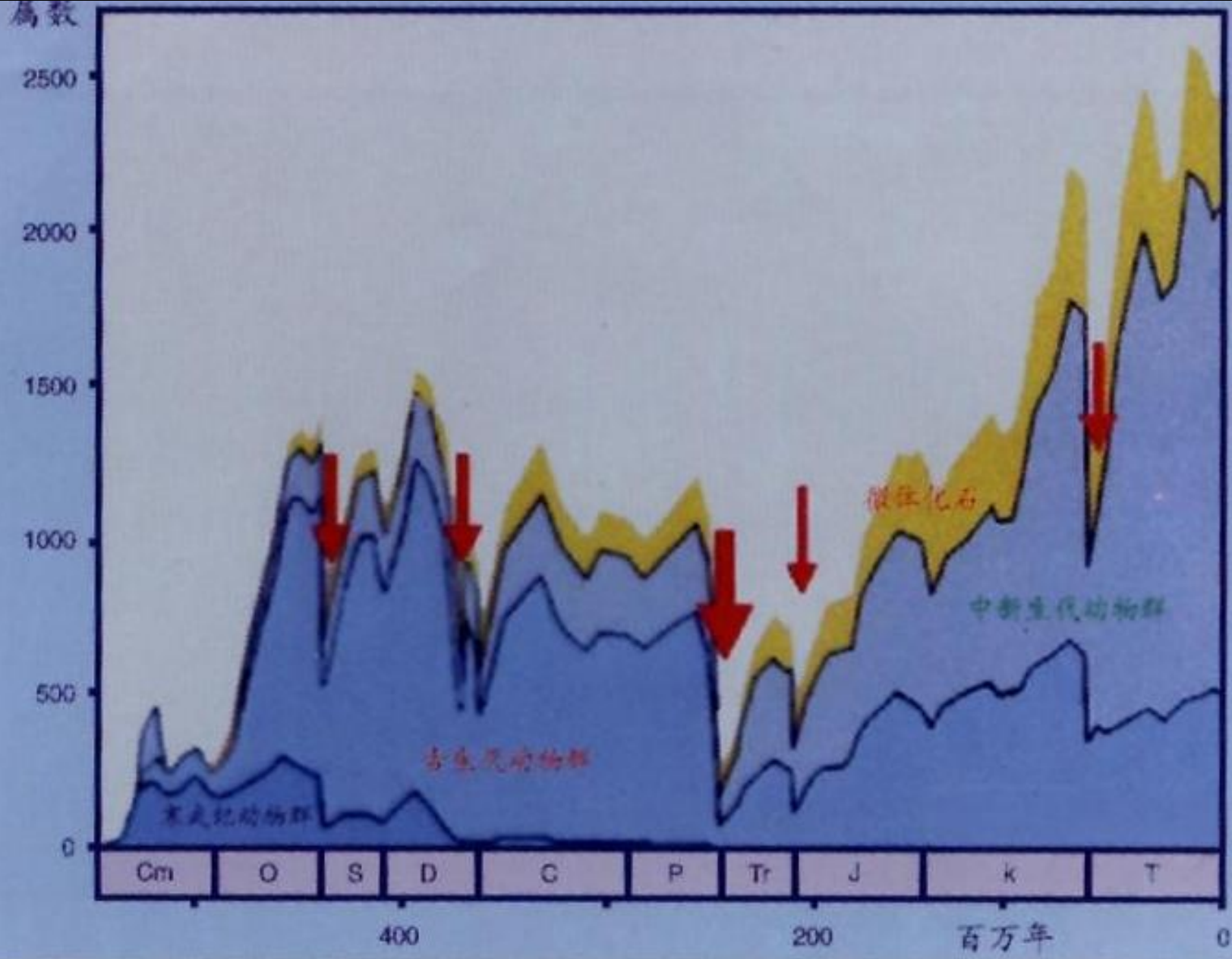
主体陨石：1228g，L6型普通球粒陨石，保存在上海科技馆

小天体高速通过地球大气层，与地球的相对速度为**15 - 75km/s**。当小天体通过大气层时，高速碰撞大气分子并压缩稠密的大气层，撞击体和周围的大气层产生极高的温度和压力，撞击体表面的物质不断汽化、熔融与飞溅，甚至产生爆炸。





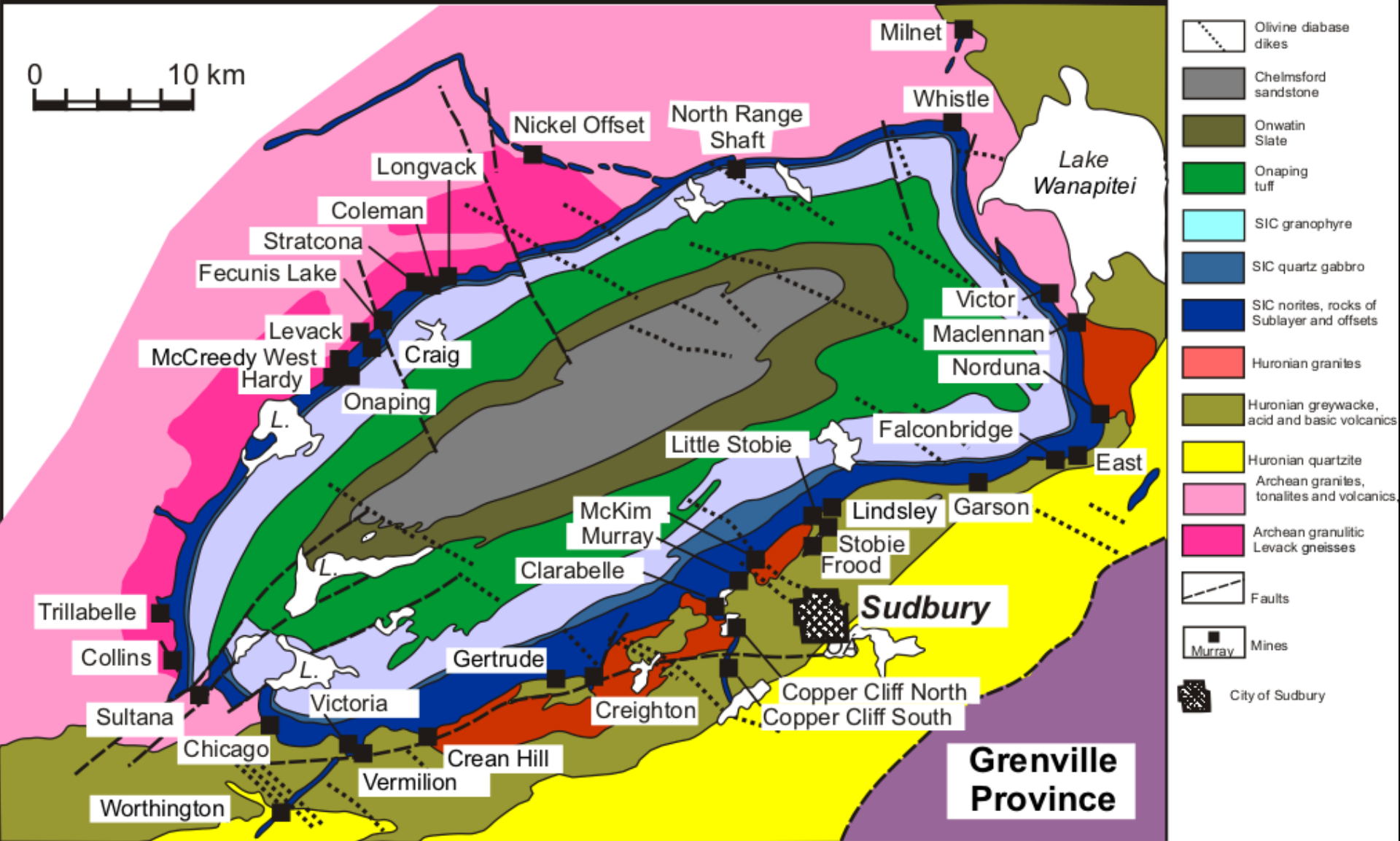
墨西哥尤卡坦半岛魔鬼角



《小天体撞击诱发气候环境灾变与生物灭绝》（科学出版社，1992）--
65Ma, 34Ma, 15Ma, 2.4Ma, 1.1Ma 和0.7Ma

小行星也会带来财富!

Sudbury, Canada





成煤、成油盆地或形成其它沉积矿床：撞击坑形成的盆地，为后期的成煤、成油盆地或形成其它沉积矿床提供了环境与场地，如德国的Ries撞击坑（**煤和萤石矿**）、乌克兰的Boltysch撞击坑（**油页岩**）、印度的Lonar撞击坑和南非的Saltpan 撞击坑（**重碳酸钠矿**）、俄罗斯的Ragozinka撞击坑（**硅藻土矿**）、白俄罗斯的Logoysk撞击坑（**磷灰石矿**）等。撞击坑往往可以成为很好的油气圈闭构造，如美国中西部的Williston撞击盆地、Okloholma的Ames撞击构造、阿拉斯加的撞击坑等，均具有**油气**勘探的前景。

金刚石矿：强大的冲击波在撞击成坑过程中有可能使靶岩中的石墨转变成**金刚石**，俄罗斯的Popigai撞击坑曾报导在撞击熔融的岩脉中，发现有细粒结晶的金刚石集合体。



(二) . 太阳系探测的主要科学问题

4. 地外资源、能源与环境的开发利用以支持人类社会的可持续发展

(1) 月球的重大军事战略地位—太空战的新军事平台

早在20世纪60年代，时任美国总统的肯尼迪说过一句名言：“谁控制了太空，谁就控制了地球。”

美国参议员林登·约翰逊就此说：“谁控制了月球，谁就控制了环地球太空……”

月球是当代太空战的新军事平台，力图抢占太空以至月球等新的战略制高点。



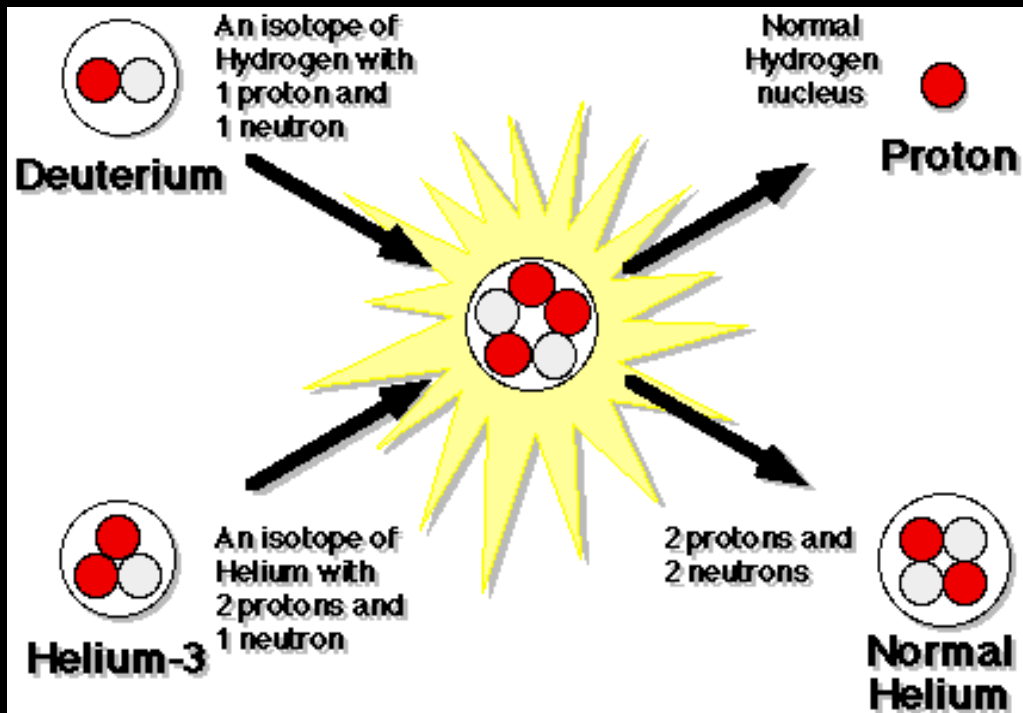
(2) 月面矿产资源

月壤中的氦-3

月球无大气（高真空状态），无磁场，**太阳风**在月球表面的通量高达 $3 \times 10^8 / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$ 。

初步估算，月壤中 ^3He 的资源总量可达100-500万吨。将是人类社会长期、稳定、安全、清洁、廉价的可控核聚变能源原料。

（一吨氦-3价格为40 亿美元，1克约32000元人民币）

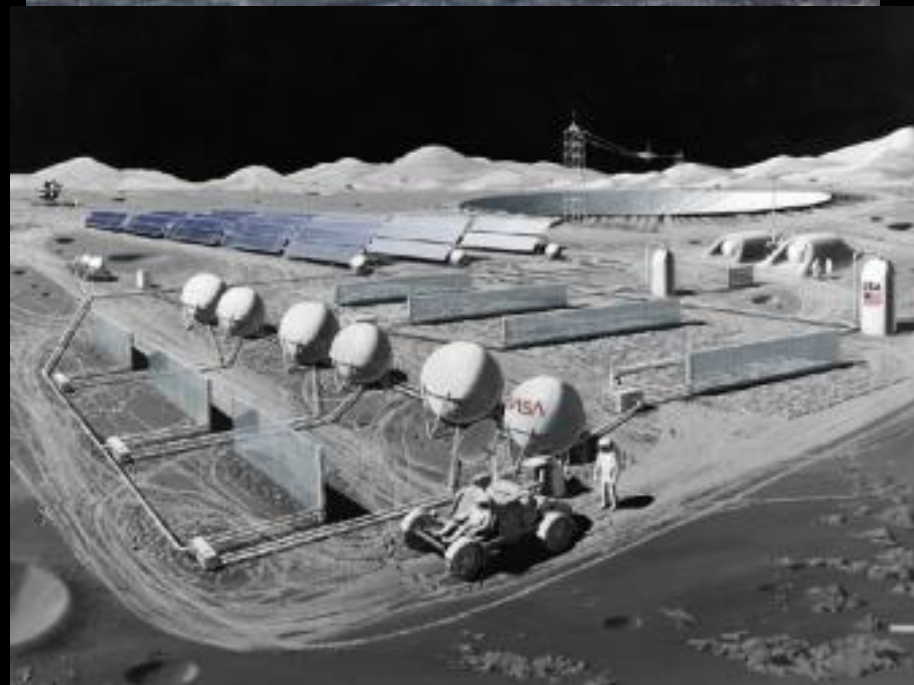




(3) 月球特殊环境的开发利用

超高真空；无磁场；地质构造稳定；弱重力（1/6）；高洁净环境

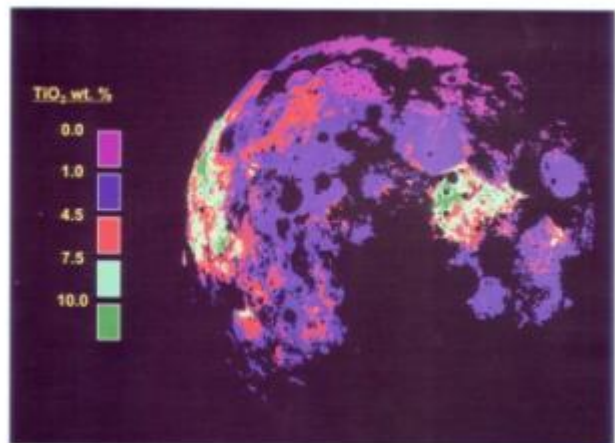
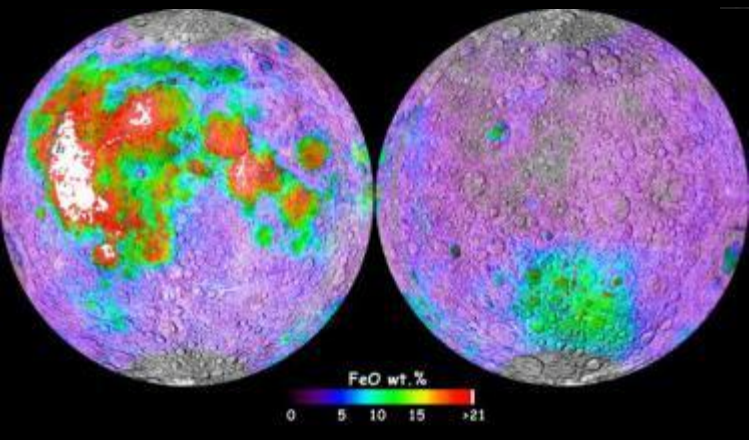
- 月球天文观测站与研究基地。精度高、造价低，运行与维护费用低。
- 地球观测站。
- 月球实验室。研制特殊的生物制品和新材料。
- 可作为天然的“空间站”，成为深空探测的前哨阵地和转运站。





(4) 月球资源的全球分布和利用

斜长岩，富含Si、Al、Ca、Na等元素。克里普岩(KREEP)富含钾、稀土元素和磷 (REE~225-450亿吨, U~50亿吨)。玄武岩含钛铁矿可达25% (体积)，比我国攀枝花钒钛磁铁矿矿石更富含 TiO_2 。钛铁矿~110-220万亿吨, TiO_2 ~57-115万亿吨)。月壤中富含各种气体，可用于维持永久性月球基地。





月球的资源、能源与特殊环境的开发利用前景和军事战略地位，推动了众多国家提出重返或开启月球的规划与计划：

美国、欧空局、俄罗斯、日本、德国、英国、法国、乌克兰、奥地利、巴西、印度、韩国。

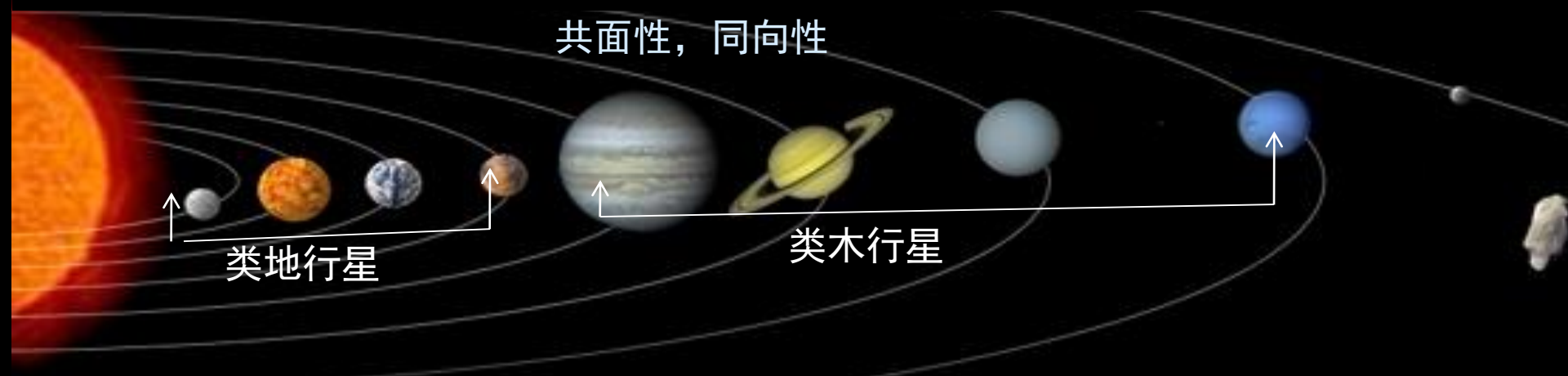
目前，对地外资源的勘查和利用，已经成为航天大国追逐的目标。

三、我国的月球与深空探测

2011~2030年太阳系探测的总体科学目标

太阳系探测以火星探测为切入点，统筹开展太阳、小行星、金星、木星系统等的探测。在太阳系的起源与演化、太阳和小天体活动对地球的危害性影响、地外生命信息探寻等研究领域取得一批原创性的重大科学成果，建立较为完善的深空探测科学研究体系，带动我国高新技术的突破与跨越发展；推动我国基础与应用科学的创新与发展；培养与成长一大批青年科学技术骨干队伍；使我国由航天大国成为航天强国，为中华民族的伟大复兴作出历史贡献。

OTHER



1. 月球探测



中国探月
CLEP



2004年嫦娥工程正式立项



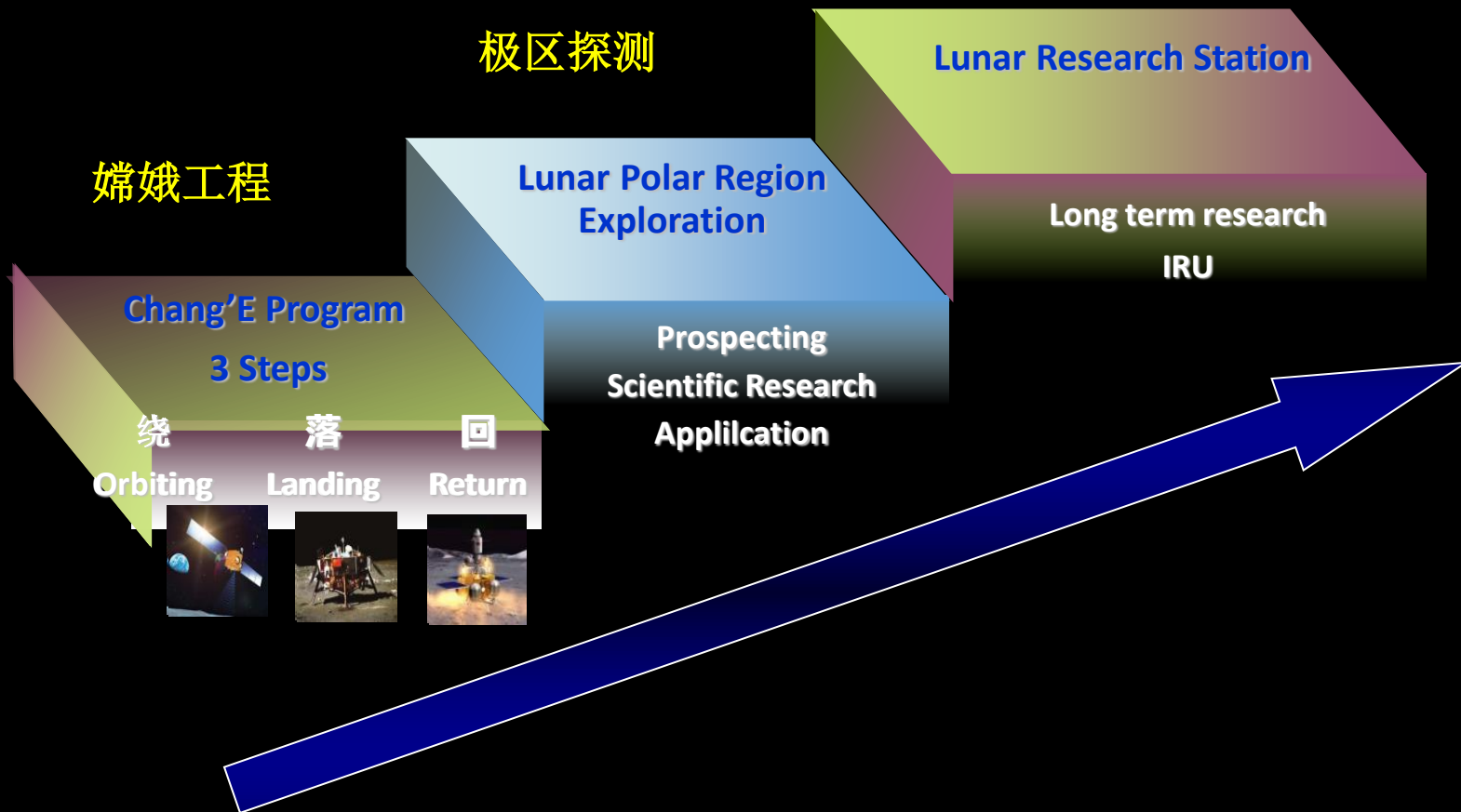
中国探月之总体路线

2007

2020

2030

月球科研站 2050





嫦娥工程

第一阶段三步走：绕、落、回

环绕探测



Chang'E-1
2007.10

着陆探测



Chang'E-3
2013.12

采样返回

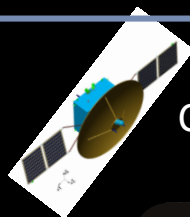


Chang'E-5
2019.11?

Chang'E-2
2010.10



Chang'E-4
2018

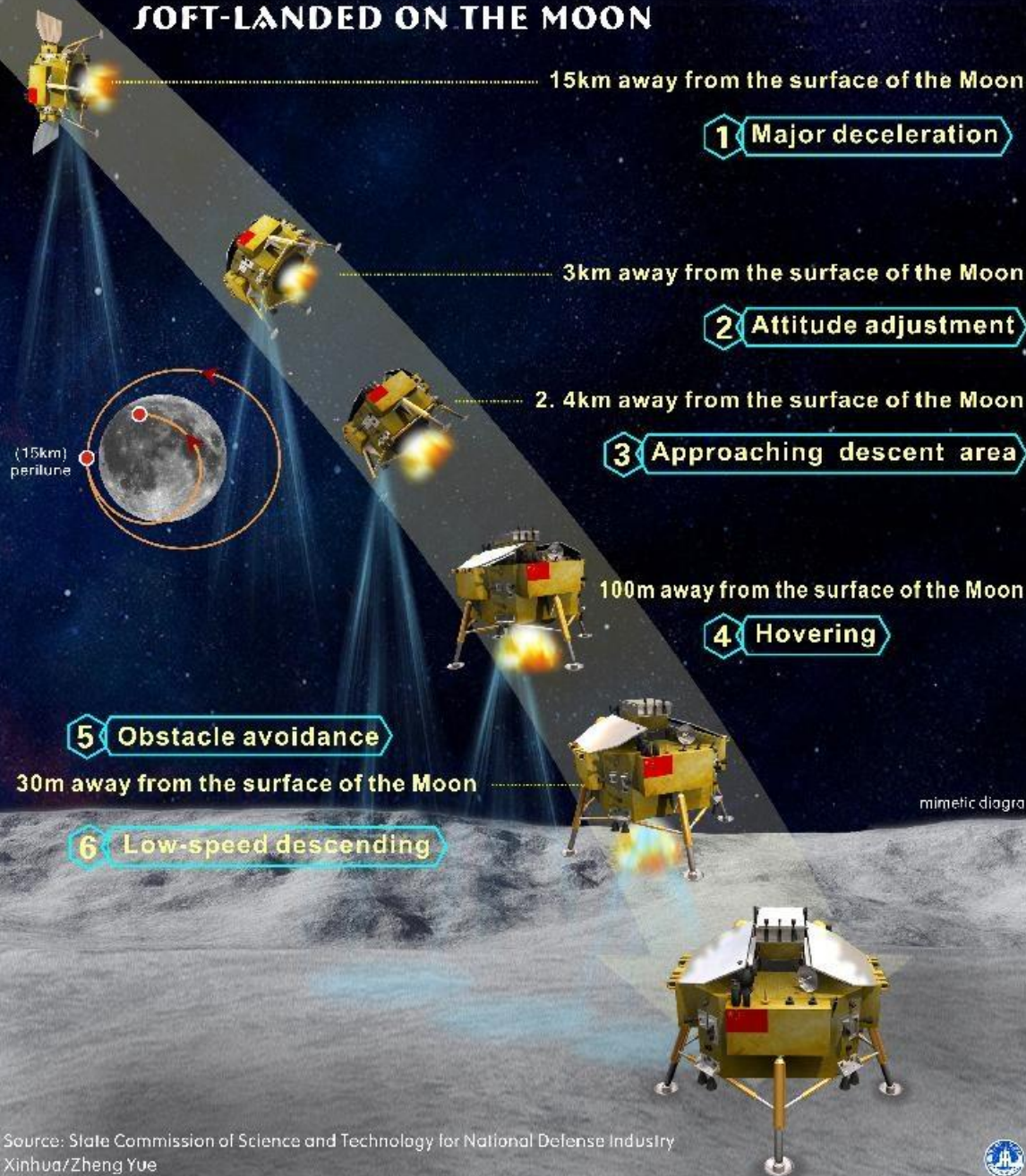


Chang'E-6





CHANG'E-3 PROBE SOFT-LANDED ON THE MOON

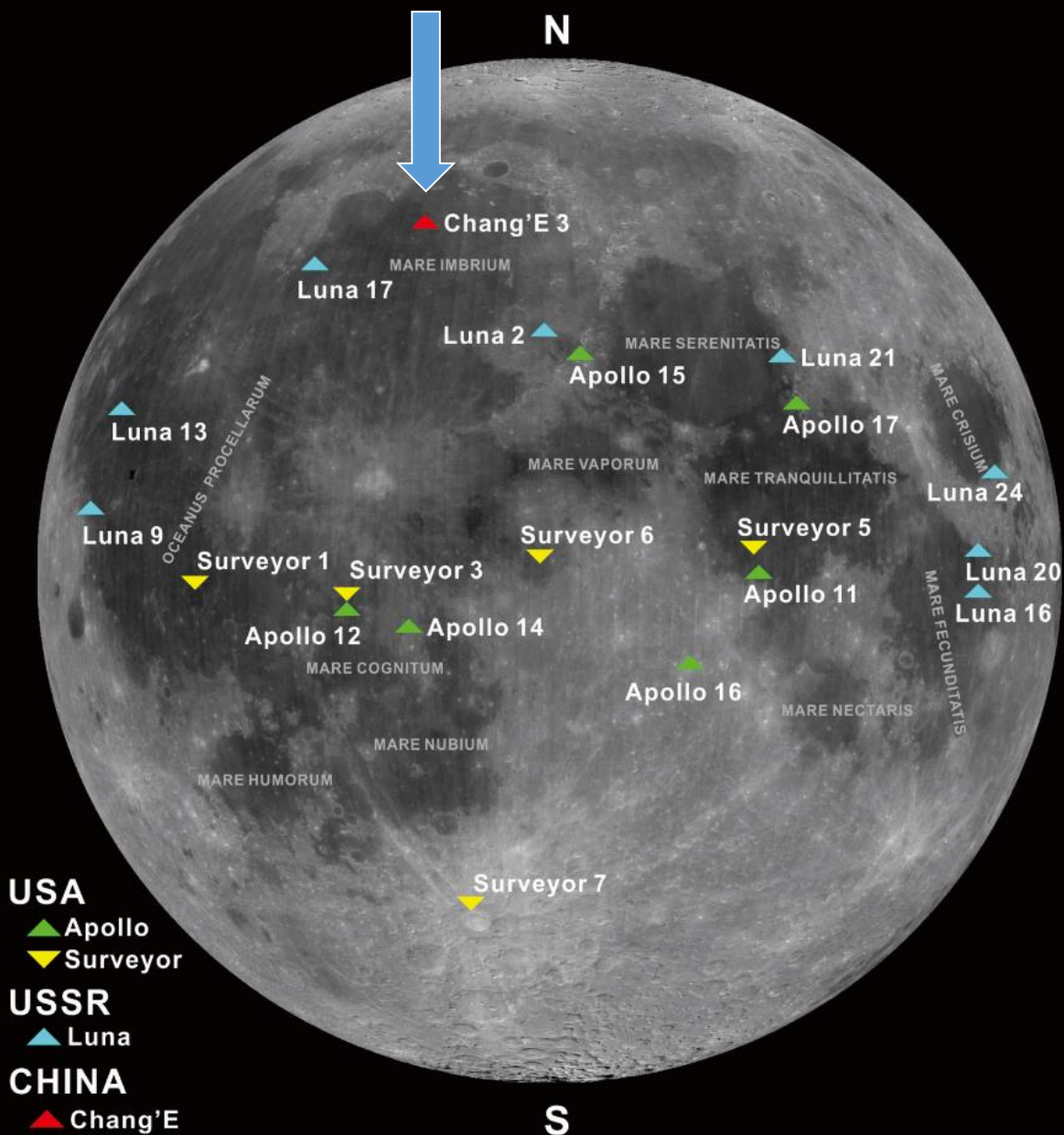


Dec 14, 2013

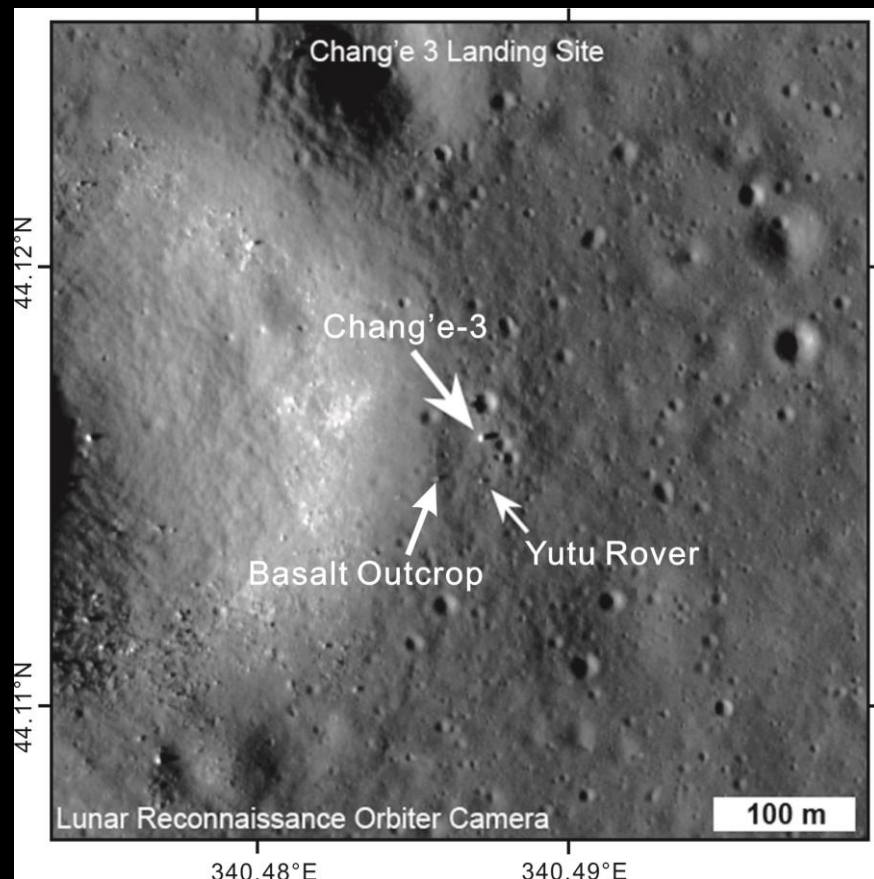
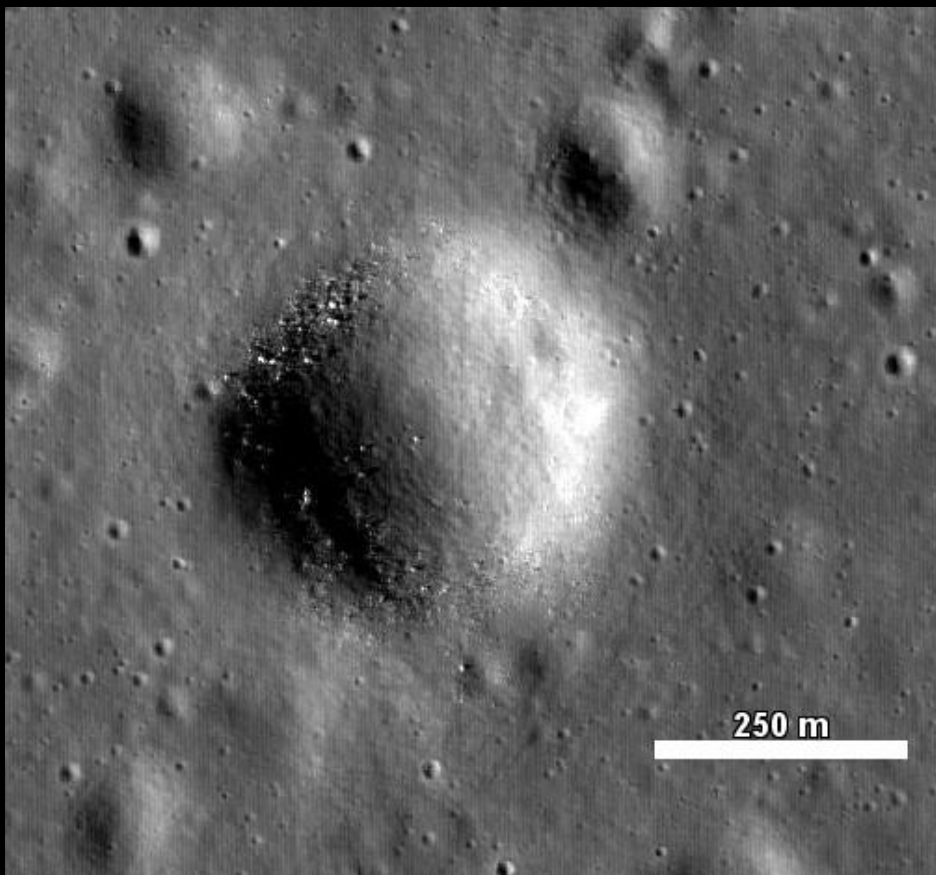




Landing Site

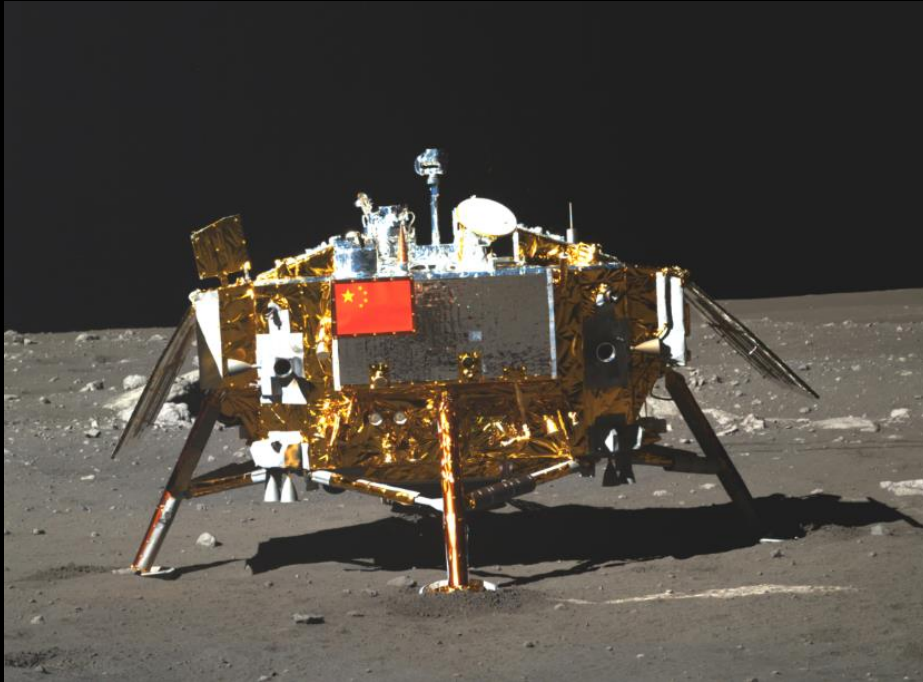


Landing site



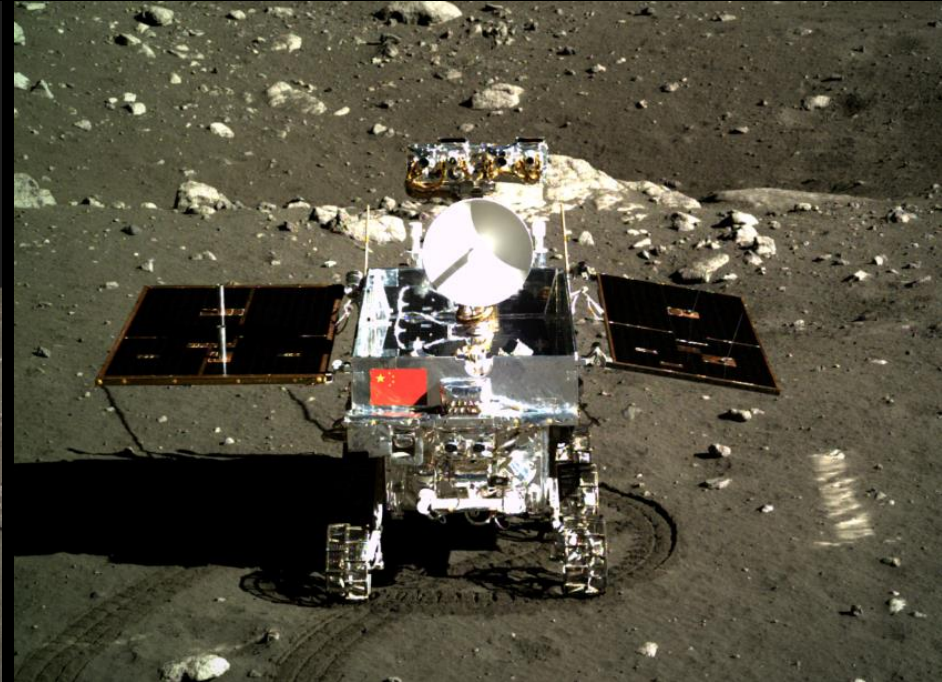


着陆器 & 巡视器



Lander

Payloads: Topography Camera
Descending Camera
Extreme UV Imager
Lunar-Based Ultraviolet Telescope

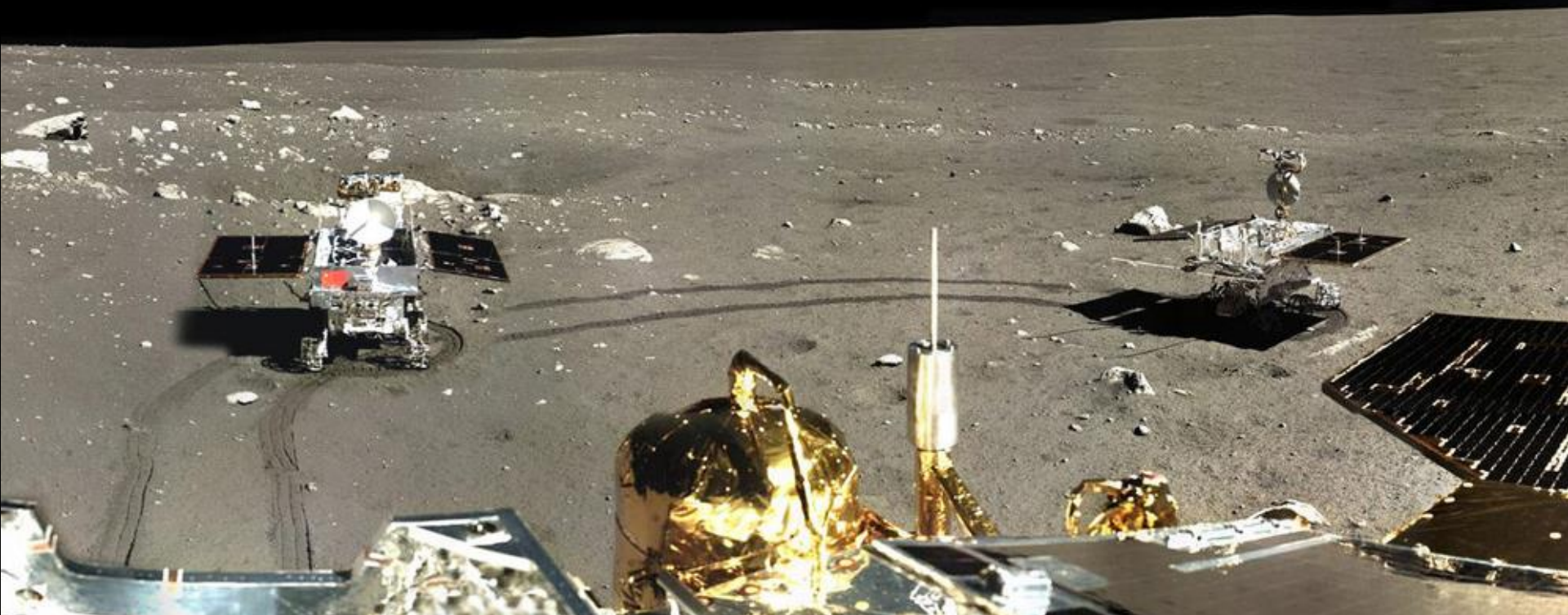


Yutu Rover

Payloads: Panoramic Cameras
Lunar Penetrating Radar
Active Particle X-ray Spectrometer
Visible/Near-Infrared Spectrometer



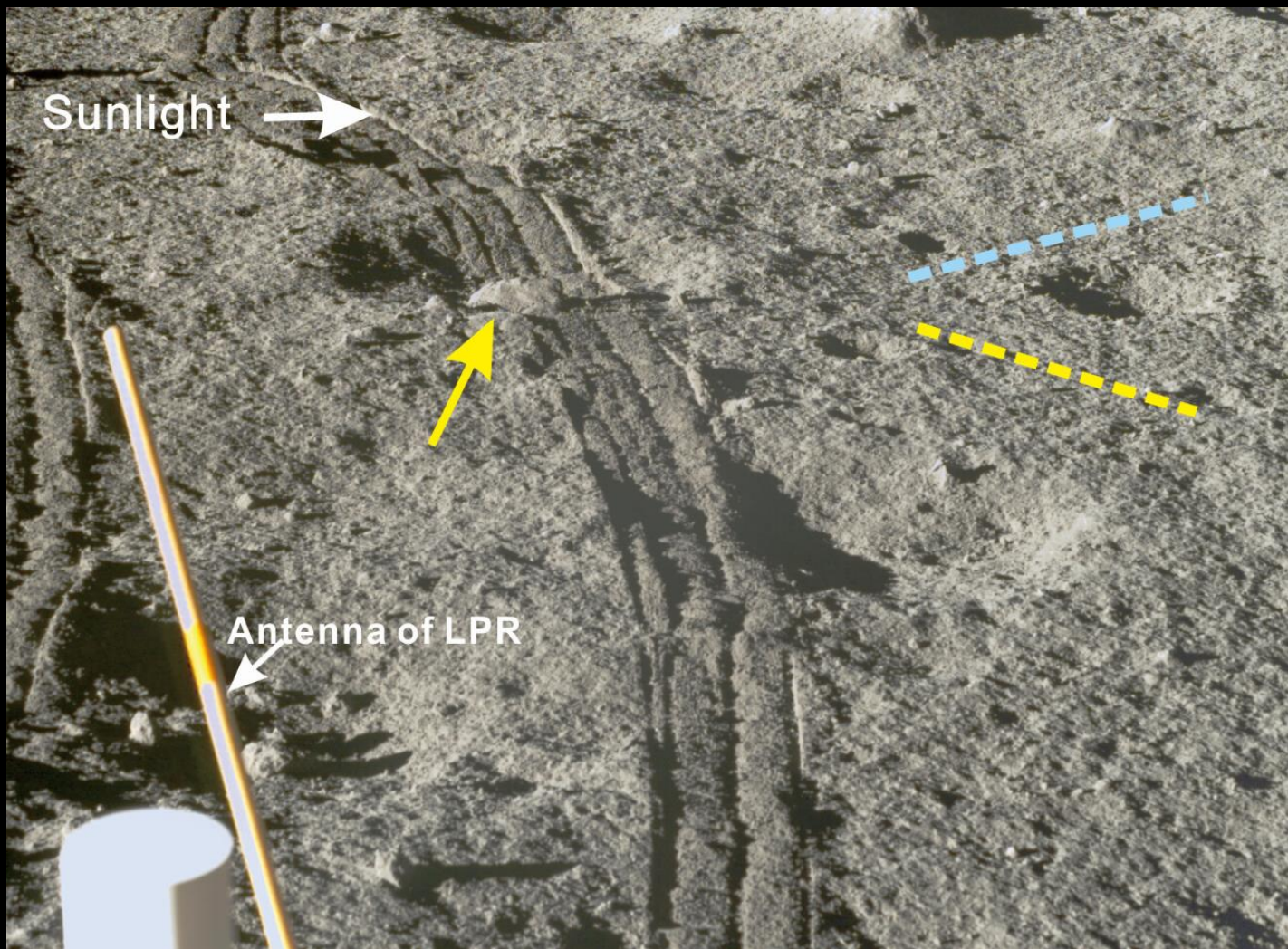
着陆点附近



行走在月面的“玉兔”



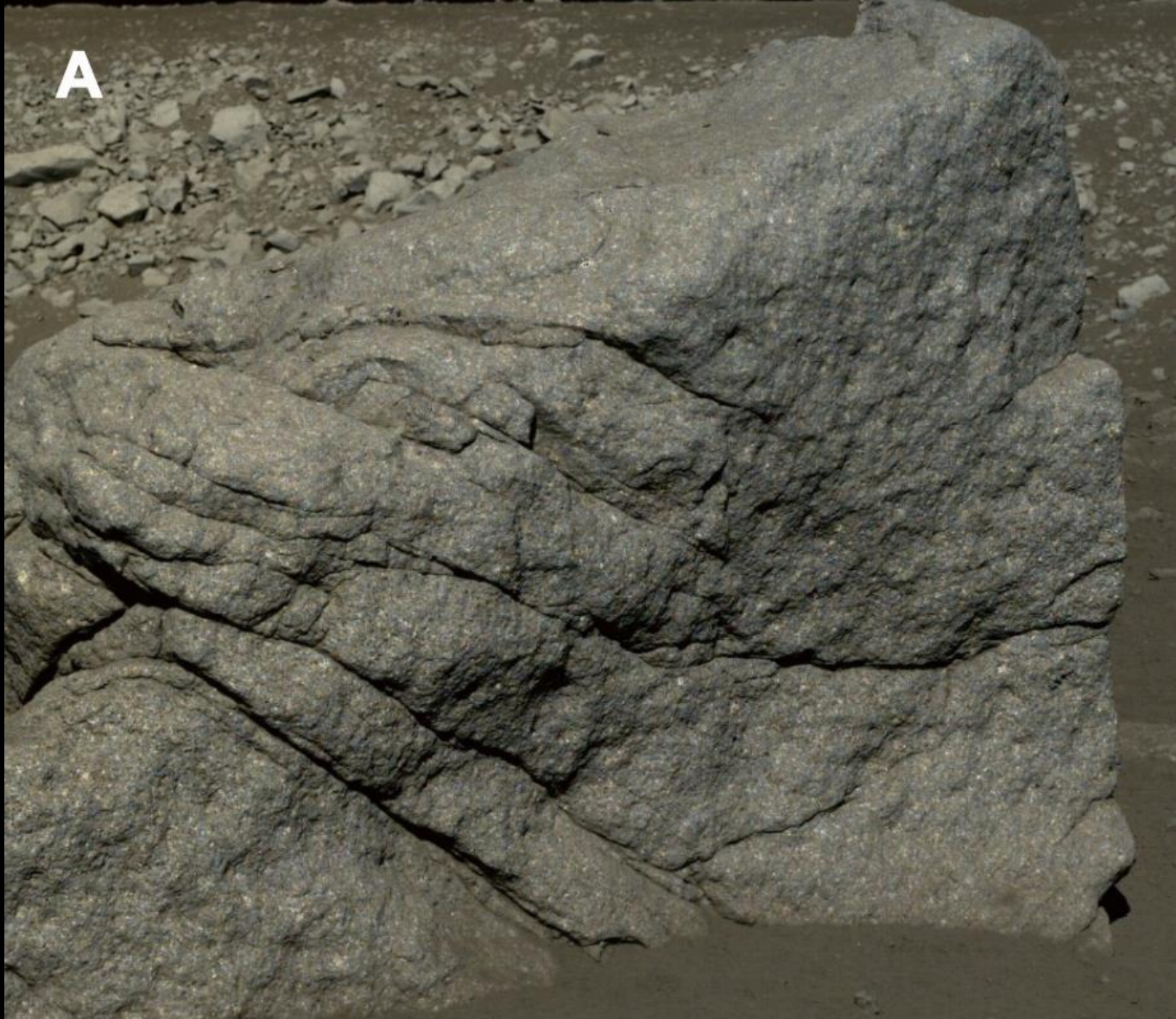
月兔的“脚印”



Yutu's track and the rough surface at the landing site. The wheel of the rover is ~150 mm wide. Dashed lines denote two groups of intersected rays. The yellow arrow points to a competent rock fragment (~10 cm long and 7 cm high).



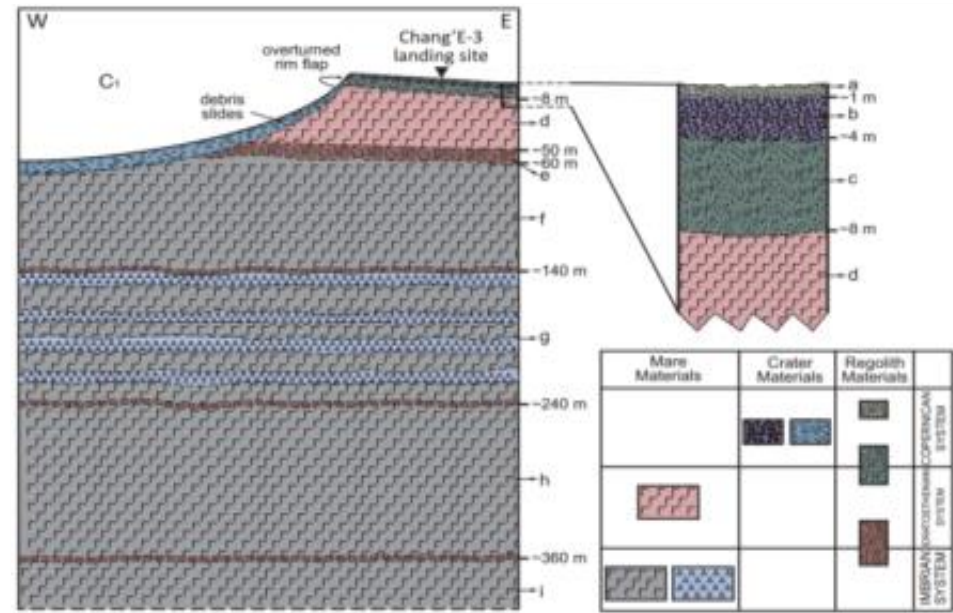
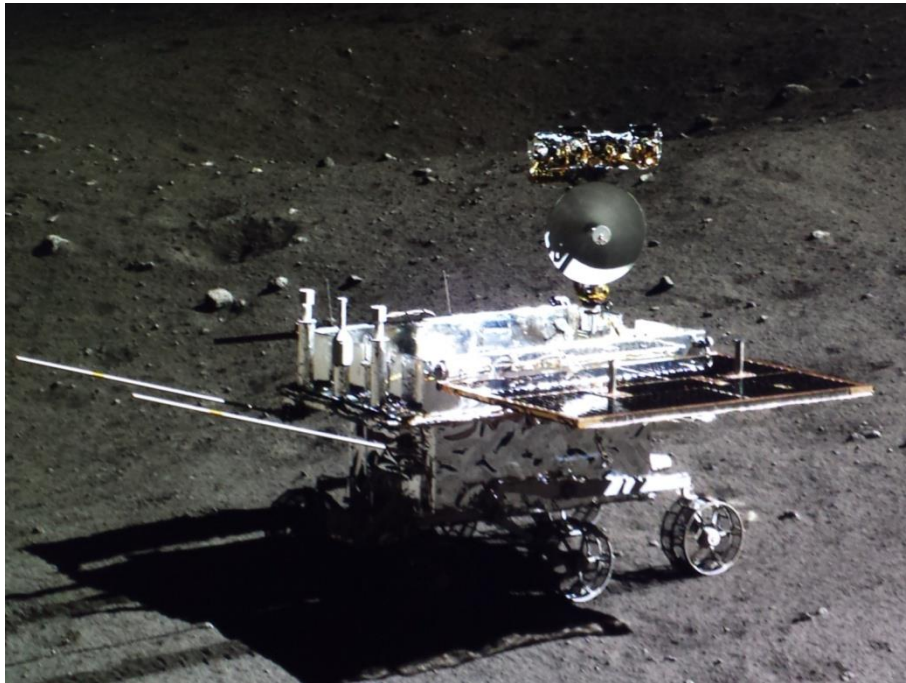
Morphology of the Loong Rock



Portion of the Loong Rock. The Loong rock is about 4 m wide and ~1.5 m high.

对着陆点附近地质及次表层结构的探测

Lunar Penetrating Radar(LPR)



LPR returned significant data and discovered the subsurface structure of the landing site.

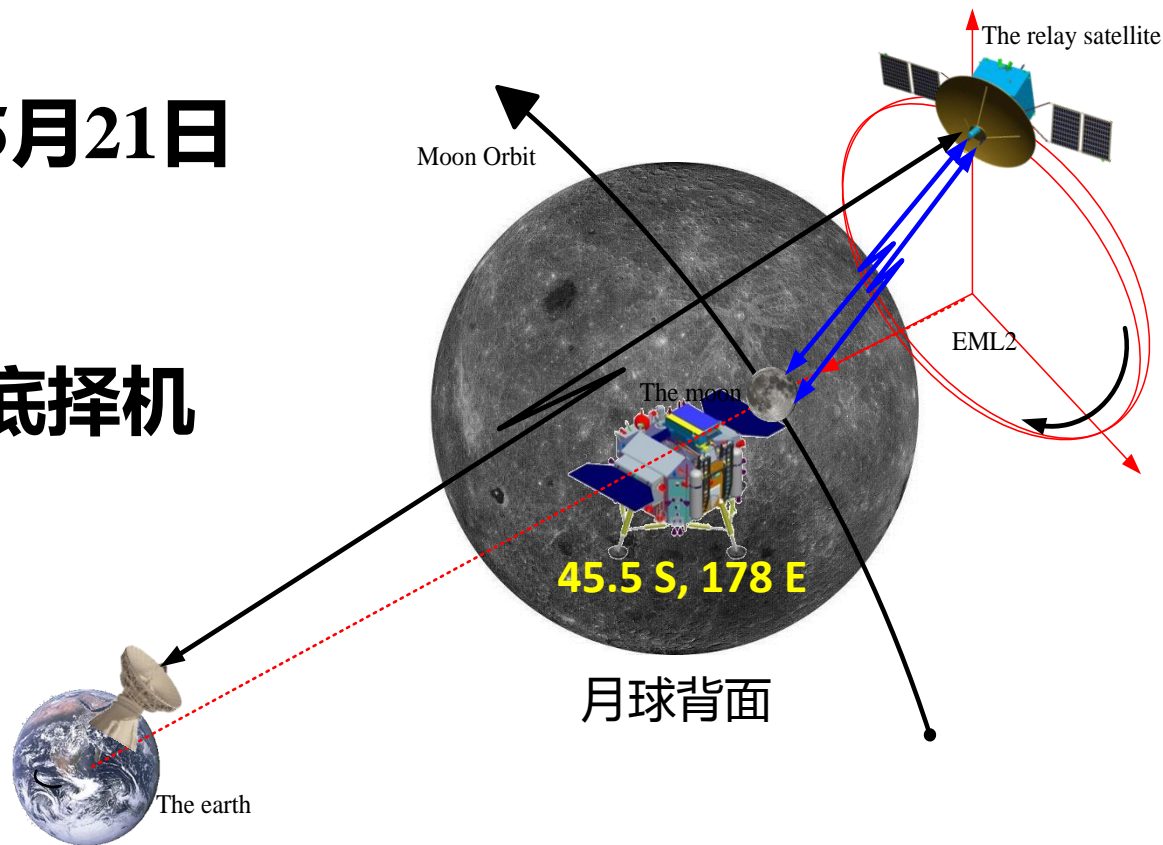
Xiao et al., 2015, SCIENCE



嫦娥四号：月球背面软着陆

➤ **中继星**：2018年5月21日
成功发射

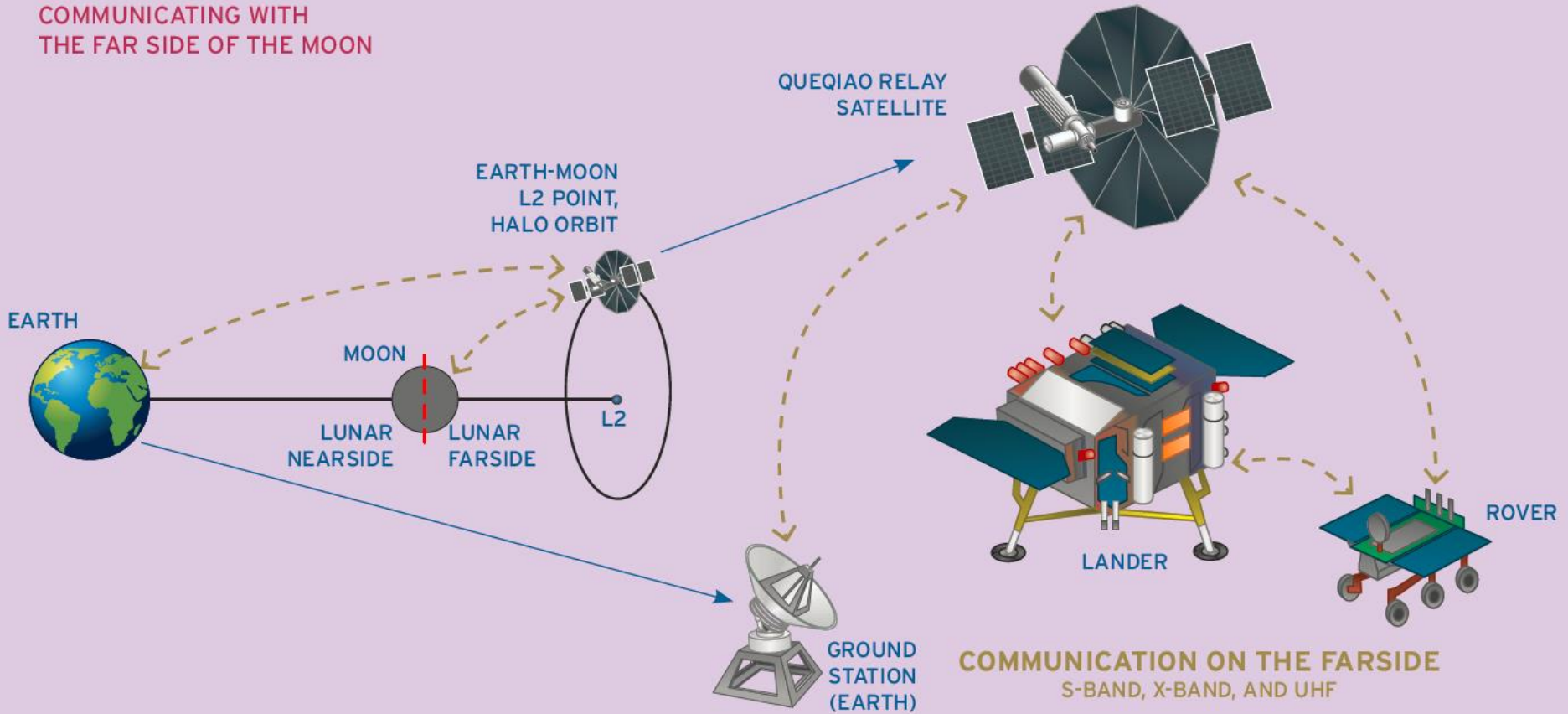
➤ **探测器**：2018年底择机
发射



人类首次对月球背面开展探测!

Chang'e-4

COMMUNICATING WITH
THE FAR SIDE OF THE MOON

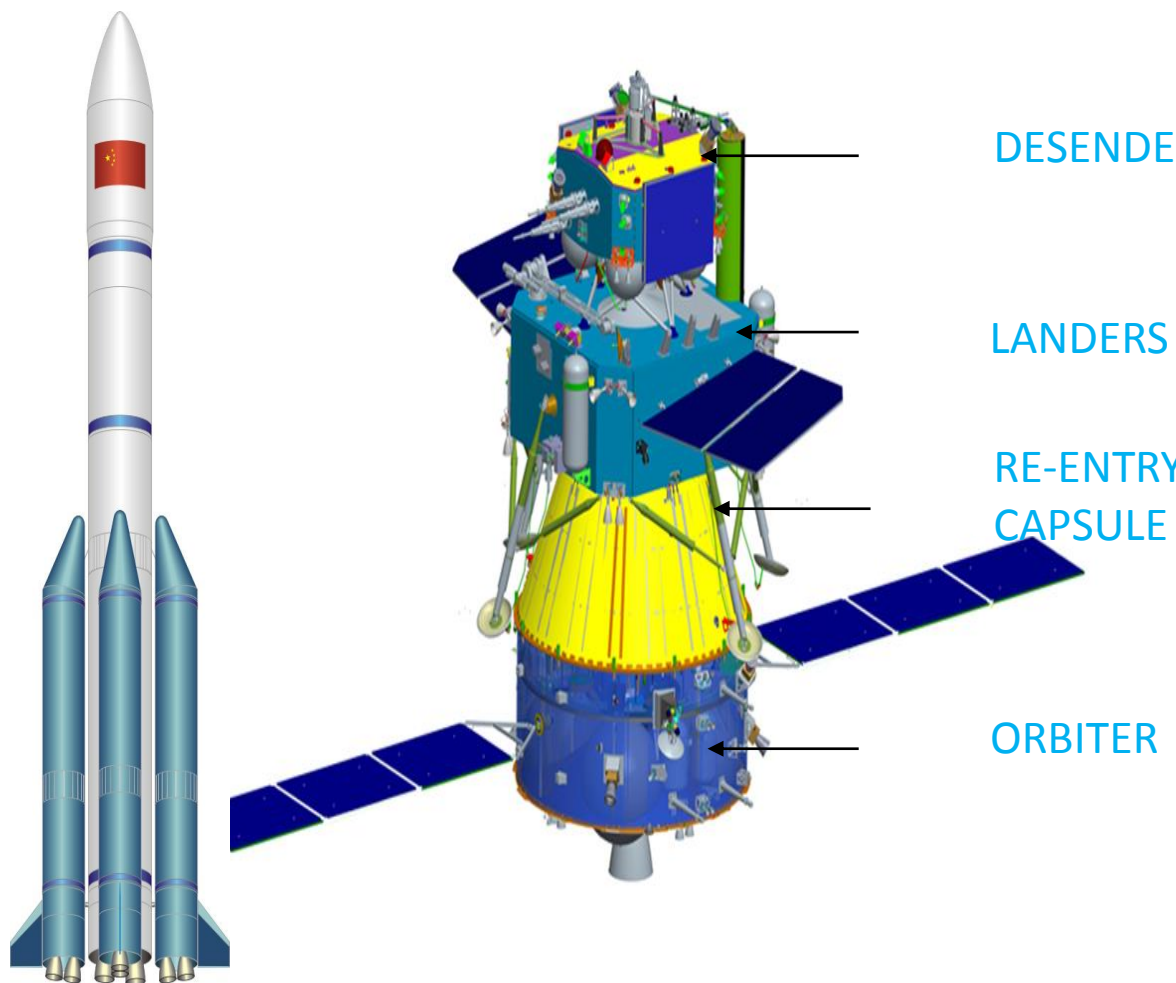


嫦娥五号

任务：采样返回

发射时间：2019年下
半年

发射场：海南文昌

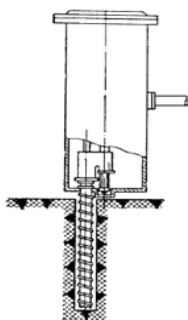
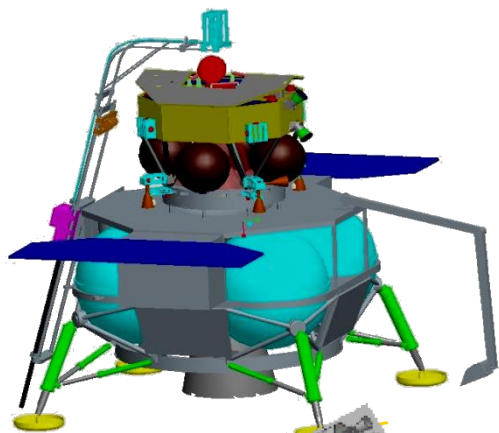


CZ-5 Rocket and CE-5 Spacecraft

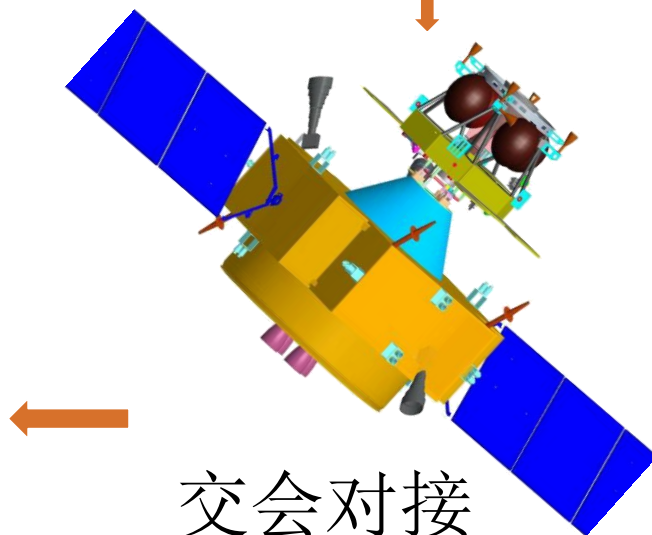
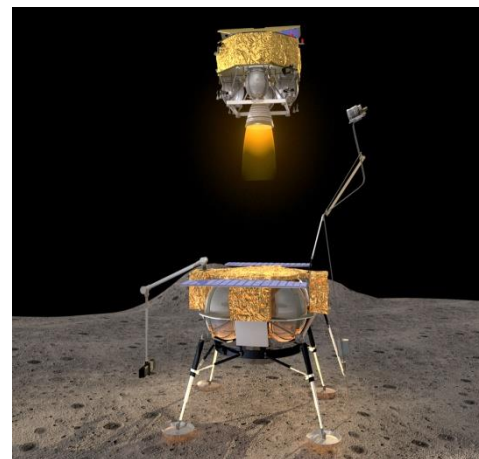


嫦娥五号

表面采样

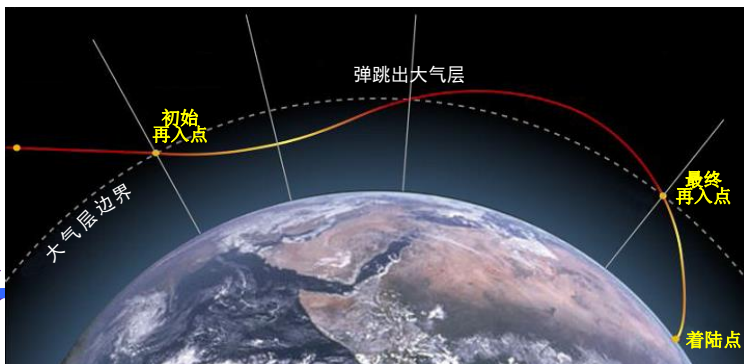


月面起飞

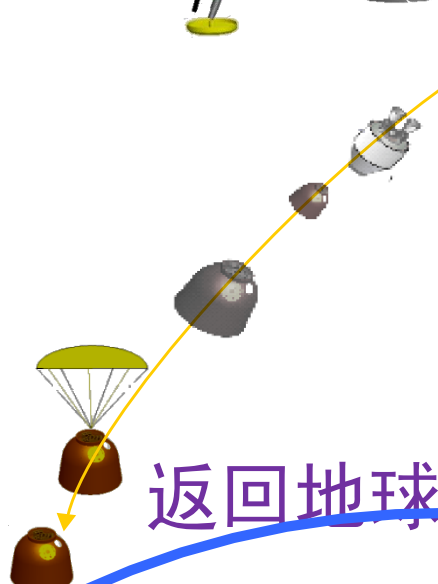


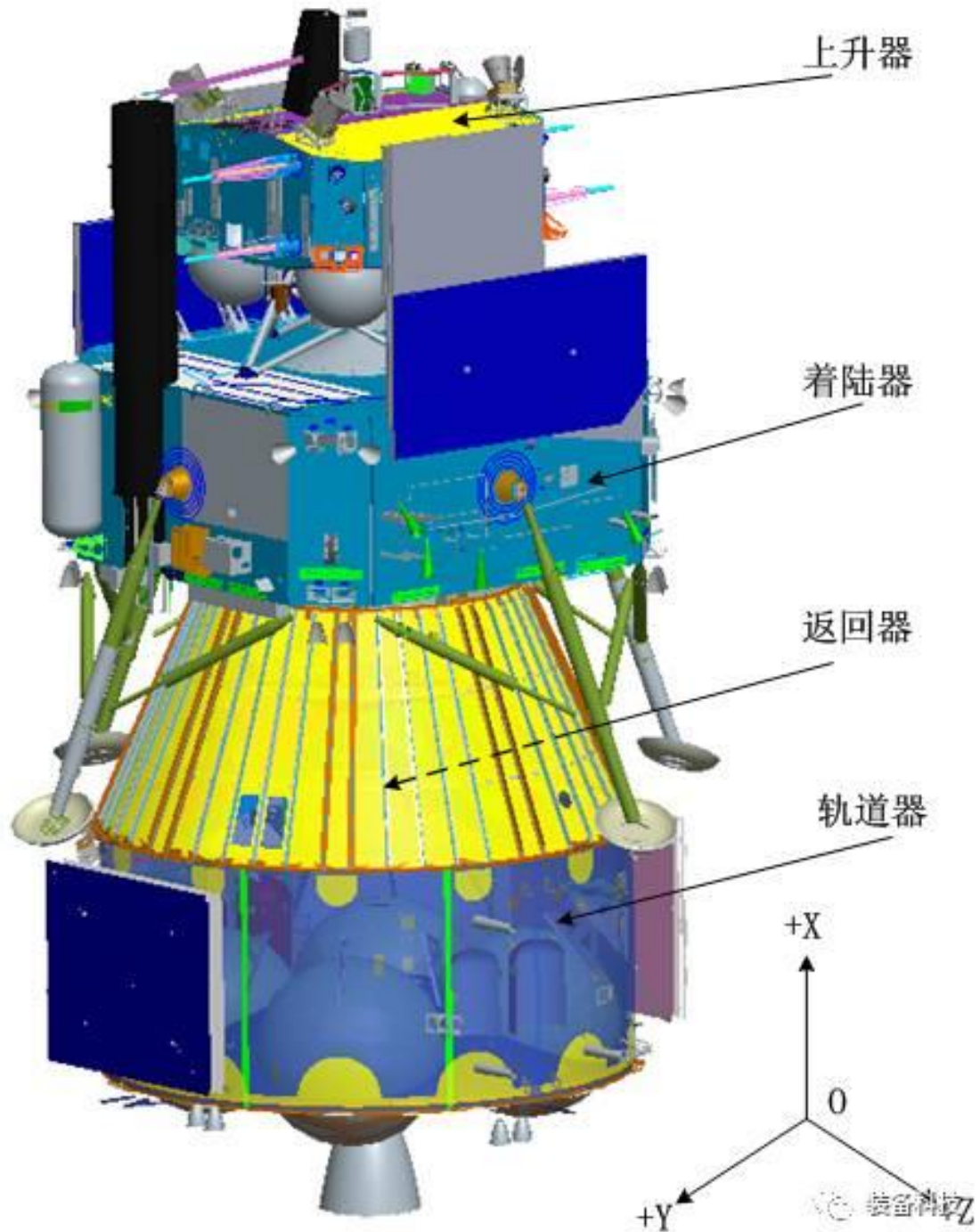
交会对接

再入大气层



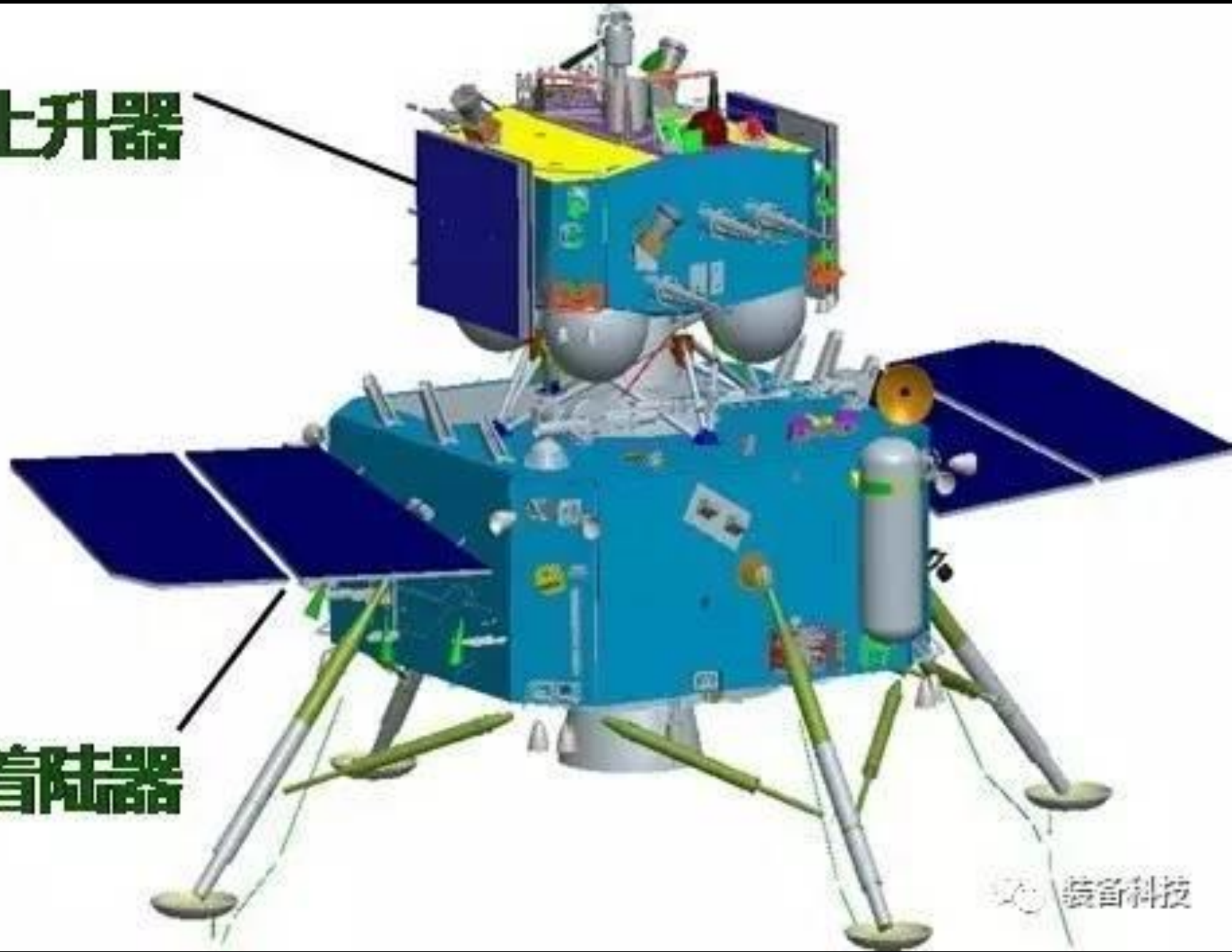
返回地球





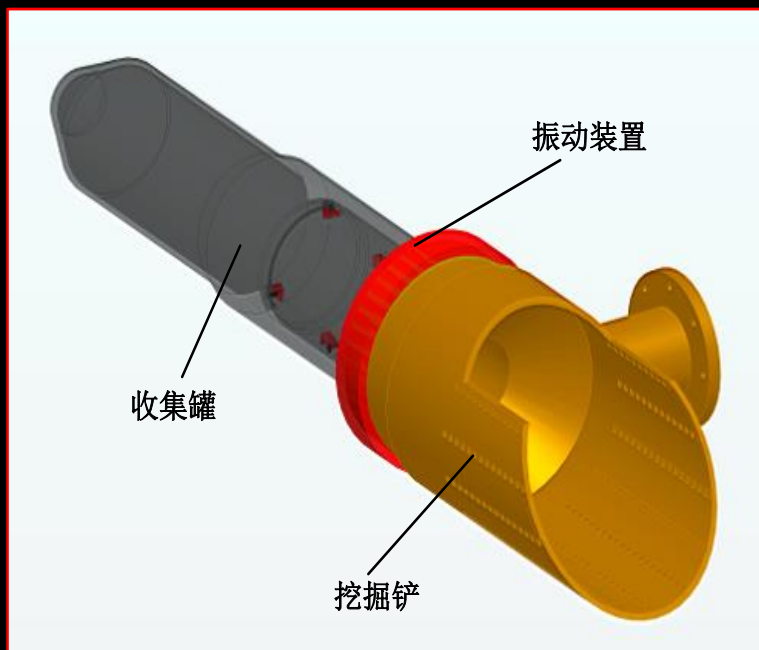
上升器

着陆器

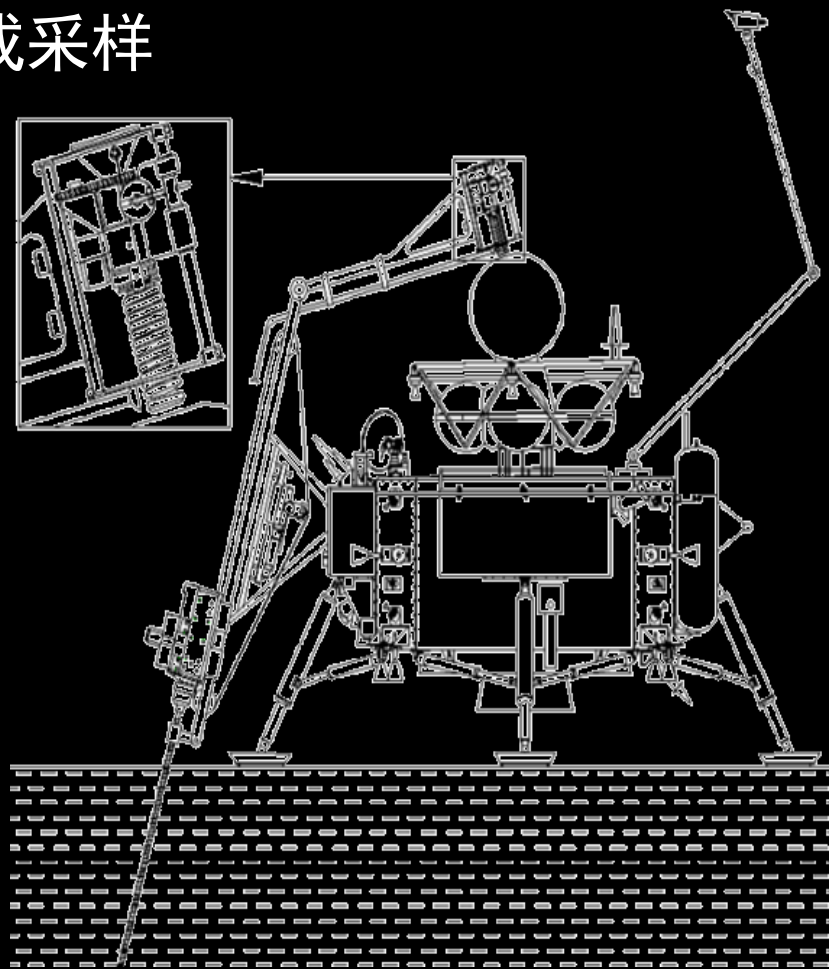


着陆器采样方式：

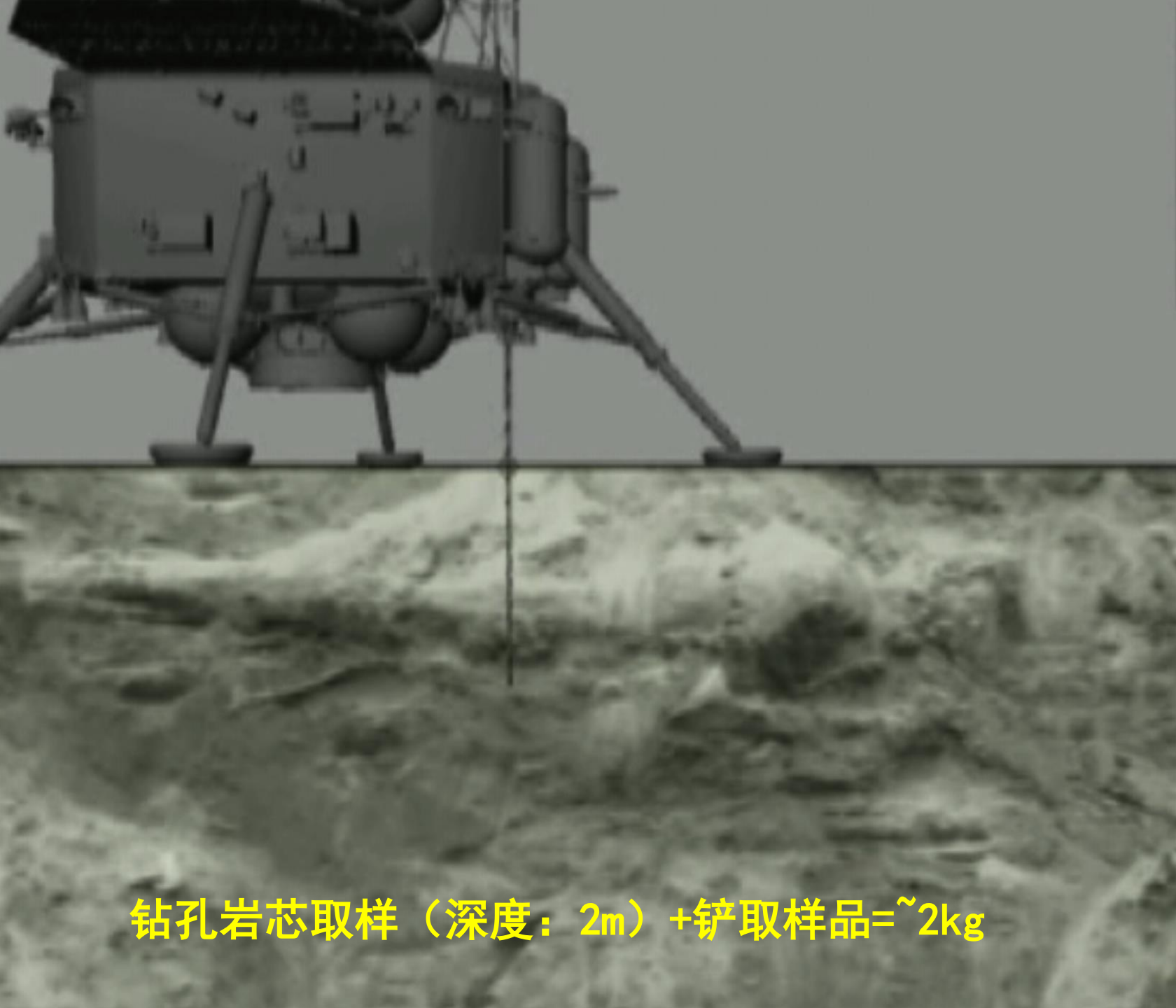
1. 深孔钻取式采样器
2. 铲挖式复合功能采样器联合完成采样



机械手表层采样

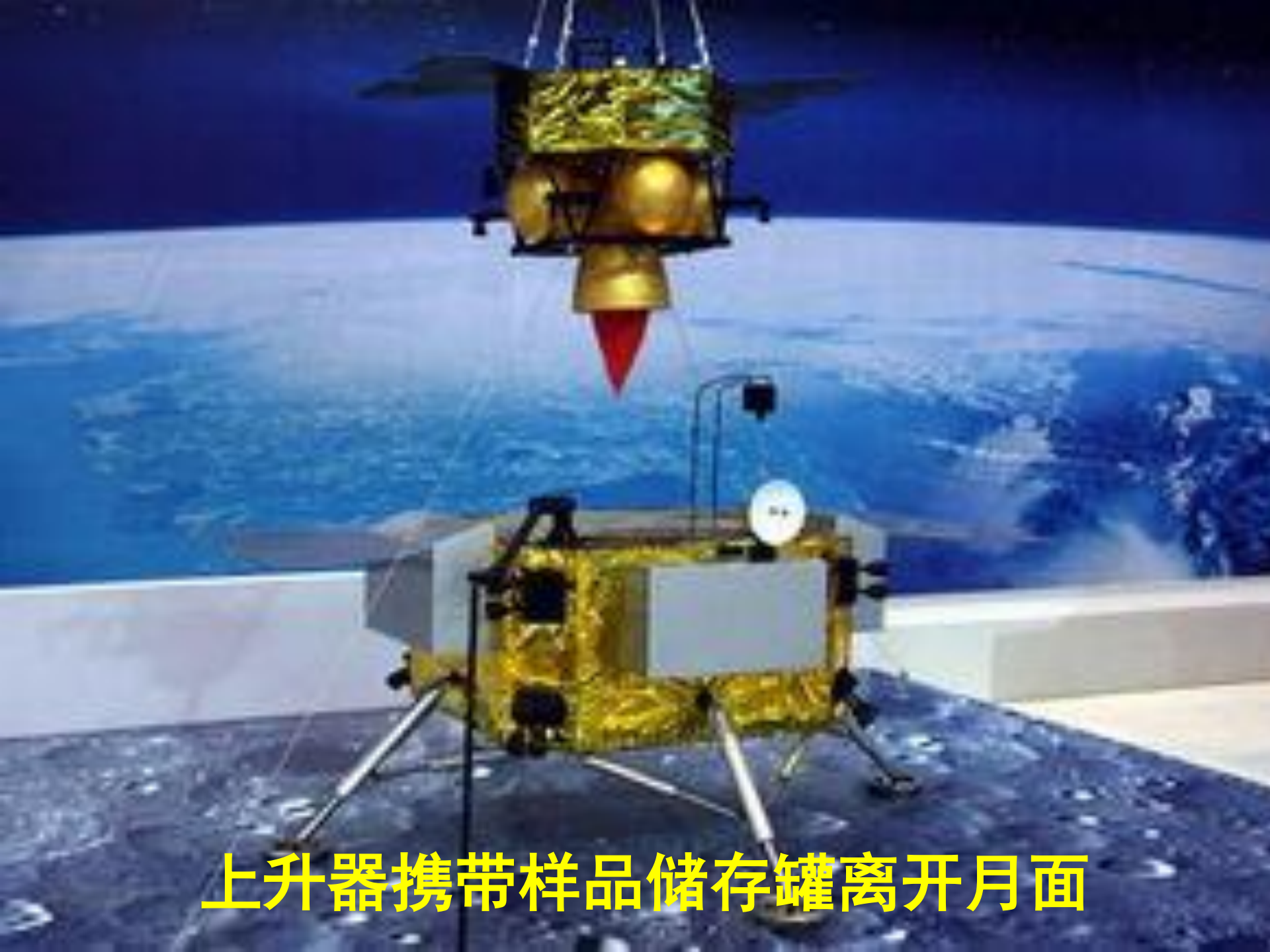


双管钻进缠绕封装



月表钻孔取样

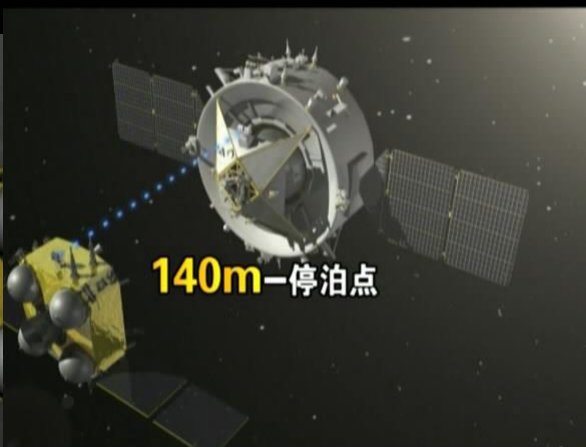
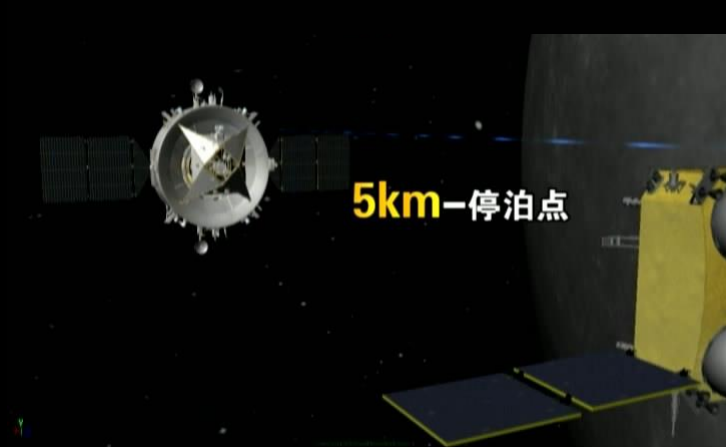
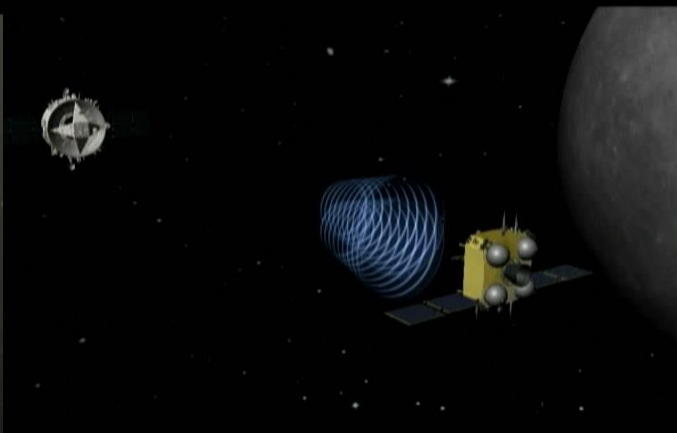
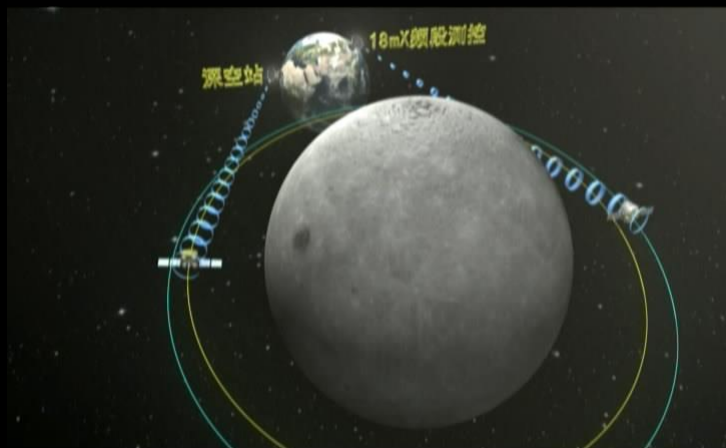
钻孔岩芯取样（深度：2m）+铲取样品= \sim 2kg

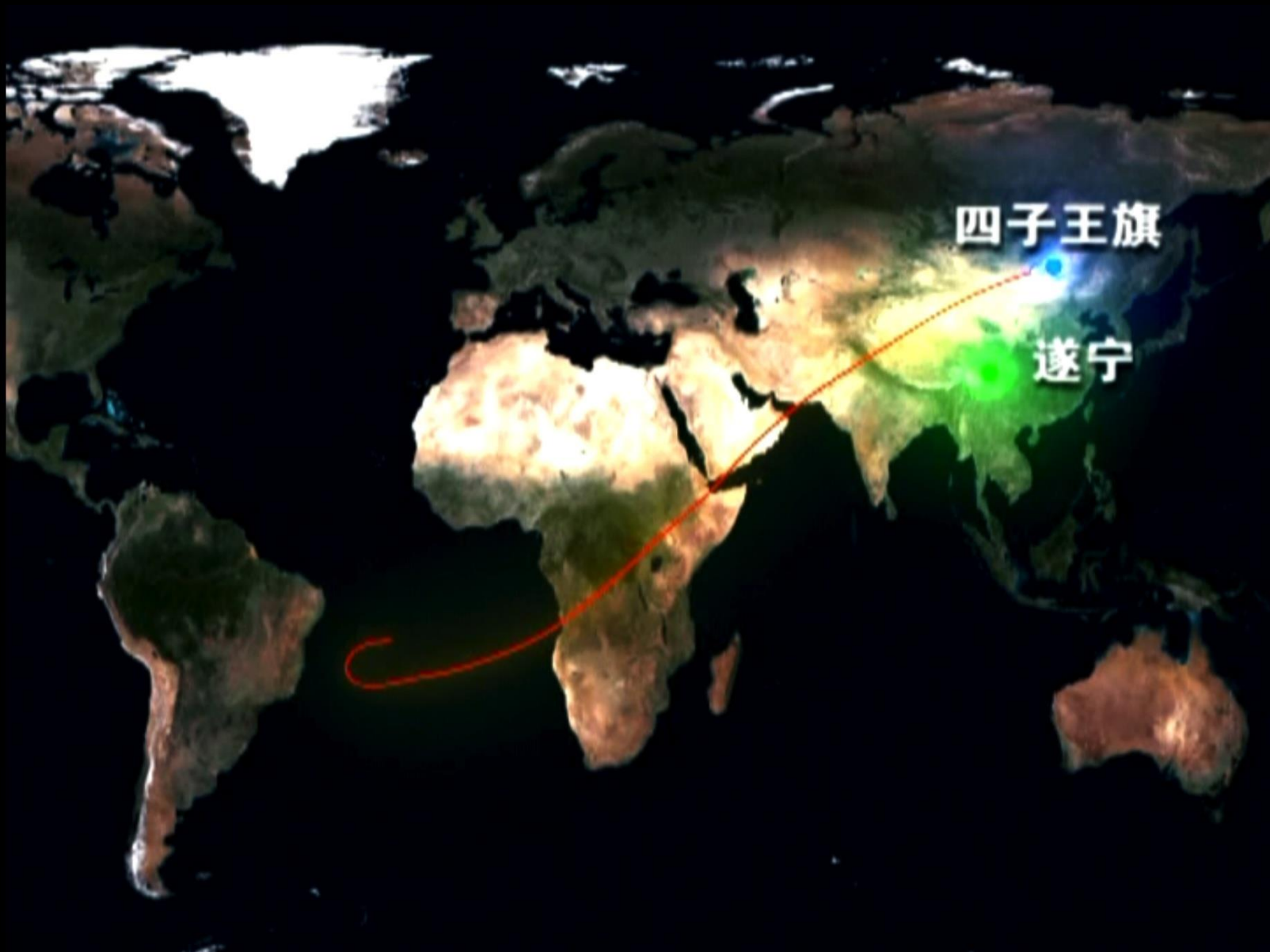


上升器携带样品储存罐离开月面



月球轨道交会对接难





四子王旗

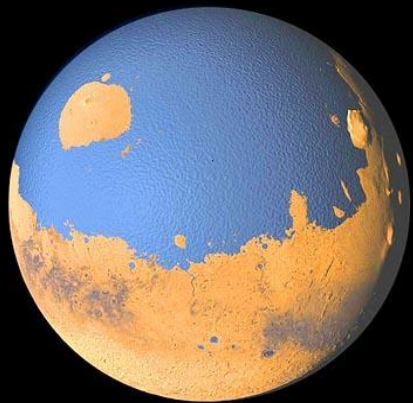
遂宁





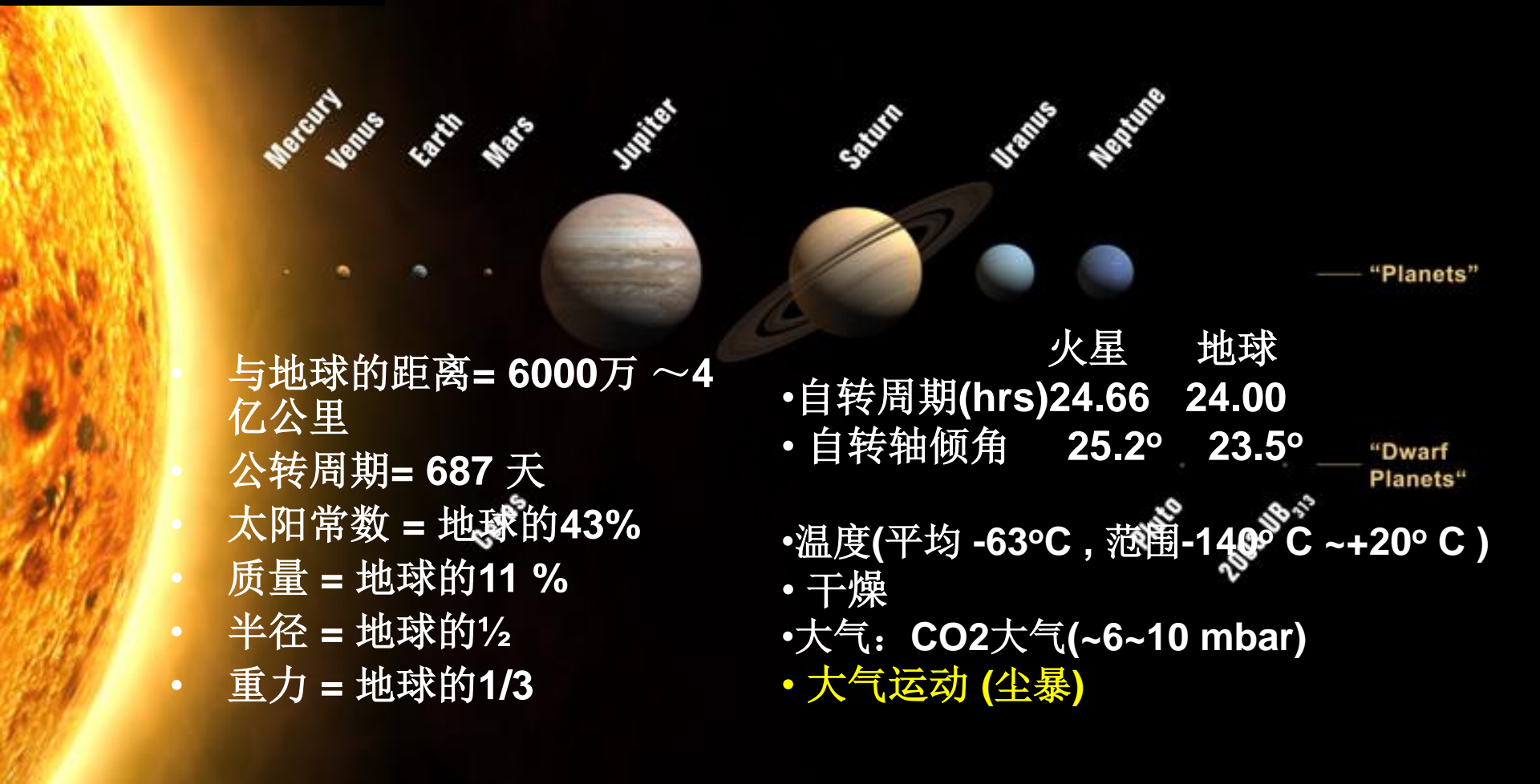
科学目标：

1. **着陆区的现场地质调查和分析。**开展着陆点区域形貌探测和地质背景勘察，获取与月球样品相关的现场分析数据，建立现场探测数据与实验室分析数据之间的联系。
2. **月球样品的分析与研究。**对月球样品进行系统、长期的实验室研究，分析月壤的结构、物理特性、物质组成，深化月球成因和演化历史的研究。



中国的火星的探测

- 1、轨道器+火星车
- 2、火星采样返回



- 与地球的距离= 6000万 ~ 4亿公里
- 公转周期= 687 天
- 太阳常数 = 地球的43%
- 质量 = 地球的11 %
- 半径 = 地球的1/2
- 重力 = 地球的1/3

- 自转周期(hrs) 24.66 24.00
- 自转轴倾角 25.2° 23.5°
- 温度(平均 -63°C , 范围-140° C ~+20° C)
- 干燥
- 大气: CO2大气(~6~10 mbar)
- 大气运动 (尘暴)





中国首次火星探测的科学目标

火星轨道器+火星车——着眼于火星全球、全局的探测与局部的精细探测相结合。

- 1、火星全球和着陆区地形地貌、物质成分探测
- 2、火星全球和着陆区土壤厚度、成分及其分布
- 3、火星全球与着陆区次表层地下水体的分布
- 4、火星磁层、电离层、大气层及其气候特征
- 5、火星物理场（磁场、重力场以及内部结构）探测

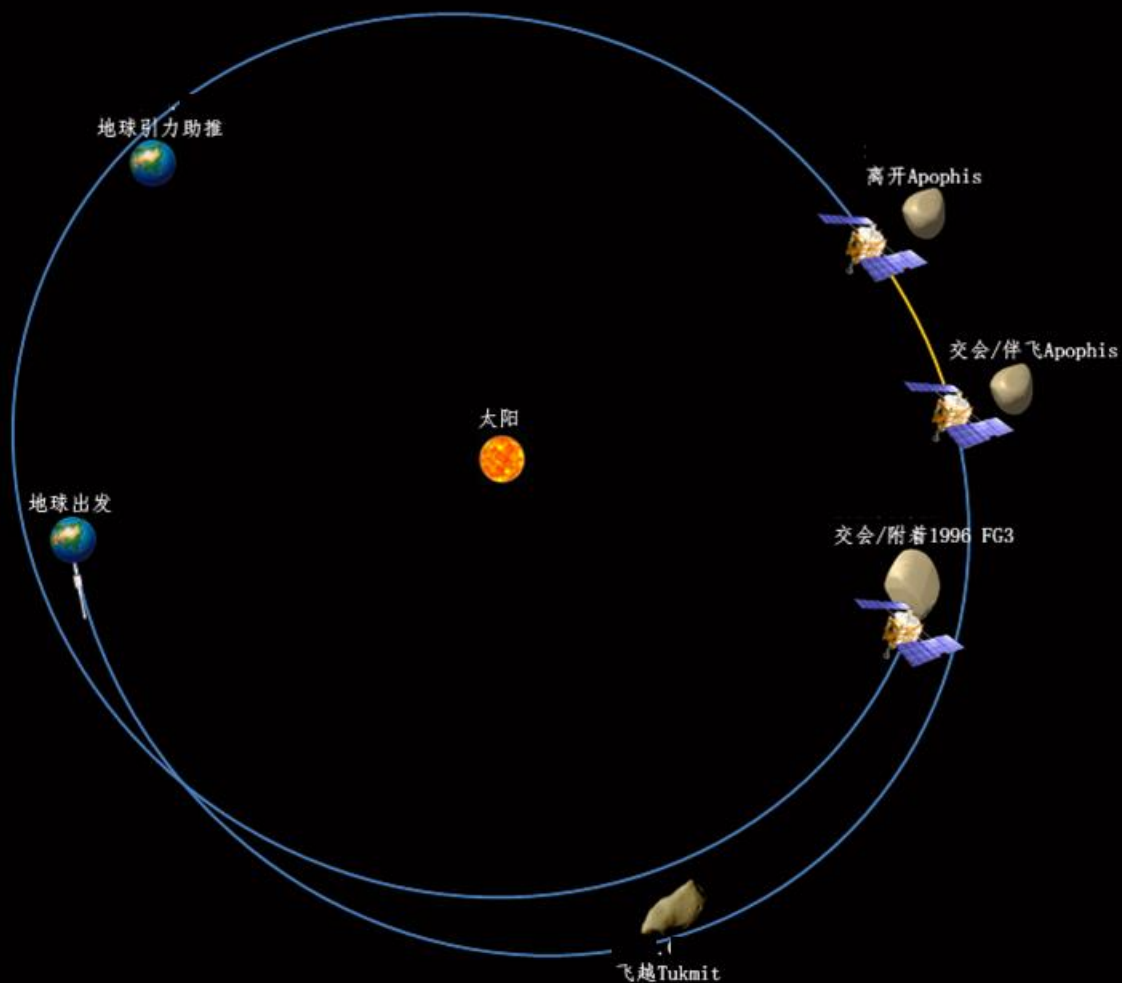
(2) 火星取样返回 (2025-2030)

火星取样器
模型





3. 我国首次小行星探测任务概况



多目标近地小行星探测首次小行星深空探测任务将对近地小行星2016H03进行探测，附着采样。

NEO: 2016H03



固体地球科学在 深空探测中的作用

- **地理学**：行星地貌及演化过程
- **岩矿+地化**：天体化学，陨石、返回样品、光谱遥感
- **地质学**：行星内、外动力地质及过程
- **古生物学+生物学**：天体生物学
- **地球物理**：行星物理

所有研究地球地质的方法，都适用于行星地质学：
将今论古，对地球过去和现在地质过程的认识，是行星地质学研究的知识基础。



Planetary Science Institute at CUG

<http://psi.cug.edu.cn>



中国地质大学(武汉)行星科学研究所
Planetary Science Institute, China University of Geosciences(Wuhan)



Choose your language: [中](#) [En](#)

Enter search content

Home

About PSI

Events

Laboratories

People

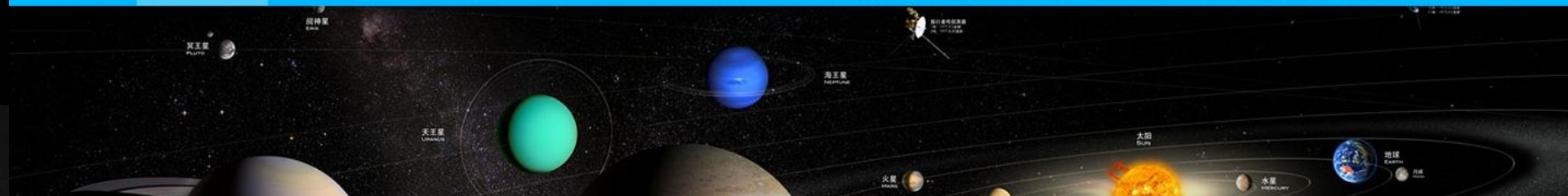
Activity

Postgradu...

Download

Research

Popular Sci...



中国地质大学



行星科学研究所

Planetary Science Institute



行星科学研究所

2015.04.24 14:22



Planetary Science Institute



中国地质大学(武汉)行星科学研究所
Planetary Science Institute, China University of Geosciences(Wuhan)



Choose your language: [中](#) [En](#)

Enter search content

[Home](#)

[About PSI](#)

[Events](#)

[Laboratories](#)

[People](#)

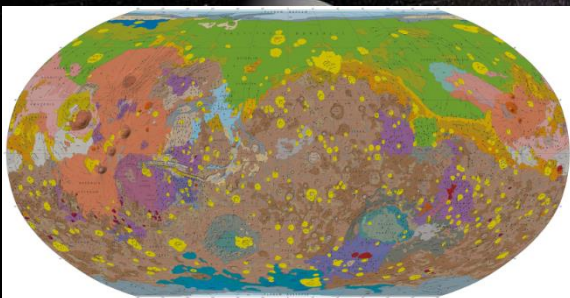
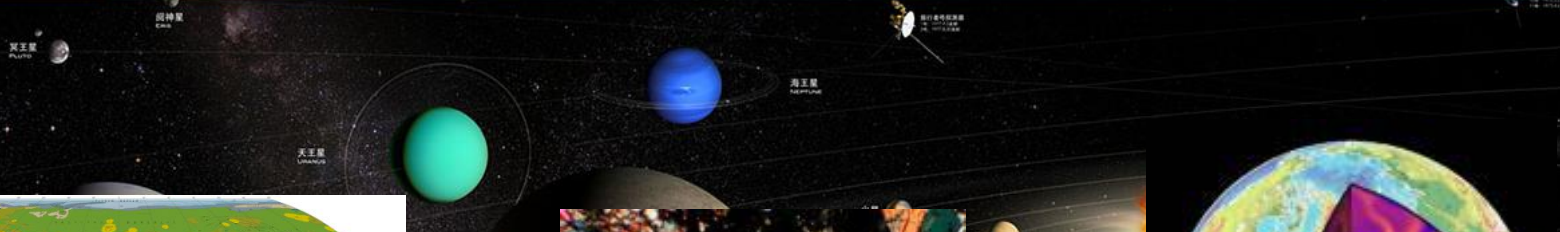
[Activity](#)

[Postgradu...](#)

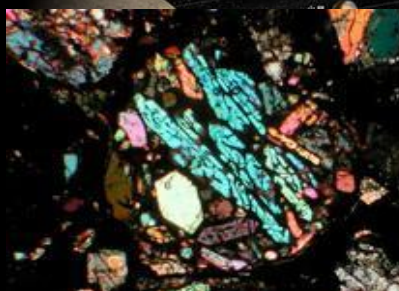
[Download](#)

[Research](#)

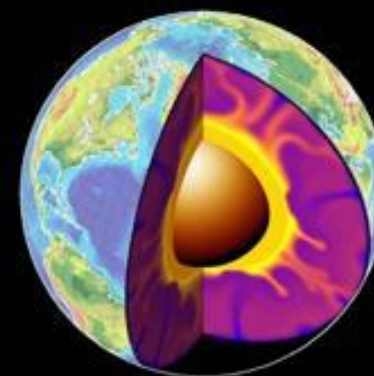
[Popular Sci...](#)



Planetary Geology



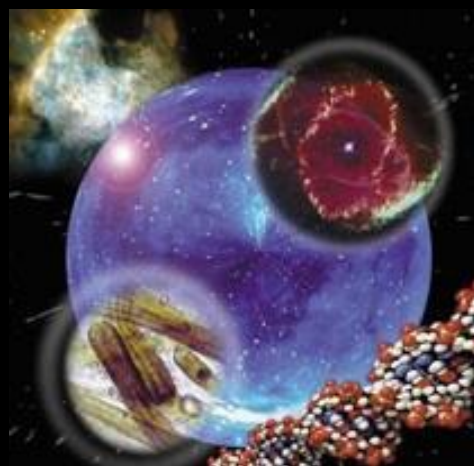
Planetary Geochemistry



Planetary Geophysics



Planetary Remote-sensing



Astrobiology



欧阳自远

欧阳自远，江西上饶人，著名的天体化学与地球化学家，中国月球探测工程首席科学家，被誉为“嫦娥之父”，中国科学院院士、第三世界科学院院士，国际宇航科学院院士。1956年毕业于北京地质学院，1960年中国科学院地质研究所矿床学研究生毕业。现任中国科学院地球化学研究所研究员，国家天文台高级顾问，系统开展各类地外物质、月球科学、比较行星学和天体化学研究，是我国天体化学领域的开创者，获全国科学大会奖、国家自然科学基金和中国科学院自然科学奖等多个奖项。

21世纪是人类征服太阳系和地球的可持续发展服务的新时代。跳出地球看地球，比较地球与太阳系各类天体的共性与特性，在更大的时空尺度里整体性认识地球，将会更深刻地揭示地球的形成与演化规律。

欧阳自远
2000.6.6.

21世纪是行星科学 腾飞的世纪！

21世纪是人类征服太阳系和地球的可持续发展服务的新时代。跳出地球看地球，比较地球与太阳系各类天体的共性与特性，在更大的时空尺度里整体性认识地球，将会更深刻地揭示地球的形成与演化规律。

欧阳自远
2000.6.6.



欢迎大家选择行星科学方向！

肖龙

longxiao@cug.edu.cn
QQ: 540999780

