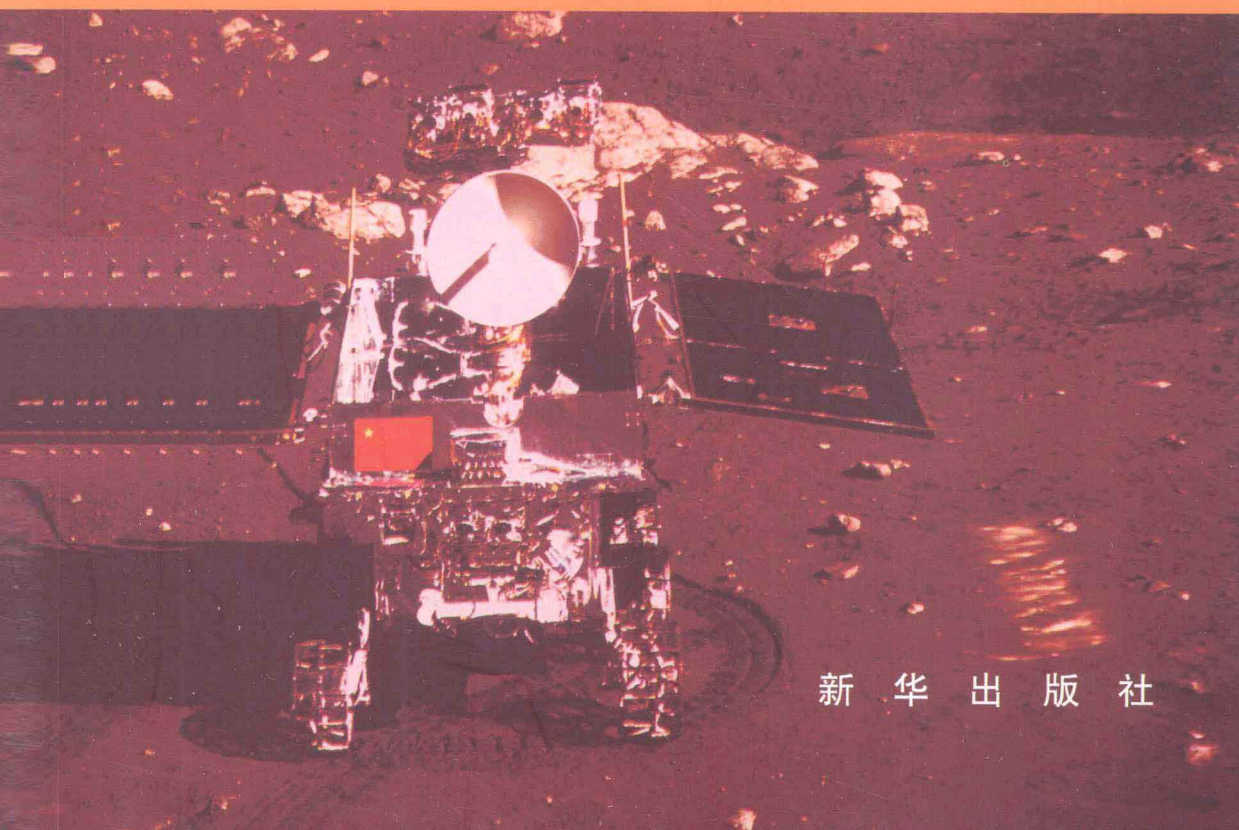


辛华
编

中国探月 「三级跳」

从嫦娥一号到三号

ZHONGGUO TANYUE
SANJITIAO

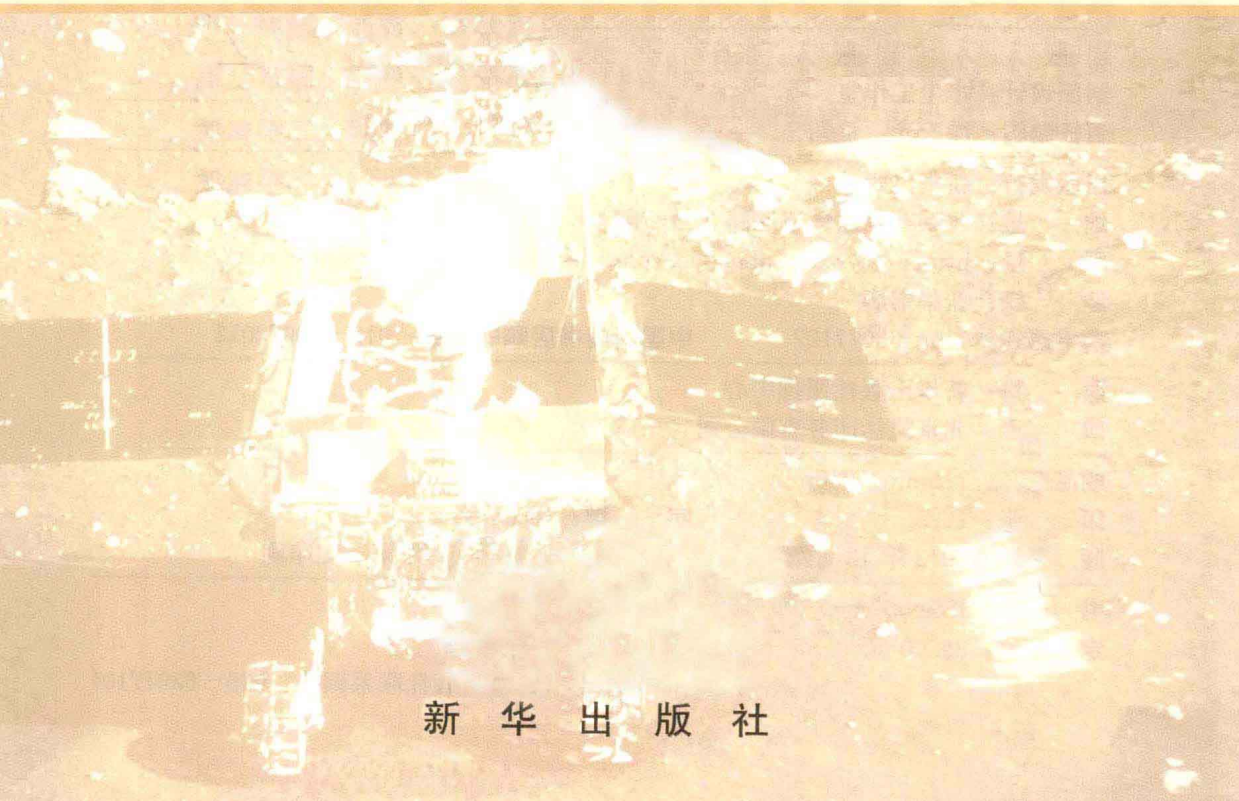


新华出版社

中国探月 「三级跳」

——从嫦娥一号到三号

辛华 编



新 华 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国探月“三级跳”：从嫦娥一号到三号/辛华编

北京：新华出版社，2013.12

ISBN 978-7-5166-0825-8

I. ①中… II. ①辛… III. ①月球探索—概况—中国 IV. ①V1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 312788 号

中国探月“三级跳”：从嫦娥一号到三号

编 者：辛 华

出 版 人：张百新

选题策划：要力石

封面设计：李尘工作室

责任印制：廖成华

责任编辑：徐 光 董朝合 朱思明 张永杰

出版发行：新华出版社

地 址：北京石景山区京原路 8 号 邮 编：100040

网 址：<http://www.xinhupub.com> <http://press.xinhuanet.com>

经 销：新华书店

购书热线：010-63077122

中国新闻书店购书热线：010-63072012

照 排：新华出版社照排中心

印 刷：北京凯达印务有限公司

成品尺寸：170mm×240mm

印 张：12.5

字 数：160 千字

版 次：2013 年 12 月第一版

印 次：2013 年 12 月第一次印刷

书 号：ISBN 978-7-5166-0825-8

定 价：39.00 元

图书如有印装问题，请与出版社联系调换：010-63077101

目 录

中共中央 国务院 中央军委

对探月工程嫦娥三号任务圆满成功贺电..... (1)

中国探月工程二期取得圆满成功

习近平表示热烈祝贺和诚挚慰问..... (3)

第一章 航天新征程..... (5)

◆中国探月工程大观..... (5)

◎探月“绕”“落”“回”三步走计划..... (5)

◎从嫦娥一号到嫦娥三号：中国探月工程的“三级跳”..... (8)

◎嫦娥“三姐妹”的不同使命..... (11)

◆嫦娥三号：虹湾成功软着陆..... (13)

◎嫦娥落月面临的五大考验..... (13)

◎解开嫦娥成功落月的密码..... (20)

◎解密中国首个月球车“玉兔”号..... (25)

◆嫦娥三号：千呼万唤始出来..... (27)

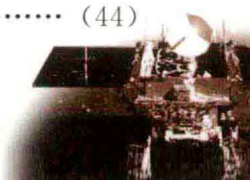
◎嫦娥三号落月看点前瞻..... (28)

◎嫦娥三号发射过程全回顾..... (31)

◎嫦娥三号奔月要超越的三个环节..... (38)

◆嫦娥三号：欲上青天揽明月..... (44)

◎嫦娥三号任务的七大看点..... (44)

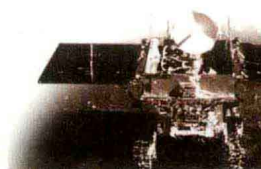




中国探月“三级跳”

◎嫦娥三号任务的八大创新	(47)
◎中国最像月球的地方——揭秘月球车沙漠试验场	(52)
◆嫦娥三号：会挽雕弓如满月	(56)
◎解密嫦娥三号探测器：告诉你一个真实的“三姑娘”	(56)
◎嫦娥三号的“千里眼”“顺风耳”是如何研制出来的	(60)
◎长征三号乙增强型火箭：“大力士”瘦身强体武艺高	(63)
 第二章 回望探月路	(67)
◆嫦娥二号：中国探月续梦广寒宫	(67)
◎嫦娥二号的探月之旅	(67)
◎嫦娥二号看点大揭秘	(77)
◎嫦娥二号取得丰硕成果	(85)
◆嫦娥一号：中国航天深空探测的新起点	(92)
◎嫦娥一号的出世与归宿	(92)
◎嫦娥一号是如何运行的	(103)
◎嫦娥一号探测成果颇丰	(116)
 第三章 致敬航天人	(130)
◆嫦娥三号：此时无声胜有声	(130)
◎十年探月路，开启中国航天新征程	(130)
◎栾恩杰、孙家栋、欧阳自远 ——嫦娥“铁三角”的守望	(133)
◎托举嫦娥飞天的“五朵金花”	(135)
◆嫦娥二号：欲上九天揽华月	(138)
◎九天揽月谱华章	(138)
◎再舒广袖舞深空 神州玉宇傲苍穹	(142)
◎三年磨一剑 续梦广寒宫	(145)
◎致敬挥洒青春和智慧的中国航天人	(152)

◆嫦娥一号：而今迈步从头越·····	(155)
◎从“神舟”到“嫦娥”·····	(155)
◎中国航天深空探测的新起点·····	(157)
◎中国首次绕月探测工程全记录·····	(159)
 第四章 人类探月梦·····	(165)
◆嫦娥梦——人类探月回顾·····	(165)
◆世界各国探月工程透视·····	(174)
◆世界航天大国的“奔月梦”·····	(179)
◆航天大国专家解读“嫦娥探宫”·····	(185)
 附 录·····	(189)
◆中国探月工程五大系统·····	(189)
◆中国探月工程大事记·····	(190)
 鸣 谢·····	(193)



中共中央 国务院 中央军委 对探月工程嫦娥三号任务圆满成功贺电

工业和信息化部、国家国防科技工业局、总装备部、中国科学院、中国航天科技集团公司、中国电子科技集团公司并参加探月工程嫦娥三号任务的全体同志：

在探月工程嫦娥三号任务取得圆满成功之际，中共中央、国务院、中央军委向参加这次任务的全体科技工作者、干部职工、解放军指战员，表示热烈祝贺和亲切慰问！

嫦娥三号任务圆满成功，首次实现了我国航天器在地外天体软着陆和巡视勘察，标志着我国探月工程第二步战略目标的全面实现，在我国航天事业发展中具有里程碑意义。这是在以习近平同志为总书记的党中央坚强领导下，航天战线落实创新驱动发展战略的重大成果，是中国人民在攀登世界科技高峰征程上铸就的新辉煌，是中华民族为人类探索利用太空作出的又一卓越贡献。嫦娥三号任务是我国航天领域迄今最复杂、难度最大的任务之一，工程全线坚持自力更生、勇于探索、大力协同、攻坚克难，体现了坚定的道路自信、理论自信、制度自信。你们创造的丰功伟绩、展示的拼搏精神，将激励全党全军全国各族人民更加信心满怀地投身改革开放和社会主义现代化建设，奋力开拓中国特色社会主义更为广阔的发展前景。祖国和人民将永远铭记！

探索浩瀚宇宙、和平利用太空，是中华民族的千年梦想和不渝追求。以嫦娥三号任务圆满成功为标志，我国探月工程将全面转入无人自动采样返回的新阶段，任务更加艰巨，挑战前所未有。希望工程全体同志紧密团结在以





中国探月“三级跳”

习近平同志为总书记的党中央周围，深入贯彻落实党的十八大和十八届二中、三中全会精神，大力弘扬“两弹一星”精神和载人航天精神，再接再厉，团结拼搏，改革创新，锐意进取，不断谱写中国航天事业发展新篇章，为全面建成小康社会、不断夺取中国特色社会主义新胜利、实现中华民族伟大复兴的中国梦作出新的更大贡献！

中共中央

国务院

中央军委

2013年12月15日

中国探月工程二期取得圆满成功

习近平表示热烈祝贺和诚挚慰问

新华社北京 12 月 15 日电（记者霍小光 吴晶晶 李宣良）中国探月工程嫦娥三号任务 2013 年 12 月 15 日深夜传来捷报。嫦娥三号着陆器、巡视器顺利完成互拍成像，标志我国探月工程二期取得圆满成功。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平专程前往北京航天飞行控制中心观看实况，代表党中央、国务院、中央军委，代表全国各族人民，向全体参研参试人员表示热烈祝贺和诚挚慰问。

中共中央政治局常委、国务院总理李克强一同观看。

15 日 23 时许，习近平来到北京航天飞行控制中心。他首先听取了探月工程二期任务实施进展情况汇报，对任务已经取得的各项成果表示肯定。习近平饶有兴致地观看了嫦娥三号巡视器——“玉兔”号月球车 1:1 模型，向负责讲解的探月工程总设计师吴伟仁详细了解月球车结构设计、月面生存方法、车载相机功能等相关问题。

此刻，远在地球 38 万公里之外，嫦娥三号已成功着陆在月球虹湾区域，“玉兔”号月球车安全驶离着陆器到达月面。着陆器和巡视器开始了就位探测、自动巡视勘察。

23 时 35 分，习近平等来到飞控大厅，通过巨型电子显示屏观看两器拍摄成像情况。刚刚通过巡视器全景相机拍摄的着陆器图像已经显示在屏幕上。

“相机拍照、图像下传。”随着测控指挥员下达指令，着陆器开始通过地形地貌相机对巡视器成像。





中国探月“三级跳”

习近平聚精会神地观看显示屏上的三维演示和各项参数，聆听着扩音器里传出的各项口令。

23时45分，经过地面数据接收和处理，飞控大厅大屏幕上显示出“玉兔”号月球车的清晰图像，一面五星红旗鲜艳夺目。

习近平等同指挥大厅内的测控人员一起鼓掌。

探月工程总指挥马兴瑞宣布，嫦娥三号任务取得圆满成功。全场再次响起长时间的掌声。

中共中央政治局委员、国务院副总理马凯宣读了中共中央、国务院、中央军委的贺电。贺电说，探索浩瀚宇宙、和平利用太空，是中华民族的千年梦想和不渝追求。以嫦娥三号任务圆满成功为标志，我国探月工程将全面转入无人自动采样返回的新阶段，任务更加艰巨，挑战前所未有。希望工程全体同志紧密团结在以习近平同志为总书记的党中央周围，深入贯彻落实党的十八大和十八届二中、三中全会精神，大力弘扬“两弹一星”精神和载人航天精神，再接再厉，团结拼搏，改革创新，锐意进取，不断谱写中国航天事业发展新篇章，为全面建成小康社会、不断夺取中国特色社会主义新胜利、实现中华民族伟大复兴的中国梦作出新的更大贡献。

在喜悦热烈的气氛中，习近平等来到飞控大厅科研人员中间，同大家一一握手，致以问候。

许其亮、范长龙、栗战书、杨晶，中央军委委员张又侠参加上述活动。

嫦娥三号探测器于12月2日从西昌卫星发射中心升空，准确入轨。14日，嫦娥三号探测器在月面成功软着陆，科学探测任务陆续展开。嫦娥三号任务的圆满成功，实现了我国航天器首次在地外天体软着陆和巡视勘察，标志着我国探月工程“绕”“落”“回”第二步战略目标取得全面胜利，在我国航天事业发展中具有重要里程碑意义。

第一章 航天新征程

中国探月工程大观

探月“绕”“落”“回”三步走计划

肩负“落月”重任的嫦娥三号月球探测器于2013年12月2日凌晨开启奔月之旅，这是中国探月工程“绕”“落”“回”三步走的重要一步。

2020年前，中国月球探测工程以无人探测为主，分三个实施阶段：

“绕”为一期，研制和发射中国首颗月球探测卫星，实施绕月探测。这一阶段主要任务是研制和发射月球探测卫星，突破绕月探测关键技术，对月球地形地幔、部分元素及物质成分、月壤特性、地月空间环境等进行全球性、整体性与综合性的探测，并初步建立我国月球探测航天工程系统。

“落”为二期，进行首次月球软着陆和自动巡视勘测。主要任务是突破月球软着陆、月面巡视勘察、深空测控通信与遥控操作、深空探测运载火箭发射等关键技术，研制和发射月球软着陆探测器和巡视探测器，实现月球软着陆和巡视探测，对着陆区地形地貌、地质构造和物质成分等进行探测，并开展月基天文观测。

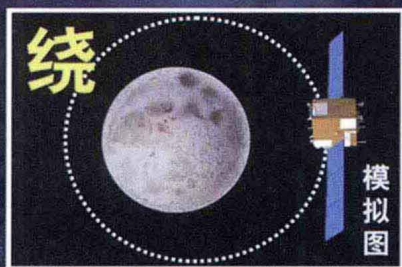
“回”为三期，进行首次月球样品自动取样返回探测。主要任务是突破采样返回探测器小型采样返回舱、月表钻岩机、月表采样器、机器人操作臂等技术；在现场分析取样的基础上，采集关键性样品返回地球，进行试验室分析研究；深化对地月系统的起源与演化的认识。

截至目前，嫦娥一号卫星圆满完成一期“绕月”使命。二期包含嫦娥二



中国探月“绕”“落”“回”三步走

2020年前，中国月球探测工程以无人探测为主，分三个实施阶段



2004年-2007年（一期）

研制和发射中国首颗月球探测卫星，实施绕月探测

2013年前后（二期）

进行首次月球软着陆和自动巡视勘测



2020年前（三期）

进行首次月球样品自动取样返回探测

在“绕”“落”“回”均成功实现以后，中国才能进行下一步的人登上月球的计划

新华社记者 胥晓璇 编制

图 1. 中国探月“绕”“落”“回”三步走

号、三号、四号三次任务。嫦娥二号作为先导星，已成功为嫦娥三号验证了部分关键技术并对预选落月区域进行了重点探测。此次发射的嫦娥三号，实现了中国航天器首次地外天体软着陆探测。

中国人的月亮传说

具有浪漫想象的中国人，对月亮这一距离人类最近的天体，赋予了无尽意境和美好期许，在漫长的文明演变中孕育着许许多多与月亮相关的故事和传说。

嫦娥奔月：后羿射日立下丰功伟绩，受其他天神嫉妒而被天帝贬到人间。妻子嫦娥过不惯清苦生活，趁后羿不在家，偷吃了后羿向西王母求来的长生不死之药，结果身子腾空而起，直飞月宫。于是，“嫦娥奔月”遂成为美丽的神话传说。李商隐有诗感叹：“嫦娥应悔偷灵药，碧海青天夜夜心。”

吴刚伐桂：相传月亮上的广寒宫前有棵500多丈高的月桂树，有一个人每天砍伐它，但每次砍下去不久，被砍的地方又立即合拢，几千年来，这棵树怎么也砍不光。据说砍树的人名叫吴刚，是汉朝西河人，曾跟随仙人修道到了天界，但因犯错被贬谪月宫，日日做徒劳无功的苦差事，以示惩处。李白有“欲斫月中桂，持为寒者薪”的诗句。

玉兔捣药：相传月亮之中有一只兔子，浑身洁白如玉，所以称作“玉兔”。玉兔拿着玉杵，跪地捣药，制成蛤蟆丸，服用此药可长生成仙。久而久之，玉兔便成为月亮的代名词。李白有诗云：“白兔捣药成，问言与谁餐？”后来，人们按照月宫里有嫦娥玉兔的说法，把玉兔进一步艺术化、人格化，乃至神化，用泥巴塑造成不同形式的兔儿爷，成为旧日京城中秋应节应令的儿童玩具。

玄宗游月：据《唐逸史》记载：唐开元年间，中秋之夜，方士罗公远邀玄宗游月宫，掷手杖于空中，即化为银色大桥。过大桥，行数十里，到达一大城阙，横匾上有“广寒清虚之府”几个大字，罗公远对玄宗说：“此乃月宫也。”见仙女数百，素衣飘然，舞于广庭中。玄宗默记仙女优美舞曲，回





中国探月“三级跳”

到人间后，即命伶官依其声调整理出《霓裳羽衣曲》传于后世，成为千古佳话，月宫因此也有“广寒宫”之称。

貂蝉拜月：貂蝉是东汉末年司徒王允的歌女，有倾国倾城之貌。见东汉王朝被奸臣董卓所纵，貂蝉于月下焚香祷告上天，愿为主人分忧。传说貂蝉午夜拜月时，月里嫦娥自愧不如，匆匆隐入云中。

天狗食月：传说中，天狗一口就可以把月亮吞食，天上人间一片黑暗。这是古人对“月食”这一天文现象的简称。月食是指当月球运行至地球的阴影部分时，在月球和地球之间的地区会因为太阳光被地球所遮蔽，于是看到月球缺了一块。

从嫦娥一号到嫦娥三号：中国探月工程的“三级跳”

嫦娥三号任务，实现了中国探测器首次在地外天体的软着陆和巡视探测。从 2007 年到 2013 年，从嫦娥一号到嫦娥三号，中国探月工程实现了“三级跳”。

嫦娥一号：实现从无到有历史性突破

2007 年 10 月 24 日 18 时 05 分，大凉山深处的西昌卫星发射中心吸引着世界关注的目光——嫦娥一号卫星在这里由长征三号甲火箭发射升空。

嫦娥一号经过 18 天时间飞行最终进入环月轨道。根据飞行计划，嫦娥一号在奔月途中，应该安排 3 次中途修正。然而，由于卫星轨道控制“非常精准”，嫦娥一号只实施了一次中途修正。

进入环月轨道后，嫦娥一号拍摄的月球照片源源不断地传回地球。2008 年 11 月 12 日 15 时 05 分，由嫦娥一号拍摄数据制作完成的“中国第一幅全月球影像图”公布。这是世界上已公布的月球影像图中最完整的一幅影像。

2009 年 3 月 1 日 16 时 13 分 10 秒，在科技人员的精确控制下，嫦娥一号准确落入东经 52.36 度、南纬 1.50 度的月表指定区域，成功完成硬着陆。撞月过程中，CCD 相机实时传回了清晰的图像。

嫦娥一号任务的“完美”实施，标志着中国航天正式迈入深空探测新时代。

嫦娥二号：创造多项“世界第一”

作为我国探月二期工程的先导星，嫦娥二号卫星于2010年10月1日在西昌卫星发射中心发射升空。

嫦娥二号飞行的重要任务之一是验证软着陆关键技术。与嫦娥一号任务不同的是，长征三号丙运载火箭将嫦娥二号直接送到地月转移轨道，飞向月球的整个行程只需要112小时。

与嫦娥一号相比，嫦娥二号安装了更多新装备，开展X频段深空探测技术试验、紫外导航试验、CCD相机高分辨率成像试验、月壤特性探测等一系列新的试验项目。

到达月球轨道后，卫星在距离月球表面100公里的圆轨道开展工作，完成在轨测试和技术验证后，进入更近的 100×15 公里椭圆轨道，对嫦娥三号预选着陆区虹湾进行拍照。在15公里高度拍摄的月球图像，分辨率达到1.5米。

国防科工局新闻发言人吴志坚表示，嫦娥二号卫星创造了航天领域的多项“世界第一”：首次从月球轨道出发飞赴日地拉格朗日L2点进行科学探测，首次对图塔蒂斯小行星近距离交会探测并获得10米分辨率的小行星图像等。

目前，嫦娥二号已成为中国首个人造太阳系小行星，与地球间距离突破6000万公里，正奔向更远的深空。如果顺利，嫦娥二号有望最远飞行到距地球约3亿公里处。这是中国航天器飞行距离最远的一次“太空长征”。

嫦娥三号：实现中国航天器首次地外天体软着陆

目前，全世界仅美国、苏联成功实施了13次无人月球表面软着陆。嫦娥三号任务取得成功，中国成为第三个实施月球软着陆的国家。

沿着和嫦娥二号同样的奔月轨迹进入环月轨道之后，嫦娥三号探测器经





中国探月“三级跳”

过主减速段、快速调整段、接近段、悬停段、避障段、缓速下降段等 6 个阶段的减速，实现从距离月球 15 公里高度安全下降至月球表面。

与国外做法相比，嫦娥三号软着陆方案安全性可靠性更高。美国、苏联航天器无人软着陆过程，无悬停和避障阶段。而嫦娥三号引入悬停、避障阶段，探测器可以对着陆区地形地貌进行精确勘察，识别出不大于 8 度的月面坡度等危险地形，极大提高了着陆安全。

软着陆过程历时短，探测器需要快速感知自身运动状态和环境参数，因此配备了精度高、反应速度快的测距、测速、测高、成像等敏感器。完全由中国自主设计制造的变推力发动机，具有 1500—7500N 大推力变化、无级变速特点，能很好地适应不同飞行阶段对发动机推力的需求。

嫦娥三号还将首次实现中国航天器在地外天体巡视探测。巡视器与着陆器完成解锁、释放、分离、下降到月面、驶离，整个过程每个动作环环相扣，任何一个动作都将影响任务成败。

月面巡视过程中，中国将首次实现对月面探测器的遥操作。“玉兔”号

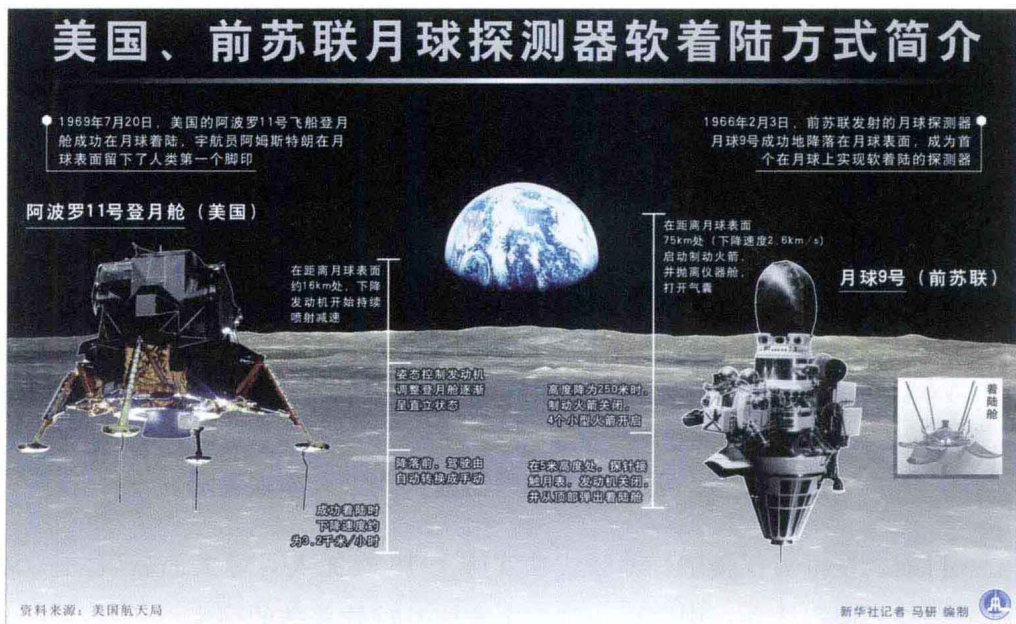


图 2. 美国和苏联的月球探测器如何着陆

月球车的遥操作，采用自主加地面控制相结合的方式，根据获取到的环境参数，在地面完成任务规划，而巡视器自主具备完成局部规划、避障和安全监测、应急保护能力。

在探月工程“绕”“落”“回”三步走战略中关键性的“落”实施之后，中国还将展开更多的月球及深空探测活动。

嫦娥“三姐妹”的不同使命

月球应用科学首席科学家严俊详解了嫦娥一号、二号、三号“三姐妹”肩负的基本任务。

“大姐”嫦娥一号：我国第一个月球探测卫星；首次开展月球科学探测；初步构建月球探测航天工程系统；为月球探测后续工程积累经验。

“二姐”嫦娥二号：原本是“大姐”的备份星，经过适应性改造，成为探月工程二期的先导星，即“小妹”嫦娥三号的探路者。为嫦娥三号任务开展先行性实验，提升月球探测能力；深化月球科学探测任务，提高探测精度；特别是对嫦娥三号任务的备选着陆区进行高精度成像，为后续月球探测工程进行技术准备，积累工程经验。

“小妹”嫦娥三号：肩负着中国探测器首次实现地外天体着陆的重要使命（着陆器和巡视器月面软着陆），并将在月球进行大量试验验证工作。

嫦娥一号2007年10月24日发射升空，在实际运行494天（其中环月482天）圆满完成各项使命后，于2009年3月1日按预定计划受控撞月。

“二姐”更加“神勇”。虽然设计寿命仅有半年，但2010年10月1日成功发射后，不仅获取了世界上覆盖最全、分辨率为7米的全月图，而且成功传回虹湾地区分辨率优于1.5米的图像，完成工程设定科学目标。她还超额完成任务，完美通过相关拓展试验。在月球背面、内侧，不可视的情况下，用主发动机降轨，验证自动控制系统、导航控制系统与主发动机之间的协同能力。

嫦娥二号所承载的太阳高能粒子探测器、太阳风离子探测器等有效载荷

