

CHANG E TANYUE —CHANG E ER HAO HUANYUE JISHI

嫦娥二号环月纪实

嫦娥探月

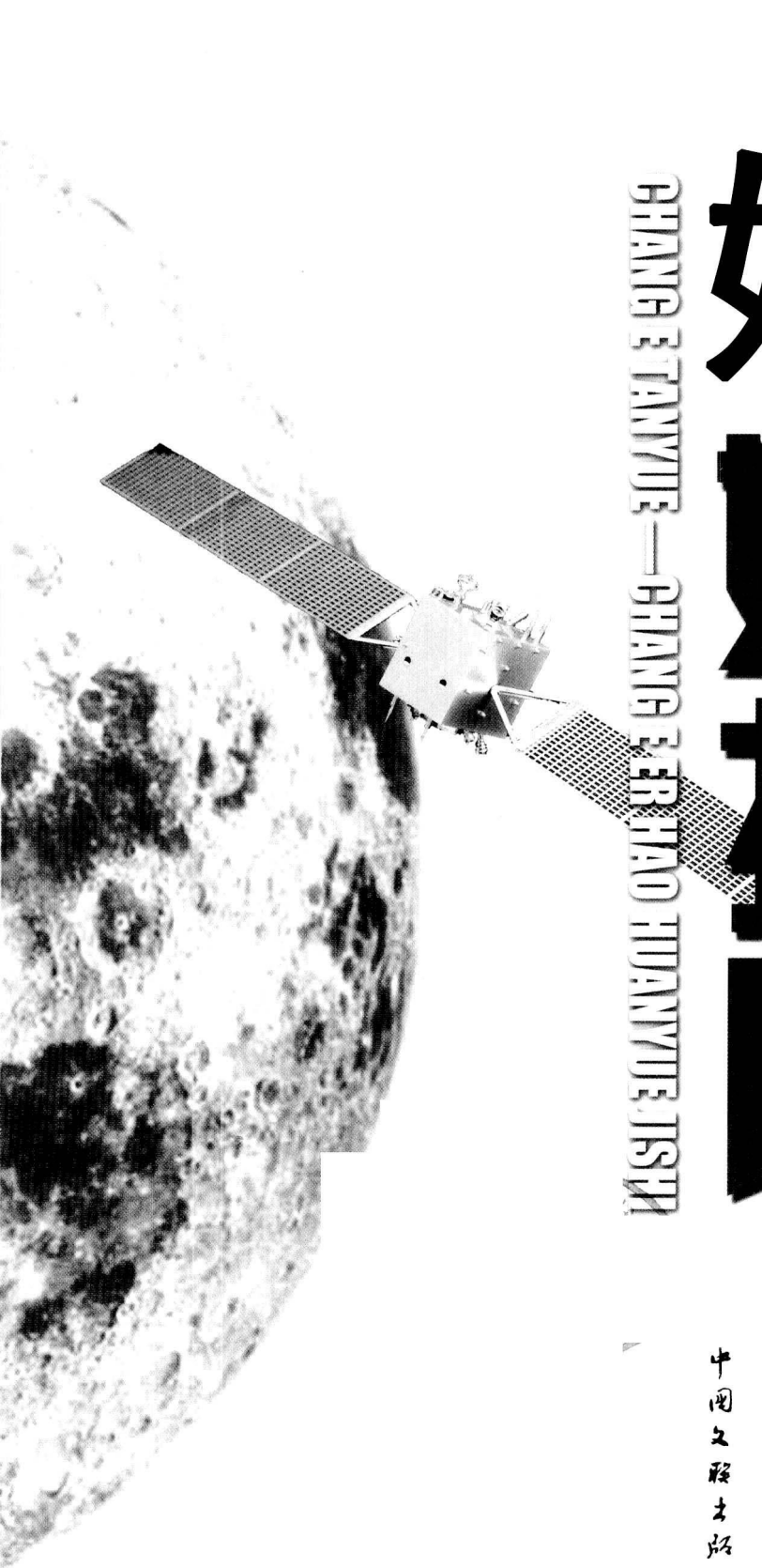
张传军 邱小林 编著

中国文联出版社

嫦娥二号环月纪实

嫦娥探月

CHANG'E TANYUE—CHANG'E ER HAO HUANYUE JISHI



中国文联出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

嫦娥探月 / 张传军, 邱小林编著. — 北京: 中国文联出版社,

2010.10

ISBN 978-7-5059-6895-0

I. ①嫦… II. ①张… ②邱… III. ①月球探索—普及读物

IV. ①V1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第182301号

书 名	嫦娥探月——嫦娥二号环月纪实
作 者	张传军 邱小林
出 版	中国文联出版社
发 行	中国文联出版社 发行部 (010-65389150)
地 址	北京农展馆南里10号(100125)
经 销	全国新华书店
责任编辑	陈香君
责任印制	陈 晨 陈香君
印 刷	北京隆昌伟业印刷有限公司
开 本	710×1000 1/16
印 张	17.75
插 页	4
版 次	2010年10月第1版第1次印刷
书 号	ISBN 978-7-5059-6895-0
定 价	30.00元

您若想详细了解我社的出版物

请登陆我们出版社的网站<http://www.cflacp.com>

目 录

第一章	前言	1
第二章	中国航天史	16
第三章	中国的探月历程	24
第四章	月球简介	31
第五章	月球的月湾、月湖、月谷、月溪	37
第六章	月球上的资源	82
第七章	人类去月球的意义	94
第八章	月壤	98
第九章	月球环境	104
第十章	月球的运动	109
第十一章	我国古代对月食的观测与预报	116
第十二章	国外探月情况简介	126
第十三章	月球探测大事记 (1959.01—2007.10)	134
第十四章	什么是《月球协定》	139
第十五章	月球探测工程的目的和意义	141
第十六章	一条科学的奔月路线图	145
第十七章	中国“嫦娥”为何选择如此复杂、漫长的旅行	151
第十八章	揭“秘”卫星定轨内幕	157

第十九章	长征三号甲——出色的大力士·····	161
第二十章	嫦娥卫星制导、导航与控制系统·····	173
第二十一章	嫦娥飞行大扫描月·····	181
第二十二章	嫦娥卫星的克星——月食·····	191
第二十三章	嫦娥一号卫星传回来的首幅图像·····	217
第二十四章	首幅图像承载信息秘密初探·····	230
第二十五章	月球车·····	245
第二十六章	嫦娥二号关键点·····	256
第二十七章	嫦娥二号发射全跟踪·····	263

第一章 前言

2004年，我国启动了月球探测工程，并命名为“嫦娥工程”。在以国防科工委为牵头单位的绕月探测工程领导小组的领导下，经过两年多的努力，一期工程进展顺利，我国的第一颗月球探测卫星“嫦娥一号”于2007年首飞月球。2006年初，党和国家召开全国科技大会，确定了“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的科技发展指导方针，并将月球探测工程列入我国中长期科技发展规划重大专项。嫦娥工程是一项复杂的多学科高技术集成的系统工程，工程的实施必将在推进我国航天技术和空间科学的创新与发展，增强我国科技自主创新能力，激发全民族的探索精神、创新精神和民族凝聚力，培养高科技人才队伍等方面发挥重要作用。

胡锦涛总书记在全国科学技术大会上指出，“进入21世纪，世界新科技革命发展的势头更加迅猛，正孕育着新的重大突破。……空间科技将进一步促进人类对太空资源的开发和利用”，提出了“加快发展太空和海洋科技，和平利用太空和海洋资源”的要求。我国在开展人造地球卫星和载人航天之后，与时俱进，由国防科工委牵头适时开展了以月球探测为起点的深空探测活动，这是我国空间科技事业持续发展、急起直追、重点跨越的必然选择。月球探测工程是一项复杂的多学科高技术集成的系统工程，是带动我国原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新的强大引擎，是在我国已经具备了重要基础和良好条件的关键领域实现重点跨越的重要突破口，是带动一大批重大前沿技术和基础研究进步、培育新兴产业的领头羊。

在当今世界，发达国家都将空间科技置于重要的地位予以特别的关注。进入21世纪，美国、欧洲等世界各航天大国和经济体纷纷提出

了自己的深空探测计划。从他们的计划可以看出，月球仍是各国关注并积极开展探测活动的一个热点。在深空探测方面先行一步的美国和欧洲，目前将月球作为探测其他行星的一个试验基地，在技术较成熟的基础上，积极开展深入的相关科学研究，并积极试验、验证建立月球基地的技术和设想。在他们的视野中，月球已经是深空探测的一个首要目标和首选的跳板。

国防科工委坚持有所为、有所不为的方针，统筹规划，合理确定了我国开展月球探测的科学和工程目标，制订了月球探测“三步走”的中长期规划。第一步为“绕”，即发射我国第一颗月球探测卫星，突破至地外天体的飞行技术，实现卫星绕月飞行，通过遥感探测，获取月球表面三维影像，探测月球表面有用元素含量和物质类型，探测月壤特性，并在卫星奔月飞行过程中探测地月空间环境。第二步为“落”，即发射月球软着陆器，突破地外天体的着陆技术，并携带月球巡视勘察器，进行月球软着陆和自动巡视勘测，探测着陆区的地形地貌、地质构造、岩石的化学与矿物成分和月表的环境，进行月岩的现场探测和采样分析，进行日—地—月空间环境监测与月基天文观测。第三步为“回”，即发射月球采样返回器，突破自地外天体返回地球的技术，进行月球样品自动取样并返回地球，在地球上对取样进行分析研究，深化对地月系统的起源和演化的认识。

我国的探月计划既参考了以往国际探月活动的经验，又具有我们自己的特色，始终围绕推动我国高新技术领域“原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新”的目标制订计划并组织实施。

月球探测工程是我国航天领域重要的标志性工程，对凝聚全国人民的精神，推动国民经济的发展，促进科学技术事业的进步，增强我国的综合国力都具有重大的现实意义和深远影响。

月球探测工程将大大提升我国航天科技发展水平，填补我国在深空探测方面的空白，带动和促进我国基础科学和高新科技的发展，是继人造卫星、载人航天之后我国航天发展历程的第三个里程碑。在航天科技方面，将逐步实现多项重大突破，首次到达地外天体，首次着陆在地外星球上，首次从地外星球拿回样本。这些技术的突破将推进航天工程系统集成、深空测控通信、新型运载火箭和航天发射等航天技术跨越式

发展,带动信息技术、新能源技术、新材料技术、微机电技术、遥测科学等其他高新技术的发展。在空间科学方面,通过首次对地球以外的星体和空间环境进行近距离和接触式探测,将使我们对于空间科学的认识大大深化,为我国的天体物理学、空间物理学与材料科学的研究建立新的平台,促进这些学科的创新和发展,并带动更多基础学科间的交叉、渗透与共同发展。

月球探测工程将带动和促进我国基础科学和高科技的发展。月球是研究天体物理学、空间物理学与材料科学的理想场所,开展月球探测将会促进这些学科的创新和发展,这些学科的进展又将带动更多的基础学科交叉、渗透与共同发展。月球探测工程是一项多学科高技术集成的系统工程,实施这样的战略工程将推进航天工程系统集成、深空测控通信、新型运载火箭和航天发射等航天技术跨越式发展,带动信息技术、新能源技术、新材料技术、微机电技术、遥测科学等其他高新技术的发展。

月球探测工程将促进我国经济的可持续发展。美国在20世纪末能够保持高速、高效增长,很大程度得益于阿波罗工程派生出的约3000种应用技术成果在经济领域的应用,美国领先于世界的信息、生物、新材料等高新技术,很大部分来自对月球探测技术的消化、优化和二次开发。我国月球探测工程所带动的基础科学和高技术的进步,会逐步在国民经济各方面进行推广应用,对促进我国经济可持续发展将具有强大的推动作用。

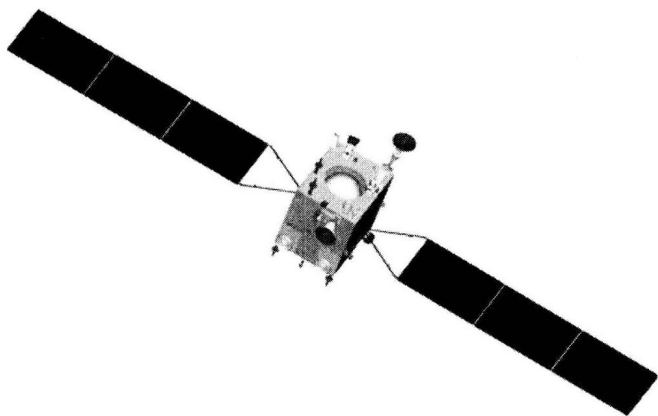
月球探测工程将推动我国航天领域的国际合作。我国探月工程起点高、有特色、有创新,具有很强的科学性、探索性、开放性的特点,为开展航天国际合作搭建了新的平台。在世界掀起新一轮月球探测高潮之际,为我国在这一领域开展国际合作提供了广阔的空间。我国将积极探索“广泛合作”的月球探测道路,开展多层次、多渠道的国际合作,加快我国空间科学和空间技术的发展。

综上所述,月球探测工程将在诸多领域促进我国的科技创新能力,将催生一大批科学技术成果并应用到国民经济的各个领域,将为我国在相关研究领域培养出一大批高素质、高水平的人才,将大大激发全民族的创新精神、探索精神和科学精神,这些都必将促进我国经济社会协调、可持续发展起到强大的推动作用。

我国月球探测工程（嫦娥工程）的发展规划

我国的月球探测工程被列为《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》十六个重大专项之一，作为一项国家战略性科技工程，月球探测工程将服从和服务于科教兴国战略和可持续发展战略，以满足科学、技术、政治、经济和社会发展的综合需求为目的，把推进科学技术进步的需求放在首位，力求发挥更大的作用。整个工程规划贯彻“有所为、有所不为”的方针，选择有限目标，突出重点，集中力量，力求在关键领域取得突破，循序渐进，持续发展，为深空探测活动奠定坚实的基础。

嫦娥工程规划为三期，简称为“绕、落、回”三步走。

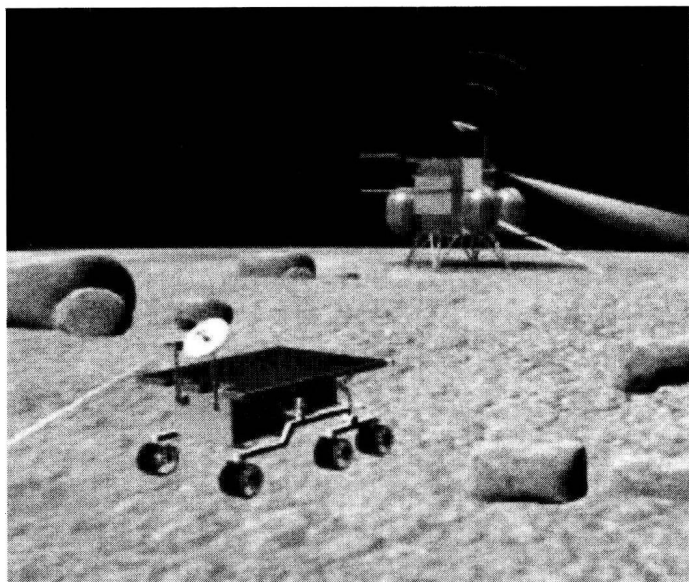


第一步：绕

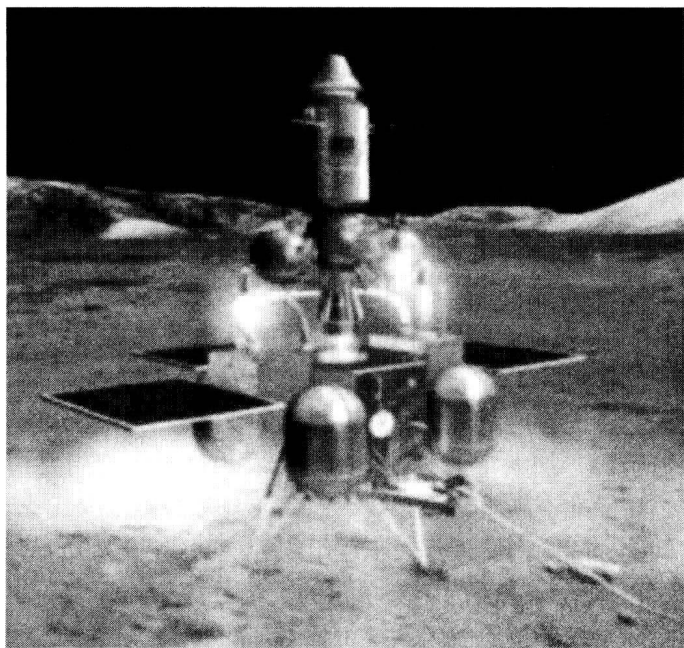
第一步为“绕”，即发射我国第一颗月球探测卫星，突破至地外天体的飞行技术，实现首次绕月飞行。

第二步为“落”，即发射月球软着陆器，并携带月球巡视勘察器（俗称月球车），在着陆器落区附近进行就位探测，这一阶段将主要突破在地外天体上实施软着陆技术和自动巡视勘测技术。

第三步为“回”，即发射月球采样返回器，软着陆在月球表面特定区域，并进行分析采样，然后将月球样品带回地球，在地面上对样品进行详细研究。这一步将主要突破返回器自地外天体自动返回地球



第二步：落



第三步：回

的技术。

探月工程本着以实现最终功能为目标，分步实施为原则，工程的每一步都是对前一步的深化，并为下一步奠定基础，其递进衔接关系表现为：

一期工程：地月转移 + 环月

将突破地月转移轨道和近月制动等关键技术，实现绕月探测，对月球进行全球性普查式探测。

二期工程：地月转移 + 环月 + 软着陆 / 巡视勘察

掌握在月面着陆、就位和巡视探测及月夜生存等技术，实现软着陆和巡视探测，开展月球区域性的精细就位探测。

三期工程：地月转移 + 环月 + 软着陆 / 巡视勘察 + 月面上升 + 月球轨道交会对接 + 月地转移 + 地球大气载人

掌握月面起飞、月面取样和月球轨道交会对接、月一地返回飞行的技术。将研制上升舱和返回舱，继承并完善轨道器、着陆探测器、巡视探测器等功能单元，突破月球轨道交会对接和月面采样返回等关键技术，实现采集月表样品返回地面后的试验室精准分析。

从“绕”“落”“回”三期工程的科学目标看，同样有明显的递进关系：

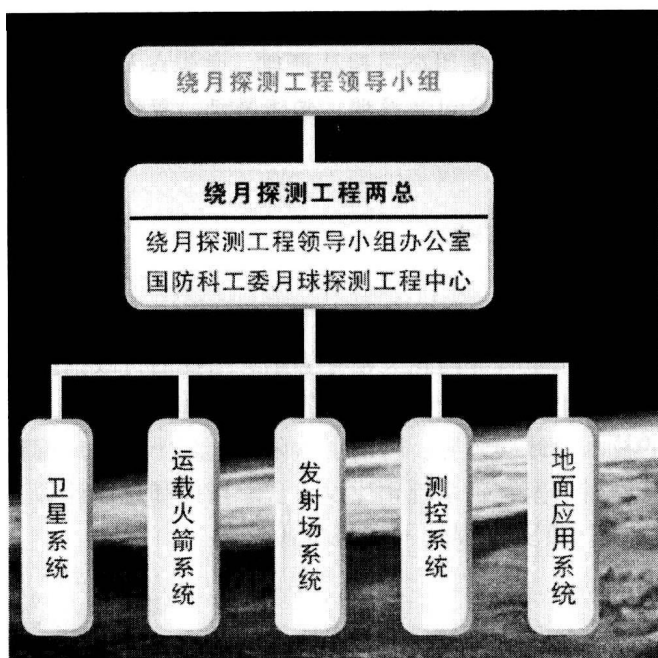
“绕”：全球性、整体性与综合普查；

“落”：区域性精细就位分析；

“回”：样品返回地面后的试验室精准分析。

探月一期工程简介

绕月探测工程是我国在深空探测领域首次开展的重大科技工程，为落实温家宝总理关于“绕月探测工程是一项复杂的多学科高技术集成的系统工程。要统筹规划，合理确定科学和工程目标；充分调动和整合各方面科研资源，加大重大关键技术的攻关力度。各部门要精心组织，团结协作，高标准、高质量、高效率地完成绕月探测工程任务”的指示精神，在借鉴国际国内航天重大工程组织管理的成功经验的基础上，国务院成立了以国防科工委为牵头单位的“绕月探测工程领导小组”，领导小组从实际出发，按照航天系统工程管理的要求，建立了工程组织管理体系。



绕月探测工程领导小组

绕月探测工程领导小组作为工程的决策机构，由国家发改委、科技部、国防科工委、财政部、总装备部、中国科学院和中国航天科技集团公司等单位组成，国防科工委主任张庆伟任领导小组组长。

张庆伟（绕月探测工程领导小组组长）

1961年11月生，河北乐亭人，研究生学历，工学硕士。1982年8月参加工作，1992年12月加入中国共产党。1978年9月至1982年8月在西北工业大学飞机系飞机设计专业学习。1988年3月起，任航天部、航空航天部一院一部总体室高级工程师、主任设计师等职。1992年10月起，任航空航天部、中国航天工业总公司一院一部921工程运载火箭副总设计师、副主任等职。1996年8月



起，任中国航天工业总公司一院副院长、总经理技术业务助理兼一院副院长，中国航天科技集团公司副总经理、党组成员等职。2001—2007年任中国航天科技集团公司总经理、党组书记。曾任国防科学技术工业委员会主任。

绕月探测工程两总系统

2004年3月，国防科工委任命了以栾恩杰为绕月探测工程总指挥、主要研制单位主管部门相关领导为副总指挥的行政指挥线领导，任命了以孙家栋院士为总设计师、三个研制主管部门推荐的三位专家为副总设计师的技术设计线领导，聘请了欧阳自远院士为绕月探测工程月球应用科学首席科学家，各系统相应设立了总指挥和总设计师，共同构成工程两总系统，负责工程技术和科学研究的指挥和决策。

栾恩杰（绕月探测工程总指挥兼绕月探测工程领导小组常务副组长）

1940年生于辽宁，1965年毕业于哈尔滨工业大学自动控制专业，同年考入清华大学攻读研究生，历任航天部第二研究院副院长、航空航天部总工程师、航天工业总公司副总经理兼国家航天局副局长，国家航天局局长。



孙家栋（绕月探测工程总设计师）

1958年毕业于苏联莫斯科茹科夫斯基空军工程学院，获金质奖章，同年回国。历任国防部五院一分院总体设计部室主任、部副主任。1967年调入中国空间技术研究院，历任院总体设计部副主任、主任、副院长、院长，七机部总工程师，航天部科技委副主任，航天工业部副部长，航空航天工业部副部长，航空航天工业部科技委主任。



欧阳自远（绕月探测工程月球应用科学首席科学家）

1935年生于江西吉安。1956年毕业于北京地质学院，1961年中国科学院地质研究所研究生毕业。天体化学与地球化学家，中国科学院地球化学研究所研究员，1991年当选为中国科学院院士。近年来，积极参与并指导了我国月球探测的短期目标与长远规划的制订。



绕月探测工程五大系统

绕月探测工程由卫星、运载火箭、发射场、测控和地面应用等五大系统组成，历经方案、初样、正样和发射实施四个阶段，各系统承担工程具体研制任务。

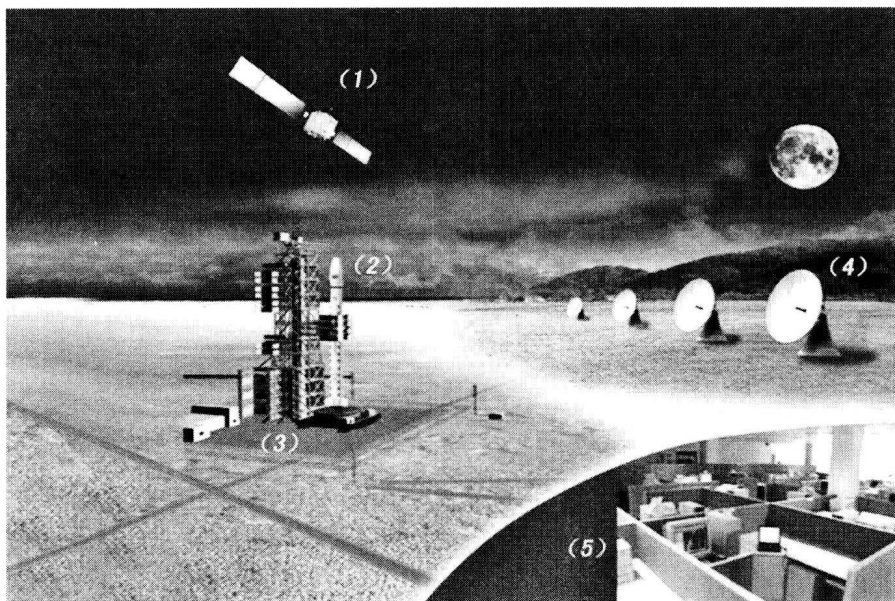
总体目标

工程目标

- 研制和发射我国第一颗月球探测卫星
- 初步掌握绕月探测基本技术
- 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

科学目标

- 获取月球表面三维影像
- 分析月球表面有用元素含量和物质类型的分布特点
- 探测月壤特性
- 探测地月空间环境



着陆探测器示意图

探月二期工程简介

2008年2月15日，国务院正式批准探月二期工程立项。探月二期工程的主要任务是实现月面软着陆和月面巡视勘察。二期工程将研制并发射我国第一个地外天体着陆探测器和巡视探测器；第一次利用“长征三号乙”运载火箭发射地月转移轨道航天器；第一次建立和使用深空测控网进行测控通信；第一次实现月球软着陆、月面巡视、月夜生存等一系列重大突破。

二期工程将实施三次飞行任务，分别命名为“嫦娥二号任务”、“嫦娥三号任务”和“嫦娥四号任务”。

嫦娥二号任务主要目标是为二期工程实现月面软着陆开展部分关键技术试验，积累工程经验，并在嫦娥一号任务的基础上继续深化月球科学的探测和研究。嫦娥二号卫星在嫦娥一号备份卫星基础上进行了大量技术改进，是二期工程的技术先导星，将于2010年下半年择机发射。“嫦娥二号”原本是“嫦娥一号”的备份卫星，因此两颗卫星在外形和重量上并没有太大差别。不过它的绕月飞行轨道将由嫦娥一号时的200

千米高度降低到 100 千米，这样它就能把月球看得更清楚了。为此，科研人员为它安装了分辨率为 10 米的 CCD 相机，这就比嫦娥一号 120 米分辨率的相机拍得更清晰、更详细。

“嫦娥二号”与“嫦娥一号”相比有几点不同，具体体现在着陆方式与相机分辨率等方面。嫦娥二号还将延续嫦娥一号的科学目标，对月球表面元素分布、月壤厚度、地月空间环境等作更进一步的科学探测。

按照规划，中国的“嫦娥三号”卫星将携带月球车在月面着陆，因此，“嫦娥二号”的一个重要任务就是要为“嫦娥三号”探路，在完成绕月探测后，它将采取“软着陆”的方式降落月球。

嫦娥二号突破六项关键技术

- 地月转移轨道发射
- X 频段测控
- 近月捕获
- 环月飞行轨道控制
- 深空测控通信
- 高分辨率立体相机研制

嫦娥二号任务

探月二期工程（包括“嫦娥二号”和“嫦娥三号”任务）经过各系统的努力，各项工作总体进展顺利。

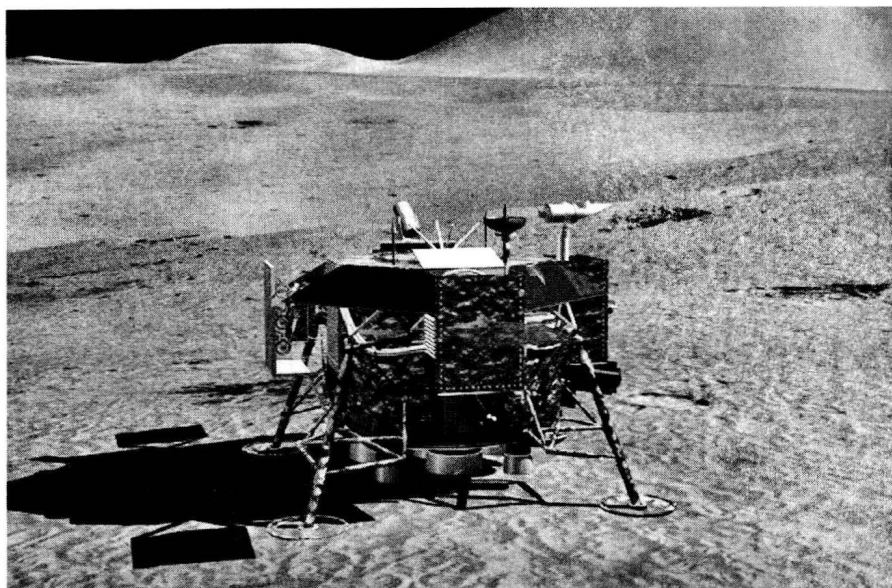
“嫦娥二号”卫星是探月二期工程的技术先导星，其主要目的是为“嫦娥三号”任务实现月球软着陆进行部分关键技术试验，并对“嫦娥三号”着陆区进行高精度成像。

嫦娥二号现状

卫星系统已完成关键技术攻关、正样产品的验收工作，正在进行整星总装测试和大型地面试验验证；火箭正样产品目前正在按计划生产和试验；发射场系统、测控系统和地面应用系统正按计划进行地面设备改造和试验。

嫦娥二号着陆方式：软 vs 硬

“嫦娥二号”有望采取软着陆的方式降落月球，来验证轨道控制等相关技术。“嫦娥一号”卫星受控撞击月球表面，来进行“变轨”试验。通过对撞击月球表面瞬间的影像拍摄等方式，为今后探测器在月球软着陆收集科学试验数据。



巡视器工作示意

空间分辨率：CCD vs 普通

“嫦娥二号”一个重要特点是，其将搭载的 CCD 相机分辨率比“嫦娥一号”高出许多，能获得更清晰、更详细的月球表面影像数据和月球极区表面数据。“嫦娥一号”的空间分辨率是 120 米，而“嫦娥二号”则达到了 10 米。在科学上，空间分辨率越小越清晰。

嫦娥二号测试

2009 年 12 月 28 日国防科工局表示，探月二期工程的技术先导星“嫦娥二号”卫星预计于 2010 年底发射升空执行试验任务，卫星正在进行总装测试。

嫦娥三号任务将研制并发射嫦娥三号探测器，实现月面软着陆和巡视探测，开展月表地形地貌与地质构造、矿物组成和化学成分、月球内部结构、地月空间与月表环境探测和月基光学天文观测等活动。嫦娥四号任务为嫦娥三号任务的备份。