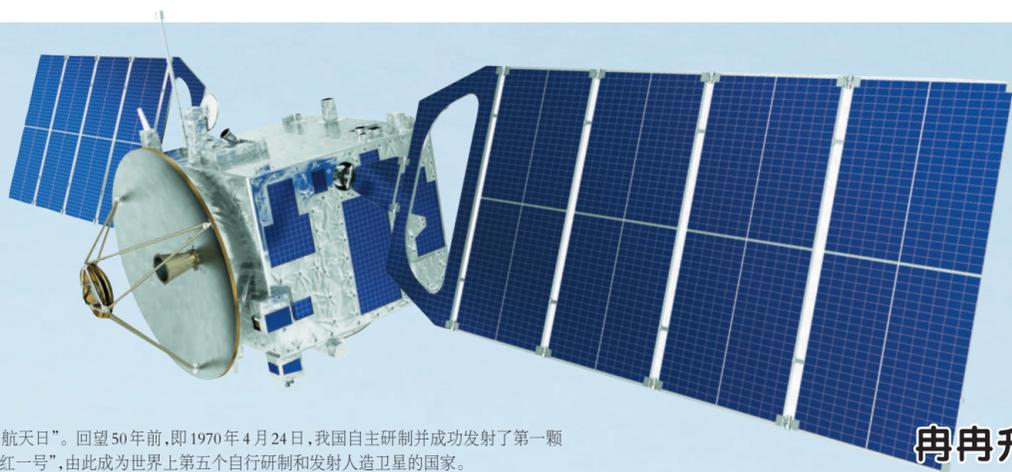


# 航天日，看中国五十年璀璨星光

本报记者 付毅飞



### 冉冉升起的“科学新星”

今天是第五个“中国航天日”。回望50年前，即1970年4月24日，我国自主研制并成功发射了第一颗人造地球卫星——“东方红一号”，由此成为世界上第五个自行研制和发射人造卫星的国家。

半个世纪以来，中国航天事业阔步前行。据统计，截至2019年，我国共发射各类航天器500多个，在轨运行的超过300个。诸多空间技术成果为推动国防现代化建设和国民经济发展和科技进步做出了重大贡献。

当前，中国的人造卫星队伍正在不断壮大，在这个特殊的日子，让我们跟随专家回望中国卫星50年发展历程。

## 技术储备，为航天发展奠定基础

中国航天科技集团五院(以下简称五院)总体部宇航部外任务领域总设计师范含林介绍，“东方红一号”的研制工作最早启动于1958年，由此开始，我国卫星发展进入了技术准备阶段。

1958年5月17日，毛泽东主席在党的八大二次会议上宣布：“我们也要搞人造卫星！”时任国务院副总理聂荣臻马上责成中国科学院和国防部第五研究院落实。首颗人造卫星项目被国家列为1958年头号重点科研任务，代号“581”，钱学森受命担任“581”项目组组长。

在当时的国际形势下，中国想造卫星，只能自力更生。但那时我国科研条件十分有限，白手起家的道路举步维艰，加上受各方因素影响，研制工作一度中断。

1965年，中央专门委员会原则批准中国科

学院《关于发展我国人造卫星工作的规划方案建议》，该报告计划在1970年至1971年发射我国第一颗人造卫星，命名为“东方红一号”。当年10月，全国各科研院所的顶尖科学家齐聚北京友谊宾馆，全面论证了我国第一颗人造卫星的方案。经过长达42天的激烈讨论，会议确定了卫星的基本方案，后来这个研制方案被凝练成12个字——“上得去、抓得住、听得到、看得见”。

“上得去”指火箭发射成功，并把卫星送入既定轨道；“抓得住”指地面观测站能够对卫星进行实时跟踪测量，并将测得的数据和信息及时反馈给指挥中心；“听得到”是指卫星能够在太空播放的《东方红》乐曲并被地面收音机接收；“看得见”指在地面上能用肉眼看到卫星。

为满足研制要求，科研人员用手摇计算器完成了大量计算，将冷库、库房改造成地面模拟试验场，因陋就简、土法上马、群策群力攻克了一道道难关。

“东方红一号”的设计寿命为20天，顺利升空后，各种仪器实际的工作时间均超出了设计要求。其录音装置和短波发射机连续工作了28天，取得了大量工程遥测参数，为后来卫星设计和研制工作提供了宝贵经验。

毫无疑问，“东方红一号”是中国航天史上的一座丰碑，其意义远远超出一颗卫星本身。范含林认为，该卫星的成功研制为后续航天发展奠定了技术基础，探索了工艺流程，培养了人才队伍，同时为中国航天事业探索和发展建立了一套完整的体系。

## “悟空” 拨开暗物质的“乌云”

2015年12月17日，我国在酒泉卫星发射中心用长征二号丁运载火箭成功将暗物质粒子探测卫星“悟空”发射升空，它是中国科学院空间科学战略性先导科技专项中首批立项研制的4颗科学实验卫星之一。这标志着我国空间科学探测研究迈出了重要一步。



来源:中科院国家空间科学中心官网

“悟空”是一个高分辨率高能空间望远镜，它的身材比一般的卫星小巧，“三围”分别为1.5米、1.5米、1.2米，像盒饭白色的方形蛋糕，“悟空”在太空中接收来自宇宙的高能原子核、电子和伽马射线的信号，它是世界上迄今为止观测能段范围最宽、能量分辨率最优的空间探测器。其观测能段是阿尔法磁谱仪的10倍，能量分辨率比国际同类探测器高3倍以上，而费用只有1亿美元，分别是美国费米、AMS-02的1/7和1/20。

“悟空”利用塑料闪烁探测器、硅探测器和中子探测器，探测高能伽马射线、电子和宇宙射线，并通过其能谱、空间分布来寻找暗物质粒子存在的证据。

## 试验探索，多类型卫星从无到有

随着“东方红一号”发射升空，我国卫星事业发展进入了技术试验阶段。全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩介绍，从20世纪70年代到80年代中期，我国研制并成功发射了首颗返回式遥感卫星、试验性通信卫星以及数颗空间科学与技术试验卫星。

1971年3月3日，我国成功发射“实践一号”卫星，这是我国“实践”系列科学探测与技术试验卫星的首发星，它的主要任务是考察太阳电池、镍镉电池、辐射式主动热控制系统和遥测系统的长期工作可靠性。在轨运行期间，它还对空间物理环境进行了探测。

“实践一号”卫星在空间科学和空间技术方面均做出了开创性的贡献。它开展的高空磁场、宇宙射线和外热流等空间物理环境参数测量，让我国第一次直接探测到宇宙空间环境。在长达8年的在轨运行期间，“实践一号”卫星进

行的硅太阳能电池供电系统、主动式无源热控制系统等长寿命卫星技术试验，为我国设计和制造长寿命卫星提供了宝贵经验。

大多数卫星发射入轨后只需在太空工作，不需要返回地面，返回式卫星却是例外。早期由于技术限制，要利用底片才能拍摄清晰度的照片，必须让卫星带同底片或者用回收筒将底片送回地面进行分析，因此各航天大国在军事侦察及国土普查中均需用返回式卫星。后来数据传输技术逐渐成熟，可以从卫星上直接传送影像数据到地面，返回式卫星的用途也演变成开展空间试验，并回收试验品。

庞之浩介绍说，我国的返回式卫星研制工作始于1966年。在攻克卫星姿态控制、再入防热、回收等技术难点后，我国于1975年11月26日发射首颗返回式卫星。卫星正常运行后，按预定计划于12月2日成功返回地面。它标志着

我国成为世界上第三个掌握卫星回收技术的国家，在宇航技术的研究上取得新的突破。

“东方红一号”发射后不久，我国通信部门就表达了对通信卫星的迫切需求，希望改变我国通信技术落后的状况。1970年6月，五院组织队伍开始了通信卫星新技术的研究。经过几年探索，我国确定选用地球静止轨道试验通信卫星方案。

1984年4月8日，搭载2台C频段转发器的试验通信卫星“东方红二号”成功发射，迈出了中国通信卫星的第一步，开始了用我国自主研发通信卫星进行电视广播信号传输的历史。此后我国又发射多颗采用“东方红二号”小容量自旋稳定平台的通信卫星，大大改变了当时我国边远地区收视难、通信难的状况。

范含林表示，这些卫星的研制与发射，实现了我国相关类型卫星从无到有的跨越。



“墨子号”量子密钥分发示意图 中科院供图

## “墨子号” 树起量子通信中国标杆

“墨子号”量子科学实验卫星于2016年8月16日成功发射升空。中国量子卫星首席科学家潘建伟院士介绍，如果说地面量子通信构建了一张连接每个城市、每个信息传输节点的“网”，那么量子科学实验卫星就像一杯将这张网射向太空的“标枪”。当这张纵横寰宇的量子通信“天地网”织就，海量信息将在其中来去如影，并且“无条件”安全。

2017年1月18日，“墨子号”完成4个月的在轨测试任务，正式开展科学实验。2017年6月、8月，“墨子号”卫星先后在国内外首次成功实现千公里级卫星和地面之间的量子纠缠分发、量子密钥分发和量子隐形传态。

“墨子号”量子卫星圆满实现预定的全部三大科学目标，为我国在未来继续引领世界量子通信技术和空间尺度量子物理基本问题检验前沿研究奠定了坚实的科学与技术基础。

## 全面发展，卫星应用百花齐放

20世纪80年代后期，我国卫星发展从技术试验转向工程应用阶段。

几年间，五院研制的“风云一号”太阳同步轨道气象卫星和“东方红二号”甲实用通信卫星相继成功发射，实现了我国卫星应用领域拓展和实用化水平跃升的开门红；“资源一号”卫星开启了传输型遥感卫星的新时代；“实践四号”卫星正式拉开了我国以小卫星平台开展空间科学试验的序幕。

随着我国卫星通信事业迅速发展，基于“东方红二号”平台的通信卫星已不能满足需要。1986年，我国正式启动第二代通信卫星——“东方红三号”的研制工作。庞之浩介绍，1997年5月12日，“东方红三号”卫星成功发射，它搭载了24台C频段转发器，采用了许多当时的前沿技

术，使中国通信卫星水平一下跨越了20年。该卫星不仅解决了国民经济对卫星通信服务的迫切需求，树立起当时我国卫星水平的标杆，还带动了“天链”等多型通信卫星的蓬勃发展。

至1999年，我国不仅在科学实验卫星、返回式遥感卫星、地球静止轨道通信卫星、太阳同步轨道气象卫星等应用卫星领域迈向全面应用，还成功发射并回收了“神舟一号”试验飞船，在若干重要的卫星技术领域达到较高水平，为我国空间技术跻身世界先进行列奠定了基础。

进入21世纪，我国载人航天、北斗、探月等重大工程相继实施，范含林认为，中国卫星技术已进入全面发展阶段。

如今，我国空间技术继续高歌猛进。在重

大工程方面，载人航天工程即将进入空间站任务飞行阶段，北斗全球卫星导航系统即将完成组网，“嫦娥五号”探测器即将实施月球采样返回任务。在通信卫星领域，“东方红五号”卫星平台首发星已成功定点，该平台将带动我国大型卫星公用平台升级换代，能力跨越式提升。在遥感卫星领域，“高分”系列卫星相继发射，推动我国空间分辨率迈向亚米级时代；“风云”“海洋”系列卫星均有多星在轨运行，技术指标达到世界先进水平，此外，近年来“悟空”暗物质粒子探测卫星、“墨子号”量子科学实验卫星、“慧眼”硬X射线调制望远镜、“太极一号”空间引力波探测技术实验卫星等“科学新星”冉冉升起，将为科学界仰望星空、探索宇宙发挥重要作用。

## “慧眼” 洞见惊心动魄的宇宙

2017年6月15日，硬X射线调制望远镜卫星“慧眼”发射成功，它是我国第一个空间天文卫星，既是可以实现宽波段、大视场X射线巡天，又能够研究黑洞、中子星等高能天体的短目标变化和宽波段能谱的空间X射线天文望远镜，同时也是具有高灵敏度的伽马射线暴全天监视仪。

2017年10月16日，双中子星并合产生引力波(GW170817)联合观测成果全球发布，在该历史性事件的全球联测中，“慧眼”卫星对其高能电磁辐射对应体进行了监测，确定了伽马射线的流量上限。

在轨运行两年多，“慧眼”已经得到了关于黑洞、中子星、伽马射线暴乃至引力波暴等的海量观测数据。

硬X射线调制望远镜卫星“慧眼”填补了中国空间X射线探测卫星的空白，实现了中国在高能天体物理领域由地面观测向天地联合观测的跨越。



中国航天科技集团五院供图

### 延伸阅读

## 卫星数量激增，频轨资源“先到先得”

随着第一颗绕地球运行的人造卫星1957年进入轨道，人类迈出了通过发射人造卫星连接地球和宇宙的第一步，这极大地激发了人类探索太空的热情。随着卫星数量的激增，卫星频轨资源也成为了各国竞争的焦点。

卫星频轨是指卫星电台使用的频率和卫星所处的空间轨道位置，是卫星应用产业发展的基本要素，既是全人类共有的自然资源，也是所有卫星系统建立的前提和基础以及卫星系统建成后能否正常工作的必要条件。

卫星频率主要指无线电频谱用于空间无线电业务的部分。任何卫星系统的信息感知、信息传输以及测控单元，都需要使用电磁频谱。不同的频段传播损耗不同，其中在0.3—10GHz频段内损耗最少，被称为“无线电窗口”；在30GHz附近频段损耗相对较小，通常被称为“半透明无线电窗口”。目前，各类卫星应用也主要使用这些频段，其他频段相对损耗较大。

人造地球卫星轨道按离地面的高度可分为低轨道、中轨道和高轨道。若轨道过高，航天器将进入或接近地球辐射带；若轨道过低，残余大气阻力明显增加，将大大提高保持航天器轨道的推进剂消耗量。大部分通信卫星会运行在高轨道，即赤道上空约3.6万千米处的地球静止轨道，以保证连续通信。

卫星频率是一种有限的、不可再生的自然资源，而且卫星轨道位于世界各国共处的宇宙空间，是全人类共有的自然资源，随着卫星数目不断增长，卫星频轨资源供需矛盾日益突出已成为不争的事实。

目前，频轨资源的获取须依据国际电联制定的规则进行开发利用，频轨的使用必须进行国际协调。在这种方式下，各国首先根据自身需要，依据国际规则向国际电联申报所需要的卫星频轨资源，先申报的国家具有优先使用权；然后，按照申报顺序确立的优先地位次序，相关国家之间要遵照国际规则开展国际频率干扰谈判，后申报国家应采取保护措施，保障不对先申报国家的卫星产生有害干扰。随着资源申报的数量越来越多，国际谈判难度也越来越大。卫星生产周期通常只需一年半左右，而获取频轨资源的谈判则需要几年甚至更长时间。

美国、俄罗斯等航天强国从20世纪五六十年代就已向国际电联申报并依照国际程序获取了大量的频轨资源，以支撑其数量庞大的卫星系统，这也导致目前很多好用的频段和轨道位置都已被占用，再想从中分得一杯羹实属不易。

## “太极一号” 谛听“时空涟漪”

倘若以水面比喻时空，引力波就是引力在时空留下的涟漪，它为人类探索宇宙奥秘打开了有别于电磁波的全新窗口。

2019年8月31日“太极一号”成功发射，这是中国首颗空间引力波探测技术实验卫星。2019年9月20日，“太极一号”顺利完成第一阶段在轨测试任务，这意味着搭载在该卫星的核心测量设备引力参考传感器成功在轨应用，为中国开展空间引力波探测奠定了坚实基础。

“太极一号”实现了中国迄今为止最高精度的空间激光干涉测量，成功进行了中国首次在轨拖曳控制技术试验，并在国际上首次实现了微牛级射频离子和双模霍尔电推进技术的在轨验证。

“太极一号”在第一阶段在轨测试的基础上，通过系统的在轨实验，完成了射频离子和霍尔双模两种类型电推进技术的全部性能验证，这在国际上首次实现；部分核心载荷性能实测指标超过设计指标一个量级，达到了中国最高水平，验证了空间引力波探测关键技术路线。



中国科学院供图