



日前，中国成功发射世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”（以下简称量子卫星），将在世界上首次实现卫星和地面之间的量子保密通信。

# 量子卫星与保密通信

本报记者 彭训文

量子是一个能量的最小单位。我们看到的光，就是由数以万亿计的光量子组成的。利用被称为物理世界百老汇“幽灵”的量子理论，未来通信将实现绝对安全。

量子卫星的成功发射，将推动中国在量子太空国际竞赛中掌握主动权。也有人质疑，量子信息基础研发成本高昂，目前实用性非常小，值得如此高投入吗？

## 量子像“上帝掷骰子”

现在，如果我给你发一封邮件或信息，最常用的办法是打电话、发短信、写信或者用互联网，这些方法都可能被别人窥探。有没有一种方法，传一封密信，只让天地知、你知我知？答案是，有。此次发射的量子卫星，就是为了将来至少在硬件上做成这件事。

不过，要说清楚量子卫星，首先需要了解什么是量子理论和量子通信。

何谓量子？量子是构成物质的最基本单

本值就好比一个台阶，我们一般只能上一个台阶，而不能上两个。这些“台阶”可以看做量子。

量子理论和我们熟知的经典力学的根本区别在于确定性问题。一般来说，经典力学世界里的物体状态是确定的。比如一只猫，或者是死，或者是活，但不能同时处于死和活的状态。但是，量子的状态不是确定的。一只量子的猫，可以是死的，也是活的，甚至可以处在“死”和“活”的叠加状态上。

那么，这些状态不定的量子叠加会发生什么呢？这就是量子力学的另一个基本原理——量子纠缠。如果两个量子处在特殊状态中，不管空间分布有多远，当对其中一个量子施行操作或测量，远处的另一个量子状态会瞬时地发生相应变化，就像双胞胎心灵感应一样。

爱因斯坦将这种“幽灵般的超距作用”称为“上帝掷骰子”（不过，爱因斯坦坚持“上帝不会掷骰子”），这两颗骰子无

至覆盖全球的广域量子保密通信，这需要卫星中转，量子卫星应运而生。更重要的意义是，量子理论虽然诞生百年，但是其奇妙特性从未在太空验证过。

在未来两年时间里，科学家们将依靠量子卫星，进行3大类实验任务。量子卫星首席科学家潘建伟院士表示，第一类是进行卫星和地面之间的量子密钥分发，即验证天地之间能否进行量子通信，如果中国南山、德令哈、兴隆、丽江4个地面站任何两两之间都可以实现量子密钥分发，未来就可以实现星地组网；第二类相当于在太空实验量子理论是否可行；第三类是实现卫星和地面百公里量级的量子态隐形传输，也就是将粒子的未知量子态精确传送到遥远地点而不用传送粒子本身。

最新的进展是，8月17日11时56分24秒，密云站在第23圈成功跟踪、接收到量子卫星的首轨数据。量子卫星首轨任务时长约7分钟，接收数据量约202MB。经验证，卫星数据质量良好。

潘建伟说，如果此次量子卫星的效果达到预期，下一步还计划发射“墨子二号”“墨子三号”。“单颗低轨卫星无法覆盖全球，同时由于强烈的太阳背景，目前的量子通信只能在夜间进行。要实现高效的全球化量子通信，还需要形成一个卫星网络。”到2030年左右，中国力争率先建成全球化的广域量子保密通信网络。

## 技术进步将会降低成本

“如果经过证明，这条卫星发射的技术路线正确，国外团队就会开始从太空开展量子实验，这将推动整个学科的发展，这就是中国的引领作用。”潘建伟说。

中国已经成为新一轮量子通信研究的引领者。据潘建伟透露，中国科学院已经与奥地利科学院签署合作协议，共同致力于在量子科学实验卫星框架下合作开展国际量子通信实验，之后将和更多国家合作开展量子信息技术方面的研究。

量子卫星之后，潘建伟团队还计划开展空间站“量子调控与光传输研究”项目，研究星间量子通信技术等，同时进行量子密钥组网应用等研究，为下一步卫星组网奠定技术基础。

不过，要实现全球化的量子通信，需要几十颗价格不菲的量子卫星组网。有人质疑，量子信息基础研发成本高昂，目前技术还不够成熟，实用性非常小，值得如此高投入吗？

面对质疑，潘建伟并不否认成本高昂，但他相信这是阶段性难题。“随着技术进步，很多成本都会降下来。光纤刚问世的时候只能造几十厘米，当时没人能想到，几十年后我们的地下会建成这么完善的光纤网络。”

有报道认为，中国会根据量子卫星实验的实际进展，量力而行，同时不排除进行相关国际合作的可能。

按照潘建伟的说法，正如互联网技术的爆炸式发展，量子信息技术同样是革命性的。他相信，由于高安全性优势，量子通信技术将在金融机构、国防政务、大数据中心大展身手，并有望在人们的移动支付、手机通信中得到应用。“在这个过程中，相关技术创新将会大幅降低成本。”潘建伟说。

本文图片均为新华社记者 才扬摄  
题图来源：新华网

近日，一枚新型火箭从天津港被吊装上专用的火箭运输船，大约需要7天的海上航行才能抵达海南文昌清澜港，在运至海南文昌航天发射场后，择日首发。

究竟是一枚什么火箭，让人们如此期待？原来，这是中国目前起飞规模最大、技术跨度最大、运载能力最强的火箭——长征五号运载火箭，它是科学家们“十年磨一剑”的结晶。因其首次采用零下252摄氏度的液氢和零下183摄氏度的液氧作为推进剂，箭体内部温度极低，又被形象地称为“冰箭”。那么，它何时发射？牛在哪儿？未来将用来干什么？

## 运载“冰箭”不简单

8月16日，由远望21、22号船组成的火箭运输船队从江苏省江阴市的中国卫星海上测控部码头出发，经过4天多的海上航行，于21日抵达天津港。

远望21号船副船长陆荣说，根据吊装任务计划，两艘火箭运输船将在随后6天时间内，完成“冰箭”的产品、运输保障、测量设备等40件集装箱的吊装上船。

在火箭运输任务中，吊装是关键的一环。需要采用远望号火箭运输船上的两台起重机同时双臂联吊，并与调压系统协同配合。由于此次运输航行在近海，航线上船舶密度大、渔网密集区多、气象复杂多变，不确定因素太多，吊装操作手的精准度要求必须达到百分之百。

从8月21日下午开始，远望21号船先后吊装完成运输保障设备和电气测量设备等8件集装箱。8月22日，装有“冰箭”分段的11件非标准集装箱相继被吊装上船。非标准集装箱大小各不相同，最大的装有火箭一级箭体的集装箱长度达到30余米，约为国际20英尺标准集装箱的6倍。随着最后一件集装箱被吊装上船，远望21号船所有火箭产品和相关设备集装箱吊装完成。据了解，剩余21件火箭集装箱吊装工作将在8月26日前由远望22号船完成。按照计划，远望号火箭运输队完成吊装后，从天津港出发，大约经过7天抵达海南文昌清澜港。

另外，8月21日，位于西安的中国航天科技集团六院召开长征五号首飞进场动员会。这标志着中国最大推力运载火箭动力系统各项后方准备工作已经圆满完成，即将奔赴海南文昌发射基地执行首飞任务。



长征五号火箭从天津港被吊装上远望22号火箭运输船，正在运往海南文昌。 齐创摄



火箭总装车间内的长征五号运载火箭整装完毕。 新华社记者 陈晔华摄

## “长五”十年磨一剑

自2006年“冰箭”研制项目立项以来，中国航天技术专家经过10年的不懈努力，突破了12个大项、200多个小项的关键技术，终于研制出综合指标达到国际主流运载火箭水平的长征五号。长征五号虽然隶属于“长征”系列，但是它是一款全新的火箭，拥有自己独一无二的特点。

首先，设计改变突出。其整流罩采用特别设计的冯卡门曲线外形，4个助推器头部都采用斜头锥造型。芯级直径由原来的3.5米扩大到5米，最大身高达62.2米，立起来有20层楼那么高，起飞质量约878吨，具备近地轨道25吨、地球同步转移轨道14吨运载能力，是中国现役火箭最大运载能力的2倍左右。它还能实现一箭多星发射，大大提高了效率，节省了成本。

此外，中国航天技术专家在“冰箭”的燃料上也下了不少工夫。不同于目前现役火箭使用的化学燃料，长征五号运载火箭采用液液液氧作为推进剂。由于其燃烧产生的是水，实现了无毒无污染。在800多吨的身体里，90%是零下252摄氏度的液氢和零下183摄氏度的液氧，接近低温极限，因此获得“冰箭”之誉。

“我国现役运载火箭存在运载能力不足、推进剂有毒有污染、适应性低、航区安全问题突出等问题。”长征五号运载火箭总指挥王珏认为，长征五号在提高中国运载火箭的可靠性、安全性、适应性与环境友好性方面，上了一个新台阶。

最后，“冰箭”是中国推力最大的火箭，起飞时最大推力可达1060吨。中国现役火箭发动机单台推力最大只有70吨左右。科研人员经过不懈攻关，将8台全新研制的120吨液氧煤油发动机装在4个助推器上，在一级和二级火箭上各装配了两台全新研制的氢氧发动机，实现了推力大跨越。

120吨液氧煤油发动机的威力到底有多大？专家打了个比方，120吨液氧煤油发动机产生的最高压强达500个大气压，相当于把上海黄浦江的水打到了5000米高度的青藏高原。

## 大火箭引领新时代

“冰箭”缔造了多个“首次”：首次采用直径为5米的大直径大集中载箭体结构，突破传统火箭3.35米直径的限制；首次将弹性和气流影响引入整流罩分离仿真，使用大型火箭旋转分离技术等。

“这将带动我国运载火箭升级换代和创新发展，有利于全面提升我国运载火箭的整体技术水平。”王珏说，“冰箭”首飞将大幅提升中国自主进入空间的能力，是中国由航天大国向航天强国迈进的重要支撑和显著标志之一。

“冰箭”如果发射成功，将解决现役火箭低轨道运载能力不足，难以发射空间站的重型组成舱这一难题。2020年计划建成的空间站，其中一个核心舱将由“冰箭”运载。此外，它还将承担嫦娥探月工程“绕、落、回”三步走当中最后一步“回”的发射任务。2020年计划发射的第一颗火星探测卫星也将由“冰箭”担当。

此外，以“冰箭”为跳板，中国未来将实现重型火箭方面的突破。

据了解，中国正在研制的重型运载火箭代号为“长征九号”，其箭体直径将达到9米、全长近100米、起飞质量达到3000吨、近地轨道运载能力达到100吨，将成为未来中国载人登月、大规模深空探测任务的主力。

按照计划，中国将用15年左右的时间完成推力3000吨级的重型运载火箭研制，2030年左右实现首次飞行。

# 『冰箭』将在文昌首发

崔馨月



准备就绪的文昌发射场。 新华社



量子科学实验卫星总设计师朱振才（右四）、副总设计师周依林（左四）与工作人员在量子卫星旁合影留念。

元，是一个能量的最小单位，不可分割。我们熟知的分子、原子、电子、光子等微观粒子，都是量子的一种表现形态。从某种意义上来说，世界本身就是由量子组成的。以光为例，它由一个个“光子”组成，一个“光子”的能量就是光能量变化的最小单位（因为光子进行了著名的小孔成像实验，此次量子卫星以他的名字命名，以纪念他在早期物理学方面的成就）。

我们换个说法来解释。如果把能量等物理量一份份往下分，分到无法再分的小块儿为止，这个小块就是量子。比如，氢原子中电子的能量只能取一个基本值： $-13.6$ 电子伏特或者其  $1/4$ 、 $1/9$ 、 $1/16$ 、 $1/25$  等。这些基

论相距多远，掷出来的结果始终是一样的。

量子理论的这种特性，最直接的一个应用就是量子保密通信。通俗说法是，一个人想要把秘密传给另外一个人，需要把存放秘密的箱子和钥匙一起传给对方。接收方只有用这把钥匙打开箱子，才能取到秘密。一旦这把钥匙被别人动了，由于量子不可克隆也不可分割，其状态会立刻改变，发送者马上就能发现，原有的钥匙作废；传递者再给一把新钥匙，直到接收方拿到为止。

## 卫星肩负3大实验任务

然而，要实现量子通信，主要困难是量子在长距离传输过程中会出现信号损耗。世界上现今一个比较公认的路线图是，先利用光纤在城市内构建一个网络，然后利用中继器连接各个城市，再通过卫星的中转实现远距离量子通信。

经过潘建伟等中国科学家近20年的技术积累和实践，目前，城市之间的量子通信网已经进入冲刺阶段。合肥示范网46个、济南90多个节点已顺利建成并开始测试，北京、上海城域量子通信网已基本建成，整个“京沪干线”将于今年下半年开通。专家预计，2025—2030年，覆盖全国的量子通信网络有望建成。

实现地面上相距数千公里甚



在量子保密通信上海总控中心内，量子科学实验卫星科学家演示实用化量子通信产品进行远距离保密通话。

## 为贫困地区留守儿童赠送玩具

# “希望工程玩具总动员”启动

本报电 8月24日，希望工程玩具总动员启动仪式暨希望义卖中心淘宝店上线仪式在中国青少年发展基金会总部举行。

“希望工程玩具总动员”是中国青少年发展基金会携手下希望青少年教育体育发展基金共同发起的一个公益项目，旨在以赠送玩具为切入点，关注农村留守儿童的心理需求和益智需求，让偏

远地区的儿童能够感受到来自全社会的爱和正能量。

据了解，希望义卖中心淘宝店测试版已上线，爱心人士可以在线选购中意的玩具，为贫困地区的留守儿童贡献自己的一份爱心。义卖所得货款在扣除必要成本后，将由中国青少年发展基金会用于希望青少年教育体育发展基金所实施的公益项目。玩具配送与善款使用情况将定期在希望义卖中心淘宝店的爱心公告栏日发布。

在启动仪式上，来自河北省兴隆县八卦岭乡冷咀头希望小学的小学生表演了课本剧《心愿》，并与来自香港的小朋友同台联欢，表达了对未来的美好期望。  
(罗兰烁)