

科技云

科技连着你我他

■本期观察:张 曦 王 宪 邓杰文

量子雷达



近年来,随着隐身技术的快速发展,科研人员一直想要研究一款针对隐身战机的雷达。经过多年探索,量子雷达的概念被推上了历史舞台。

量子雷达,是一种利用量子现象进行目标状态感知和信息获取的特殊传感设备。它具有探测距离远、灵敏度高、可识别隐身平台及武器系统等突出特点。相比于传统雷达,它能在复杂背景噪声干扰中“独具慧眼”,快速识别并分辨出被探测目标,并且“精准无比”。

未来战场上,部署在地面和水面作战装备上的量子雷达,可对几乎所有空中目标进行探测,并能持续跟踪目标轨迹和行踪。而装备量子雷达的作战飞机,相当于拥有一双战场“透视眼”,可实现对极远距离目标的提前打击,作战潜力不可小觑。

相关专家表示,一旦量子雷达的研发突破现有的工程应用瓶颈,隐身战机的优势将不复存在,未来战场定会产生新的“游戏规则”。

量子计算机



当某装置以量子算法运行、处理和计算量子信息时,它就是量子计算机。

有人说,量子计算机的诞生是颠覆性的。那么它的颠覆性体现在何处?就在于它有着强大的信息处理能力和优越的运行速度。据研究人员称,世界运行速度最快的超级计算机 Summit 需要 1 万年完成的计算,量子计算机只需用时 3 分 20 秒钟,它有力验证了“量子霸权”言论的可信性。

尽管量子计算仍然是一个高度实验性的领域,但如果能持续获得进展,它将有用于解决当今经典计算机实际上不可能解决的计算问题。前不久,美国 IBM 公司成立了新量子计算中心,紧接着推出了全球首台 53 位量子计算机,供量子计算客户使用。与之前的计算机相比,其最新的定制电路,极大地优化了运算效能。该公司称,正与多方进行密切合作,力求实现新的突破。

量子卫星



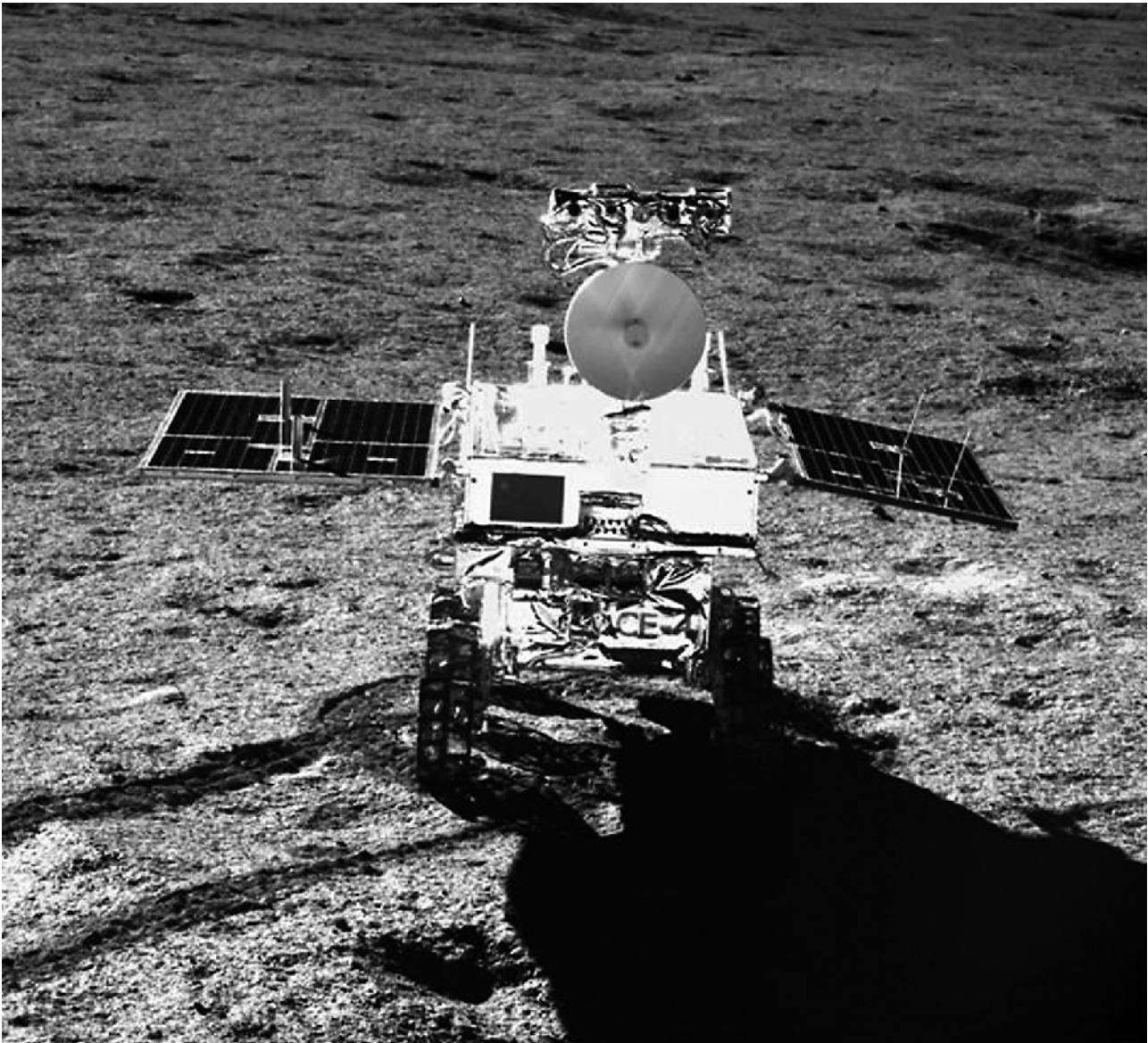
前不久,由我国多家科研单位共同研制的全球首个可移动量子卫星地面站,在济南与“墨子号”量子科学实验卫星对接成功,标志着我国在量子领域的科技创新与应用又取得新突破。

量子卫星是以量子通信作为信息传递方式的人造卫星。量子通信是指利用量子效应进行信息传递的一种新型通信方式,由于量子具有无法被复制以及可跨越空间完成瞬间传递的特性,因此通信中信息无法被窃取,具有极高的安全性。

作为星地通信的关键节点,量子卫星在量子信号的中继转发、实现远距离通信中起着重要作用。在量子信号传播过程中,信号的损耗主要发生在距地面较近的大气中,一直是阻碍星地通信实现的技术瓶颈。经过研究人员不断努力,量子信号传播的最远距离目前已成功突破至百公里量级,为量子卫星的诞生奠定了坚实基础。

玉兔二号：月背的探路先锋

■李潇帆 宋星光 武勇江 本报记者 安普忠



踏上月背的玉兔二号。

域取得的重大发现——我国利用玉兔二号搭载的测月雷达,揭示了月球背面着陆区域地下 40 米深度内的地质分层结构,对于了解月球曾经的撞击过程对月表的改造、火山活动规模和历史具有极为重要的价值。

作为人类首辆登陆月背的月球车——玉兔二号的神秘之旅,始终吸引着世人的目光。

在举国上下万众一心抗击新冠肺炎疫情的日子里,搭乘嫦娥四号着陆器于去年初来到月背、担负巡视探测任务的玉兔二号和它的“驾驶员”们,依然坚守在航天一线,以不断探索的脚步在认知月背,也在为祖国祈福加油!

2 月 27 日,中国科学院国家天文台科研团队在国际科学期刊《科学·进展》上,发表在月球深空探测领域取得的重大发现——我国利用玉兔二号搭载的测月雷达,揭示了月球背面着陆区域地下 40 米深度内的地质分层结构,对于了解月球曾经的撞击过程对月表的改造、火山活动规模和历史具有极为重要的价值。

作为人类首辆登陆月背的月球车——玉兔二号的神秘之旅,始终吸引着世人的目光。

在举国上下万众一心抗击新冠肺炎疫情的日子里,搭乘嫦娥四号着陆器于去年初来到月背、担负巡视探测任务的玉兔二号和它的“驾驶员”们,依然坚守在航天一线,以不断探索的脚步在认知月背,也在为祖国祈福加油!

2 月 27 日,中国科学院国家天文台科研团队在国际科学期刊《科学·进展》上,发表在月球深空探测领域取得的重大发现——我国利用玉兔二号搭载的测月雷达,揭示了月球背面着陆区域地下 40 米深度内的地质分层结构,对于了解月球曾经的撞击过程对月表的改造、火山活动规模和历史具有极为重要的价值。

作为人类首辆登陆月背的月球车——玉兔二号的神秘之旅,始终吸引着世人的目光。

热点追踪

我国何以独辟蹊径造访月背

“小时不识月,呼作白玉盘。又疑瑶台镜,飞在白云端。”李白的这首描写明月的诗句千载流传。白玉盘、瑶台镜虽是诗人对明月的比喻和想象,却恰巧说出了——就像人们总是经常看到盘子和镜子的正面一样,当我们举头望明月时,看到的也始终是月球的正面。

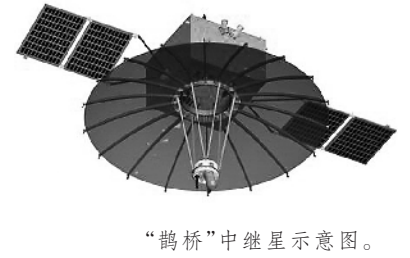
古往今来,由于月球的自转和公转同步,所以月背从未示人,因此有着更为吸引人的科学探测价值。与相对平坦的月球正面不同,月背地形更为崎岖,几乎全是环形山和古老的陨石坑。嫦娥四号计划着陆的月背南极——艾特肯盆地,是太阳系第二大超级陨石坑,更接近月球最原始的情况。在月背巡视,开展地形地貌探测、浅层结构和矿物成分探测,将为人类研究月球矿物质结构和太阳系起源提供更多更丰富的第一手资料。并且由于月球自身的遮挡作用,对月背形成天然“屏障”,没有来自地球的各种辐射干扰,能有独一无二的纯净环境开展各类天文观测,可以填补地面射电观测的诸多空白。

除此之外,登陆月背不仅对航天领域意义非凡,作为一项极具想象力和突破勇气的科研实践,还将催生和推动一系列高新技术的快速发展,对我国科技创新发展产生积极而深远的影响。

登陆月背到底有多难

虽然,苏联与美国已经完成了对月背的成像工作,但在嫦娥四号登陆月背之前,一直没有航天器造访这片古老的神秘之地,其中一个主要原因就是通信障碍。由于月球自身的阻挡,地球上的测控站无法与月背建立无线电通信,也就无法对飞越或着陆月背的航天器进行测控。形象地说就是,月球背面不在“服务区”内。

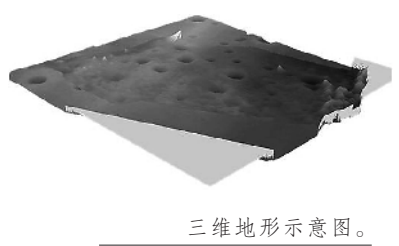
为解决这一难题,必须建立一座崭新的连接地球和月背的“通信基站”。经过专家们的反复论证,最终决定在环地球月拉格朗日 L2 点的 Halo 轨道上放置一颗“鹊桥”中继星。地月拉格朗日 L2 点是地月系统中的 5 个平动点之一,位于地球至月球连线的延长线上,与地球、月球的位置相对固定。由于平动点特殊的动力学特性和在三体问题中相对固定的几何位置,决定了它在停泊中转、中继通信、天文观测、星际转移等深空探测任务中,具备独特的工程应用价值。



“鹊桥”中继星示意图。

“鹊桥”中继星是我国首颗、也是世界首颗地球轨道外专用中继卫星。2018 年 5 月 21 日发射后,在地面的控制下,完成了地月转移、月球借力转向、Halo 轨道捕获等关键控制,成功实现了环绕 Halo 轨道的飞行。在完成在轨精度和指向测试后,具备了实现地面深空站和月背数据中继的能力。“鹊桥”这座通信桥梁的架通,使我国航天器的月背软着陆最终从美好的设想开始变为现实。

玉兔二号代表人类成功造访月背



三维地形示意图。

嫦娥四号任务位于我国探月工程“绕、落、回”三步走中的第二阶段。此前,嫦娥一号、嫦娥二号实现了第一阶段的绕月目标,嫦娥三号成功降落虹湾,成为我国第一个软着陆的无人登月探测器。2018 年 12 月 8 日 2 时 23 分,长征三号乙运载火箭从文昌卫星发射中心腾空而起,把嫦娥四号送入预定轨道,正式拉开人类探测月背的大幕。

2019 年 1 月 3 日,嫦娥四号着陆器搭载玉兔二号到达月背,并于当年 1 月 11 日完成两器互拍,标志着嫦娥四号圆满完成任务。在此之后,玉兔二号就承担起对月背巡视探测的主要任务。作为首辆登陆月背的月球车,玉兔二号走出的每一步都在刷新人类纪录,传回的每一张照片都在开拓着人类视野。

仅仅降落月背,“走两步”、拍几张片子,并不能满足我们探索的欲望。操控玉兔二号进一步探测,才是北京航天飞行控制中心月球车“驾驶员”们的目标。但月背最远距离地球 40 多万公里,在如此长距离情况下开月球车,可不像在地面行驶那么简单,这就不得不有效利用月背遥控操作技术。

作为控制玉兔二号的主要手段,月背遥控操作技术包括感知、规划、执行、休眠、唤醒五大部分。感知就是使用月球车的导航相机对月球进行拍照成像。由于导航相机的双目结构,可以在同一时间拍摄两张照片。根据这两张照片,地面人员可以还原出月面的数字影像图,从而判断出月面地形的具体情况,包括撞击坑的宽窄、深浅,石块的大小、距离等信息。

在拍照感知到玉兔二号所处周围

环境信息后,地面控制人员依据月面数字影像图和科学家团队确定的探测目标点,按月球车的越障、爬坡等通过能力,规划出一条月球车行驶的安全路径,并设定从起点至终点的各个导航点。这一过程,就像是在确定目的地以后,导航定位系统根据地图和所处的周围环境,规划出一条最优的抵达路线。

确定好路线以后,接下来就到了实施层面。北京航天飞行控制中心的遥控操作人员将规划结果转换成控制指令,通过地面深空站发送到“鹊桥”中继星,再由“鹊桥”中继星将指令转发给月背的玉兔二号月球车,玉兔二号在接到指令后就会按指令完成移动工作。

在对玉兔二号的操作过程中,大家经常听到休眠和唤醒两个动作,从字面理解,就仿佛是生命体的生物本能。而玉兔二号实质上是一个精密的月球探测机器人,怎么也需要这样的操作?这和月球的客观环境相关。月球的一天为 27 个地球日左右,其中一半为白天,称之为月昼;另一半为黑夜,即月夜。在月夜期间,月面温度将降至-190℃左右。在过低温度下工作,会对月球车及其搭载的科学设备造成损害。为确保玉兔二号的安全,要控制其在月夜到来前在休眠区进入休眠状态,让车体收拢桅杆和一侧太阳帆板,使用同位素温差电池对设备进行月夜保温,使之以安全姿势进入“梦乡”,即为休眠。

当太阳升起,月昼到来时,玉兔二号也该“起床”工作了,也就是唤醒操作。随着月球车太阳帆板受到阳光照射,当其发电功率达到一定值后,月球车将自主唤醒,并主动向中继星发出通信信号,告诉地面的“驾驶员”们:“我醒来了!”地面工作人员收到信号后,就会给它发送指令,完成唤醒状态设置。玉兔二号就这样展开了“新一天”的工作。

玉兔二号背后的“驾驶员”们

从 2019 年 1 月 3 日玉兔二号代表人类首次来到月背开始,至今已在月背生活了近 15 个月。这段时间,玉兔二号和北京航天飞行控制中心的“驾驶员”们

通力合作,取得了一个又一个举世瞩目的成就,也克服了无数鲜为人知的难关。

2019 年 1 月 11 日,嫦娥四号着陆器与玉兔二号完成了两器互拍,任务圆满而顺利。但如果细心观察可以发现,着陆器并不是正面照,而是侧着拍摄的,这其中也是有原因的。

1 月 3 日落月以后,按照原定计划,玉兔二号在月面初始化后进行两器分离。但北京航天飞行控制中心主任李剑坚持要在分离之前进行环拍,确定周围环境后再行动。因为环拍会耽误时间,现场有人提出了异议,但他执意如此。当环拍图下传后,在场的人都惊出了一身冷汗:“幸亏先做了环拍!”

原来,着陆器周围有 3 个大坑,且原定的拍摄点还在北面一个巨大撞击坑内。经现场会商后,他们调整了原定的行驶方案,决定抄近道,避开撞击坑,直接朝着目标挺进。同时还修改了拍摄点,将原定位置西南的一个点作为最终拍摄点,给着陆器来个“侧颜照”。



嫦娥四号着陆器“侧颜照”。

在月面探测过程中,类似的随机应变还有很多,惊喜收获也有不少。2019 年 8 月,“驾驶员”们在日常探测中意外发现了散发着彩色光芒的神秘物质,并在此后的两个月里对其进行探测;2019 年国庆节前夕,“驾驶员”们操控玉兔二号遥望“泰山”,拍摄成像,祝福祖国 70 华诞。而此处的“泰山”,则是嫦娥四号着陆点所在冯·卡门坑内的中央峰,这是我国首次获得的“山”类月球地理实体名称的自主命名。

截至第 15 月昼,玉兔二号已经在月面累计工作 423 天,总行程达 399.788 米,早已打破了尘封 49 年的苏联“月球一号”在月面生存 322 天的纪录,成为在

月球上生存最久的月球车。

玉兔二号的本领和新发现

玉兔二号身上携带有 4 种开展月球背面的科学探测装置,分别是全景相机、测月雷达、红外光谱仪、中子探测仪。

全景相机可拍摄高分辨率的月面光学影像,能够实现三维立体成像,跟随月球车对巡视区进行近距离勘测,从而进行地形地貌分析。还能依靠桅杆的左右旋转和上下俯仰,对周边环境进行 360° 拍摄,再拼接出整个环拍区域地形地貌的全部形态。另外,全景相机具有全色和彩色两种成像模式,两器互拍中着陆器上的五星红旗能够鲜艳夺目,便是它的功劳。

测月雷达可发射微波,通过电磁波对月球浅层地质结构进行探测,就好比是一台给月球做 CT 的设备,通过回波探测月壤的物质结构。

红外光谱仪由可见红外的成像光谱仪、短波红外光谱仪和定标防尘组件构成,依靠月球车的移动能力,可以在到达指定科学探测点时,对月球车前方 0.7 米的月表进行精细光谱信息获取,分析物质成分。

中子探测仪通过探测月球表面的中性原子和离子,探知太阳风如何作用于月球表面。

这 4 种装置拓展了玉兔二号的本领,在它们的助力之下,玉兔二号不断在月背取得新的突破,创造了一个又一个举世瞩目的成果。

截至第 15 月昼,着陆器利用自研同位素电源,测量了月夜期间的月表温度,世界首次获得月表最低温为-195℃,刷新了月表最低温为-180℃的国际认知。

赢得全世界的褒奖

一年多来,玉兔二号在月球上默默创造了多项纪录,吸引了世界的目光。2019 年 11 月 25 日,英国皇家航空学会 2019 年度颁奖典礼在伦敦举行,嫦娥四号任务团队获得本年度全球唯一的团队金奖。该奖也是英国皇家航空学会成立 153 年来首次给中国项目颁发的奖项。



任务团队获得的金奖。

2019 年 12 月 5 日,在东京开幕的第三届国际月球村研讨会上,“中国嫦娥四号探月任务”获得月球村协会颁发的“优秀探月任务奖”,成为该奖项首批获奖项目。

美国国家航空航天局也在嫦娥四号升空以来持续关注。他们利用月球侦察轨道飞行器相机,追踪玉兔二号的轨迹,还找到了龙江-2 号撞月点,用另一种方式见证着中国人探索太空、创造历史的足迹。

今年 1 月 11 日,中国科学院院士和中国工程院院士投票评选的“2019 年中国科学十大进展”中,嫦娥四号实现人类探测器首次月背软着陆,“探测到月幔物质外露的初步证据”稳居榜首。

荣誉的背后是沉甸甸的责任,责任的背后是人类不懈探索太空奥秘的追求。“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。”中国航天人将在驾驭月球车“活得更久,走得更远”目标牵引下,跨越 38 万公里的距离,探索月背更多的奥秘。