

为了探寻月壤的奥秘

●付毅飞

1935.3克！这是人类首次从月球背面采集到的月壤质量。

嫦娥六号任务期间，作为参研参试人员，中国航天科技集团有限公司（以下简称“航天科技集团”）张肃的内心一直在“打鼓”——究竟能钻采多少月壤？

最终，经中国科学院国家天文台测量，嫦娥六号任务采集的月壤，比4年前嫦娥五号从月球正面采集的多出200余克。其中，通过钻取方式采集的月壤，比嫦娥五号任务多出约60克。

“这些样品来自于月球表面最大、最深、最古老的撞击盆地，可能包含更深层次物质，对研究月球的演化过程具有重要意义。”日前，张肃告诉科技日报记者，“多年来，研发团队潜心研制钻取采样装置，打造月球取壤利器，为科学家们探寻月壤奥秘打下坚实基础。”

电机仅保温杯大小

实施月球采样任务时，钻取过程中极易遭遇坚硬的玄武岩。如何破岩？除了要有高强度的切削钻头，还需要强劲电机提供动力。

早在2008年，研发团队就开始了电机研制工作。最大的困难，是如何让它又轻又小。

“即便电机质量只增加几百克，也会让携带它的载具随之增重，从而影响整个探测器的承载和尺寸，进而可能导致发动机燃料成本大幅增加。”张肃解释。

这就意味着，不仅要“鱼和熊掌兼得”，而且要“一举四得”——电机的体积、质量、功率和扭矩，一个都不能少！

外壳重就换材料、扭矩小就加减速器、轴承大就改款式……航天科技集团孙启臣笑称：“孙悟空是千方百计要翻出如来的手掌心，我们却是想方设法要将组件控制在‘方寸天地’内。”

反复论证，确定多级“电机+多级减速器”方案；再三考量，首次将滚针轴承应用到我国宇航级产品中；新材料、高强度框架结构等多种“黑科技”加持……团队绞尽脑汁，终于设计出仅有保温杯般大小、功率却高达千瓦以上的电机。

“疑难杂症”总是环环相扣。此时，电路控制难题又随之而来。

“星上供电电压只有29伏，要让电机功率超过千瓦级，供电电流需达到40安培左右。”张肃告诉记者，这可能导致电机刚开始运转，就因为局部温度迅速升高而损毁。

大家又巧妙地利用逆变升压技术提高电压、减小电流，并通过混合润滑方式，在有效化解热效应集聚的同时，让整个机构受力更均匀。

随着大载荷下轻小型零件易磨损、狭小空间内电流波动引发电磁干扰、强电流时对电子电路的安全保护等难题一一获得破解，历经四代样机打磨，研发团队终于研制成功国内首款星用高功率密度电机。

预案比《新华字典》还厚

2012年，钻取采样装置迈入工程样机的研制阶段。“这是一个复杂而繁琐的过程。”孙启臣说，“装置既要适应月球空间环境，还要满足各种地质工况要求。”

只有通过大量钻取试验，才能制定出万无一失的任务预案。

模拟出月壤是第一步。团队参考已知的月壤成分、密度和力学参数，以及国内外相关文献资料，联合清华大学和中国地质大学展开研究。

“我们利用地球上的火山灰、玄武岩等成分相近的原材料，经过筛分、研磨，用直径10微米至41毫米的颗粒，研制不同配比的模拟月壤材料。”航天科技集团尹忠旺告诉记者，这些材料被装进几米高的桶里，按照一定的密度要求挤压、夯实，模拟出各种真实场景下的月壤。

一桶土最多钻6次，就要更换材料，重新夯实。团队成员好似“机器人”一般，日复一日地重复着夯土、钻取、采样、分析、改进等一系列流程。

每次钻完，大家又变成了“考古队员”，细心地将钻孔剖面一层层扒开，分析记录各类参数，再与此前积累的数据进行比对，制定出不同“月壤”环境下的钻取方案。

“实际采样时，一旦遇到问题，地面就可以根据钻取参数，迅速判断遇到什么工况，对应哪种方案。”孙启臣告诉记者，“任务中，真正用于钻取的时间只有65分钟。我们必须在地面把工作做充

分，节省在轨处理时间，避免现场‘拍脑门作决策’的情况。”

或许有人不解：何必如此繁琐，直接“油门到底”“火力全开”，岂不省事？

张肃介绍，钻取采样处置方法并非越强烈越好，过于激进的方法会产生剧烈振动，造成部分已经取到的样品坠落。因此，执行任务时，会从不损失样品的方案开始尝试，按照由弱至强、逐步提升的原则采用预案。

经过数千次钻取试验，团队总结归纳出3大类、46种工况，针对所有能考虑到的状况，制订了比《新华字典》还厚的预案。2017年，研发团队完成了钻取采样装置正样研制工作。

从“提心吊胆”到“手拿把攥”

“卡住了！”“启动应急预案！”

操控人员话音刚落，旁边的孙启臣，心一下子提到了嗓子眼。每每提及2020年嫦娥五号在执行我国首次月面采样任务时，提芯上拉样品软袋遇阻的那一幕，他仍心有余悸。

38万公里外提拉受阻，一次、两次处置，均未成功。当时，团队甚至想到了最坏的结果——如果在规定时间内提不出来，上升器只能舍弃钻取样品，按计划起飞。

孙启臣虽心急如焚，但依然保持冷静。他判断，软袋里可能有较大石块，卡住了管芯。

操控人员对照预案，采取了复合性措施——将提芯机构输出能力调至最大，辅以底部冲击力，让软袋松动，终于将样品袋从钻杆内提取出来。

“就像血管中血栓一下被捅开，接下来就畅通无阻了。”孙启臣记忆犹新。事后，经国家天文台确认，样品中果然有石块。

经历过这场虚惊，到今年6月嫦娥六号采样时，孙启臣从容多了：“‘手拿把攥’的感觉，跟上次的‘提心吊胆’完全不一样。”

他的自信来源于这几年更加完善的地面准备工作——预案更充分、更细化，操作上也更加自主智能。

以前的任务，是由操控人员监视在轨参数并进行研判。而在嫦娥六号任务中，钻取采样装置实现了软件自动读取、分析参数，按程序自主操作。

“在正常工况下，程序会根据实时数据，控制电机升挡降挡、调节转速等。”尹忠旺介绍，如果参数超出阈值，程序会自动停止钻进，并显示遇到的问题，以及有哪些对应预案。待地面决策后，再按照控制指令继续工作。

如今，嫦娥五号、六号任务



2 运营高效 降本增效

除了出行体验更优化，智慧民航建设还缩短了旅客的等待时长，让出行更加高效。

“亲爱的旅客朋友们，A区安检口排队人员较少，可由此左转直行150米到达。如需机器人导航服务可点击屏幕带路按钮，机器人将陪您一路同行。请检查是否携带禁限带物品，禁限带物品种类为打火机、水……”在长沙黄花国际机场T2航站楼，机器人正进行旅客的引导和分流，引导旅客分区进行安检，让排队出行更加快速。

单向无感毫米波安检通道目前也在长沙黄花国际机场试运行。经测试，启用单向无感毫米波安检通道后，旅客等待安检时长将缩短至8分钟左右，缩短近16%。据悉，机场还考虑对接预安检闸机系统，通过物联网同步实时安检人数至智能机器人和分流提示屏，引导旅客选择安检区域。

从机场出发登机，在连接航站楼登机口与飞机舱门的登机桥上，旅客同样能够感受到效率的提升。

飞机在靠近航站楼的指定机位停稳后，通常都需要相应的登机桥操作员进行手动操作，对登机桥操作员的技术熟练程

度和经验要求较高。自动驾驶的应用，则显著降低了旅客的等候时间。例如，在成都天府国际机场的登机桥全自动搭设场景下，接靠桥时间仅需约50秒，退桥时间则在30秒左右，相比人工操作登机桥80秒左右的接靠桥时间和50秒左右的退桥时间有了提升。

机场各环节运营效率提升，除了让旅客更舒心便捷，对于航空公司而言，飞机在机场地面运作过程中节省的每分每秒，都是实实在在的降本增效。例如，北京大兴国际机场通过分析影响航班滑行时间的数据，改进管理模式，让出港滑行时间缩短了5分18秒。滑行路线的优化不仅节约地面滑行时间，在节能降碳方面也颇有成效。

“未来，人工智能技术在提升机场运营效率方面有很大的潜力。”据青岛民航凯亚系统集成有限公司产品部总经理薛玲祥介绍，时间预测算法模型可以精准预测航班进港滑行时间、航空器入位时间，平均缩短保障作业人员等待时间约6分钟；电子进港单式的进程监管还能减少冗余信息的干扰，提升指挥员工作效率约20%。

已圆满成功。研发团队正向着探测火星、小行星、木星等任务发起新的挑战。

9月23日，习近平总书记在接见探月工程嫦娥六号任务参研参试人员代表时发表重要讲话强调，探索太空永无止境。希望航天战线同志们再接再厉、乘势而上，精心开展月球样品科学研究，接续实施好深空探测等航天重大工程，推动空间科学、空间技术、空间应用全面发展，为建设航天强国再立新功。

“这让我们备受鼓舞，同时也深感责任重大。”孙启臣说，“未来，我们将大力弘扬追逐梦想、勇于探索、协同攻坚、合作共赢的探月精神，向高质量、高效益深空探测之路继续迈进！”（据《科技日报》）



“现在机场的安检真是太方便了，不需要纸质登机牌，很快就能完成身份核验。”来自北京市海淀区的王女士告诉笔者，在北京大兴国际机场，旅客只需在通过闸机时刷一下相关证件，人脸识别机器会立即自动完成人证比对，实现“无感”通行。

除了机场安检，在值机、行李托运

和登机的各个环节，旅客在完成刷脸后便能快速办理手续。“我们的‘OneID’平台（机场生物识别服务平台）会提前采集旅客的个人身份和人脸等信息”，据中国航信有关负责人介绍，平台会完成人证合一核验并在后台生成唯一身份标识。目前，该平台已在广州、上海等城市的20余家大、中、小型机场投入使用，并不断拓展业务场景。

在视觉识别、人工智能算法等技术的帮助下，旅客不仅可以享受更“丝滑”的登机服务，还可以体验更高效安全的行李托运服务。

近日，新疆库尔勒梨城机场机器人行李分拣系统即将投入使用。据了解，该系统可以满足不同类型行李的自动装车堆叠，大大提升行李分拣效率和准确性，是人工智能和机器人技术在民航领域的应用。

机场在行李的运输、装卸等多个环节也正逐步实现自动化与智能化的升级。据民航成都物流技术有限公司装备技术总监向勇介绍，团队研发的行李自

动装载系统能精准识别、抓取行李，并根据尺寸自动码放至拖车上，有效解决了传统作业中的劳动强度大、效率低及破损率高等问题。

从地面到空中，智能技术的融入极大提升了旅客的出行体验。作为民航业内率先将数字人民币应用于航空服务场景的机场，湖南长沙黄花国际机场引领潮流——旅客可以使用数字人民币红包在机场航站楼内的茶颜悦色等精选餐饮店铺进行消费。此外，该机场还推行了电子红包、针对首次乘机旅客的专属服务等多元化应用场景，为旅客带来了便捷与惊喜。

在“云端”，客舱无线网络服务让旅客在万米高空也能“冲浪”，丰富了旅客的出行体验。近日，中国东方航空迎来了其机队中的又一架国产大飞机C919，该机型可实现客舱局域网服务，为乘客提供了更为丰富的娱乐选择。未来，国内航线有望普及高速、经济的空中互联网服务，让旅客畅享空中旅行美好时光。

3 安全保障 坚实可靠

在北京大兴国际机场，托运行李安检采用了当前业界最先进的计算机断层扫描（CT）安检设备。凭借三维图像的人工智能识别和自动报警技术，设备可以对托运行李进行爆炸物自动检测，提升安全性。“CT安检设备可以解决传统X光机安检时，二维图像被遮挡部分看不清楚的难题。”该设备研发企业相关负责人李元景说。

智慧民航还致力于构建数字安全的坚固防线，确保重要业务信息系统和关键数据资源安全。

“在给旅客开具电子行程单的过程中，必须注意隐私保护。”中国航信有关负责人介绍，该公司推出的电子行程单开具系统平台，通过引入多票种防重功能，能够形成与传统行程单的智能区分。同时，中国航信全面升级了安全性能，所有接口调用均实施实名管控，数据加密传输并安全存储，为用户提供了坚实可靠的数字安全保障。“截至10月底，民航电子行程单开具量已突破550万张，单日最高峰值达到11万张，具备了规模化开具的能力，预计年底前将实现千万级开具量，满足了广大旅客对报销流程高效便捷、全面电子化的需求。后续我们还将继续加强隐私保护，保障用户安全。”该负责人说。

（据《人民日报·海外版》）

智慧民航 出行便捷

●李贞 宋佳航

①近日，在北京首钢国际会展中心举办的第二届CATA航空大会上，观众在参观客机模型。

杜建坡摄（人民视觉）

②图为停放在海口美兰国际机场T2出发层的自动驾驶接驳车。

刘洋摄（人民视觉）

1 通行“无感” 服务“丝滑”