



V200

走南闯北 / 小菜一碟

中海达小碟
测量小菜一碟

- ✓ 内置全国CORS服务，开机即测
- ✓ 国内领先，全面覆盖



中海达
HI-TARGET

广州市中海达测绘仪器有限公司

网址: www.hi-target.com.cn
热线: 400-678-6690

资讯查询



服务获取



定位 POSITIONING

2021/03/29
春季刊 总第51期

中海达
HI-TARGET



机载雷达的“点云智慧”

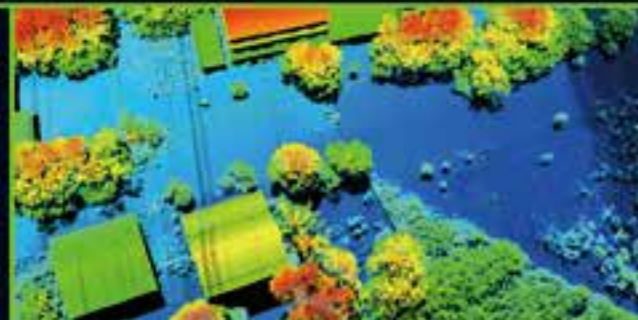
地质灾害/公路勘测/电力行业/林业资源调查/房地一体



硬核

智喙
PM-1500

高精度
高点校
长测程



超级保障·无限次维修

定制化设计·高扩展性



恶劣环境测量小菜一碟

中海达小菜
测量小菜一碟

- ✓ 搜索+解算卫星可达45+
- ✓ 全星座全频段，支持北斗三卫星信号
- ✓ 树林/楼宇等恶劣环境固定快，精度高



当激光雷达遇上无人机

激光雷达作为一种遥感手段，在20世纪60年代首次被安装在飞机上使用。1971年，阿波罗十五号实现了人类历史上第四次登月，带回一张月球表面地形图，此图便是由最早一批激光雷达仪器——激光高度计完成。

地面、车载、室内，在激光雷达的发展中，这些都被寄予厚望，但随着近年无人机技术的发展与成熟，激光雷达似乎找到了新的“最佳拍档”。

通过激光雷达传感器，无人机可以向地面发射激光脉冲，用回波讯号来精准检测距离和平面高度，从而进行三维立体构图。更重要的是，很多人类难以抵达的地方，无人机都可以轻松搞定，可直接有效地测量三维现实世界，并且具有数据精度高、受天气条件影响小、自动化程度高、层次细节丰富等优点，能进行夜晚作业、植被提取、DEM提取、精细化结构建模等传统航空摄影测量做不到的操作。

无人机为激光雷达插上翅膀，而激光雷达成为无人机的“透视眼”，强强联手，迸发勃勃生机，在地形测绘、三维建模、电力巡检、农林业普查等领域得到广泛应用。ASDReports发布的《2017-2021年全球机载激光雷达系统市场、分析和预测》研究报告显示，全球机载激光雷达市场预计在2021年底将达到15.5亿美元。

虽然前景一片大好，但目前无人机载激光雷达的普及程度远远不够，产品价格高、集成度低、操作复杂……性价比问题成为其能否“飞入寻常应用中”的关键。

自从2012年起，中海达就成立了专业的激光雷达公司，自主研发国产激光雷达，探索应用服务与产业化，并率先攻克了全波形激光雷达的关键核心技术，打破国外技术垄断。2020年底，在沉淀十年技术积累和行业理解后，中海达推出了全新中长测程高精度机载激光雷达测量系统PM-1500，价格更低、重量更轻、性能更强、集成更便捷、保障更优……

有人说，机载雷达市场迫切需要一款能够真正推动技术平民化普及的产品，从而带动更高效广泛、针对不同应用场景的解决方案。千帆竞发，百舸争流，希望未来能突破行业、为社会创造更大价值的是国产品牌，最好，就是中海达。📍

华星

品牌代理 / 2008.7.7

A30

测陡坎测墙角/小菜一碟

中海达小碟
测量小菜一碟

✓ 6秒快速初始化，摇一摇就测

✓ 高频无延迟，稳定不退出



中海达
HI-TARGET

广州市中海达测绘仪器有限公司

网址: www.hi-target.com.cn
热线: 400-678-6690

资讯查询



服务获取



定位 POSITIONING

2021年3月 春季刊 (总第51期)

出品

广州中海达卫星导航技术股份有限公司

执行总编/李烨

主编/孙蓓

副主编/何溪

记者/李善清 罗嘉欣

发行/何溪

美编/卢洪朗

联系方式

地址: 广州市番禺大道北555号天安科技园13号楼
电话: 020-22883901
传真: 020-22883900
邮箱: bjb@zhgps.com
网址: www.hi-target.com.cn

声明

内部资料, 免费交流。
文章所述仅为作者个人观点, 不代表本刊或者中海达相应立场。
版权所有, 如需转载, 请注明出处。

新征稿

每一个行业人的故事都值得被记录和传播
无须华丽辞藻、精湛摄影、酷炫特效
朴实、走心、真实才充满力量

短视频: 500元/分钟

(稿费以最终播出视频的时长计算)

原创视频: 像素不低于1280*720, 与空闻信息行业相关, 包括行业热点、关键技术等。

中海达的抖音号开通了, 精彩内容扫码就知道。



文章: 200-500元/千字

原创, 与空闻信息行业相关, 文体不限。

图片: 50-100元/张

与空闻信息行业相关, 不小于1M, 附标题和50字以上文字说明。

应用案例: 1000元/篇

原创, 中海达仪器在工程、项目中的实际应用, 包括项目背景、仪器型号、应用成果、用户评价等, 至少附2张。

其他: 200元起

H5、音频、漫画、书画作品等其他形式, 原创或经主办方同意内容, 与空闻信息行业相关即可。

投稿邮箱

1. 邮箱: bjb@zhgps.com

2. 微信: 添加小达为好友即可投稿



作品一经采用, 即付稿费, 稿件内容商定, 最终解释权归中海达所有。



CONTENTS

目录

定位

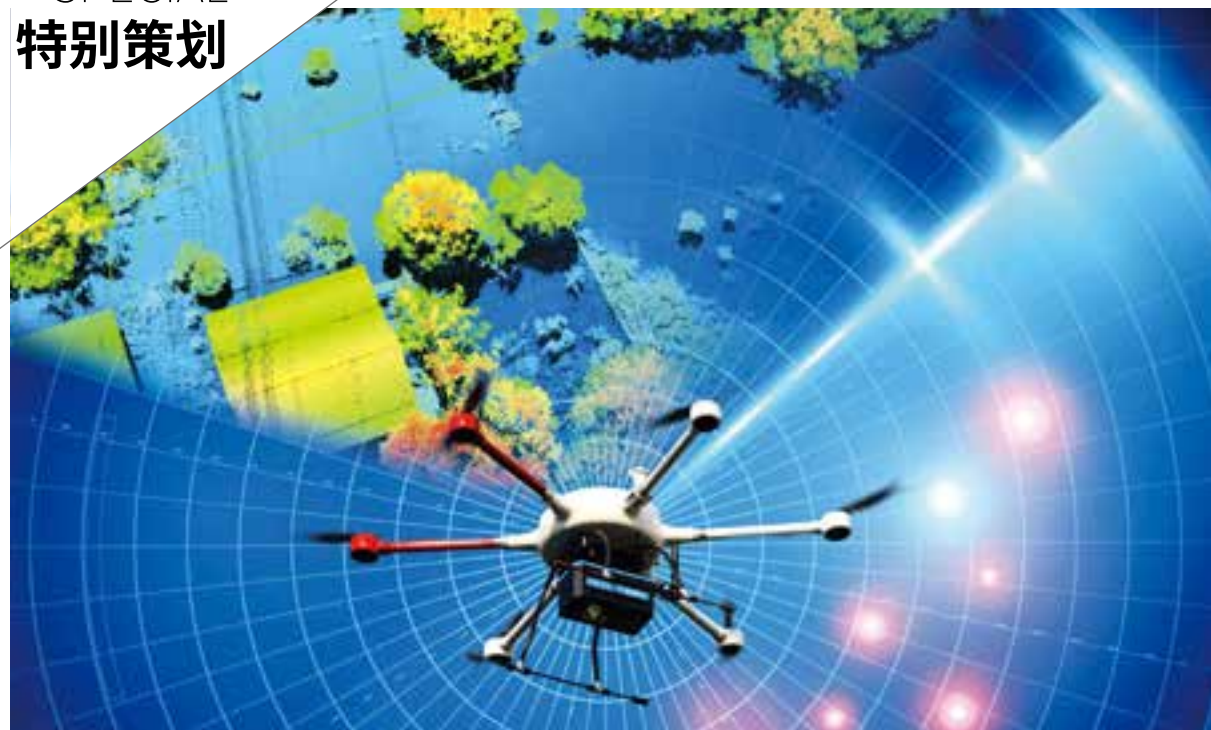
2021年3月29日

总第51期

P10

SPECIAL

特别策划



机载雷达的“点云智慧”

机载激光雷达技术应用有多丰富？在地质灾害中发现隐患、在林业调查中得出树木冠幅、在电力行业中革新作业方式高效完成电力优化线路、在公路勘测中提升道路设计效率、在房地一体中助权籍测量飞出加速度.....机载激光雷达技术应用愈发丰富，为行业赋能。

- 10/ “云”上定乾坤，机载雷达的多彩应用
- 12/ 杨必胜：机载雷达应用，离不开产业链支撑
- 应用篇
- 18/ 让地灾隐患早发现
- 22/ 公路勘测快速灵活精度高
- 26/ 革新电力行业作业方式
- 30/ 解放人力，林业资源调查精准又高效
- 34/ 房地一体飞出加速度

01/ 刊首语 PREFACE

当激光雷达遇上无人机

06/ 特约专栏 COLUMN

对国土空间规划城市体检评估的思考
浅谈测绘空间信息新技术应用
解决室内外一体化高精度定位的良药

48/ 中海达人 PEOPLE

谢潇：尽善尽美做好每一个产品方案
黄子浩：像“破案”一样工作
卞晓波：在每一次突破中成长

58/ 光影故事 ART

星空

62/ 中海达讯 NEWS

FOCUS

新品聚焦

P38

中海达小碟RTK：
为测量提速



HD TLS360 三维激光扫描仪：
小型轻便、轻松应对多场景





孙毅中，南京师范大学地理科学学院教授，深耕地图学与地理信息系统专业研究，将理论付诸实践的身体力行者。

对国土空间规划城市体检评估的思考

伴随着新一轮国土空间规划编制，对城市发展体征及规划实施效果定期进行分析评价已然成为当前行业的热点议题。2020年10月自然资源部发布了《国土空间规划城市体检评估规程》（征求意见稿），制定了“安全、创新、协调、绿色、开放、共享”六个一级类别、18个二级类和110个三级指标（36项基本指标、74项推荐指标）评估指标体系，以空间分析、差异对比、趋势研判、社会调查等分析方法，对各项指标现状年与基期年、目标年或未来预期进行比照，分析规划实施率。对照以往的各类规划评估，新的评估规程有以下几方面显著特点：

蓝图与指标相结合的传导方式。由传统的蓝图传导或图斑比对评估模式，向蓝图与指标相结合的传导方式转变，按照国土空间规划传导体系要求，更加重视对空间规划的指标选择与完成情况的评估。

多来源、多尺度、多时相数据的融合与应用。评估工作在各类统计和专项普查数据基础上，注重了城市运行大数据（交通流量、手机信令等）应用，综合运用空间统计和大数据技术，开展各类大数据的互相校验、关联分析，综合刻画和综合诊断。

固定模式与自选模式相结合。为体现地方特色，评估既有统一性又兼顾差异性。各地在以体检评估基本指标（规定动作）为核心的基础上，可另行增设城市发展中与时空紧密关联、与地方实际紧密结合，体现质量、效率和结构的指标（自选动作）。

总体来说，评估模式从传统的蓝图传导与图斑比对，向蓝图与指标结合的评估方式转变，以更好地发挥国土空间规划对城市发展的战略引领和刚性管控作用。基于此，未来发展趋势主要体现在以下几个方面：

重要战略目标的有效传导评估。国土空间规划具有显著的层次性和空间引导性等，评估要素在“城市-城区-街道-社区”逐级传导过程中具有显著尺度效应，以及受跨越多个尺度域的相互作用影响。因此，多层次跨尺度下重要传导要素的表达与量化的探索尤为重要。

各级国土空间规划的空间属性在评估中将进一步加强。各类规划的空间属性（如格局与布局、空间结构、发展方向等）的实施现状与规划匹配与对比，尤其是直观反映这类变化的各类空间范围、各类格局要素，如“轴、带、廊道”，“片、区、组团”，“圈、环”和“边界、轮廓、骨架”等的识别与重构方法将得到进一步重视。

国土空间演变情景分析与动态模拟平台。为建立实时动态的国土空间规划体检评估机制，提高对空间治理问题的动态精准识别能力，及时发现与监测国土空间治理问题，基于模拟平台的空间演变与动态分析技术的发展，将更好地支撑国土空间规划编制、实施和动态维护。[📍](#)



欧建良，阳光学院教授、土木工程学院院长，“天地协同”空间信息产业生态的“铸造者”。

浅谈测绘空间信息新技术应用

2019年以来，以“无人机倾斜航摄、空地移动激光扫描、RTK/CORS与全站仪修补”为主的测绘空间信息新技术集成已成熟，并得到规模化应用推广，可以生成达到1:500工程测量精度要求的线划图成果，在降低人工劳动强度、提高作业速度等方面产生了显著的经济社会效益，而该新技术所特有的城乡全覆盖厘米级实景三维数字模型，已成为可以通过3Dmax/DPmodelor/Revit/Supermap/Bentley等专业软件进行深加工的必备基础，用于要素级结构化模型加工定制、城市管理数字基础设施构建等重要工作中，而不再是只可看不能用的一张皮。

为防止建模仿真容易出现“Garbage in, Garbage out”问题，必须在“行业专业标准、内外业生产流程、过程化质量控制”等技术管理方面抓紧行动起来，避免出现由于管理不到位而妨碍测绘空间信息新技术的应用升级推广，真正让测绘空间信息新技术的后发优势得到最大化。

此外，一定要防止打着新技术幌子，而止步于做表面工作的情况发生，否则即使认真做了技术方案，但执行过程中出现诸如“倾斜航摄分辨率重叠度不到位、地物关键点位采集不专业、忽视辅助结构线交会定点”等问题，以及内业线划图出来后实测修图与倾斜模型脱节的话，所做出的测图成果也难以避免精度不达标的质量问题，甚至产生不能通过验收的严重后果。

在测绘空间信息新技术的应用推广中，阳光学

院做了创新性尝试。在完成“不动产测图、美丽乡村特色小镇规划、老旧城区提质改造立面测图、河湖管理范围划定、房地一体确权”等近百项工程任务，以及“无人机大倾角凝视成像、大型油罐激光扫描建模修模、实景三维环境与土木BIM三维融合”等研究测试的基础上，阳光学院无人机航测实验室摸索已建立与实际应用需求相吻合的技术能力和管理模式，并在学校“BIM+GIS”名师工作室配合下，持续提供开展工作所必须的人力智力支持，做到“工程按期完成、应用技术优化、体验技能培养”的多赢和良性互动。

“天下大事必作于细，天下难事必作于易”，技术进步无止境，高新技术看起来很美，但要用到位，做出满足工程实际需求的合格成果，需要事无巨细地严格执行技术方案各阶段工作。从事测绘工作的人都清楚，如果内业线划图发生一个错漏，需要花五倍甚至更多精力来发现纠正。测绘空间信息新技术蓬勃发展面前，我们更需要弘扬“工匠精神”，以长效机制做到行稳致远，在新时代实景三维中国战略和“自动驾驶、智慧城市”等万亿级应用领域发挥越来越大的核心作用。[📍](#)



刘合良，中海达旗下子公司满天星云副总经理，致力于“北斗+”创新应用，“北斗+电力”智能新时代的助推者。

解决室内外一体化高精度定位的良药

基于安全诉求、效率提升的需要，一些特殊场景（如：发电厂、铁路线、化工园区）的巡检、检修作业越来越对室内外一体化高精度定位有强大的需求。

位置信息、尤其是高精度的位置信息，是巡检、检修作业所需要的重要要素。要获得高精度位置信息，最常用的手段就是GNSS差分定位。尤其采用了实时动态载波相位差分（Real-time Kinematic, RTK）技术的手机终端，定位精度可达到厘米级别。但由于电磁波的局限性，在一些天空不开阔或密闭的室内环境中，不能穿透信号的GNSS就无法完成高精度的室内作业任务。

由于技术的限制，目前还无法做到使用单一的定位技术来满足不同场景下的定位服务。为了让室内巡检、检修作业与室外无缝兼容，需要对高精度、多定位数据融合和多区域切换的无缝定位算法进行研究。在现阶段比较多的无缝定位算法都是基于GNSS和室内定位技术的方案，室内定位方案采用WiFi、蓝牙、超声波、红外线等定位技术等，在众多方案中UWB定位技术因定位精度最高（可达厘米级）、能与GNSS定位精度无限接近而被广泛采用。

由于室内墙体林立原因，UWB基站数量需要加密。故此，室内外一体化高精融合定位的关键在于如何解决室内不同定位区域的流畅切换和室内外区域的流畅切换。研究人员通过对基于贝叶斯滤波和卡尔曼滤波的无缝定位算法进行研究后提出了新的

算法，从而完成定位区域的切换，包括室内定位区域、室内与室外定位区域的切换。

具有强大计算能力、可装载安卓操作系统的手机往往作为“室内外一体化高精度定位终端”的开发平台。将手机集成RTK模块和UWB模块，RTK接收GNSS信号以提供室外定位信息，并为UWB模块提供时间校正，UWB接收UWB基站发送的定位信息帧，终端即可完成复杂的位置计算。解算后的位置显示在地图上以供巡检人员导航并记录巡检轨迹，位置数据并通过网络传到后台管理服务器。

2020年中，满天星云完成了相关样机的研制工作，在内部测试合格后，抽取了部分样品送到了国家授权的相关鉴定机构进行了鉴定；2020年底，样机在江西省某单位进行了实地测试，数据显示，样机完全达到设计要求。

此外，为解决特殊用户的需要，研发人员对此终端进行改进和衍生：比如为满足在没有手机信号区域的无线通信，集成了UHF电台对讲模块；为满足危化品环境中的使用，部分版本做了防爆设计、通过了Exib IIB T4 Gb级别的防爆认证。

这一融合终端的问世，巡检、检修作业人员可以在融合终端上查看巡检任务及自己所处的室内外地理位置信息；管理人员可以在线检查巡检人员到位情况、误检、漏检情况，大大提高了生产效率。我坚信，在未来一段时间，这种终端将会得到大规模应用。📍



HiData 数据平台

内外业协同+图库一体化

专注于北斗[®]信息化

中海达
HI-TARGET

广东满天星云信息技术有限公司

网址：www.hi-target.com.cn
热线：400-678-6690





“云”上定乾坤， 机载雷达的多彩应用

当前，最受瞩目的空间信息技术之中，机载激光雷达技术必有一席之地。这是因为机载激光雷达技术能够快速获取大区域、大范围的地表三维点云数据，具有可穿透植被、灵活性强、高精度以及作业安全且成本低等特点，可用于快速生产数字高程模型 (DEM)、数字表面模型 (DSM) 和数字正射影像 (DOM)。

在自身软硬件技术不断成熟的驱动下，机载激光雷达技术已经成为当前不可或缺的手段，并广泛应用于地质灾害、林业资源调查、电力行业、公路勘测、房地一体等领域。

在地质灾害领域，机载激光雷达技术在穿透地面植被后，通过激光滤波算法生成高精度裸露地面数字高程模型，可以测量被植被覆盖下的地形，从而有效识别隐蔽性的地质灾害隐患。同时根据地形的变化方向及变形量作出风险评估，为预防地质灾害的发生提供重要依据。

在林业资源调查领域，机载激光雷达技术利用多次回波技术可穿透植被冠层，提取植被信息，快速获取植被点云，从而分析得出树木的冠幅、生长密度、面积、蓄积量及生长趋势等信息，以加速对森林资源的优化管理和建设。

在电力行业领域，通过对机载激光雷达数据及其同时拍摄的影像数据进行一系列处理，可得到高精度的DEM、DSM、DOM，等高线以及植被分类图等丰富的地表信息，从而方便设计人员在室内即可直观高效地完成图上选线及线路优化工作，极大地提高了工作效率，节约了大量劳动成本。

在公路勘测领域，机载激光雷达技术通过获取道路及沿线高精度点云数据，生成的数字高程模型可直接用于道路设计信息生产，设计人员可以提取所需的任意方向的断面数据，极大提升了道路设计效率。

在房地一体领域，机载激光雷达技术的免相控、当天采集当天解算、全天候作业、精度可靠性高等优势，助力房地一体项目高质量、高效率、低成本完成。

上述领域，只是机载激光雷达技术应用的其中一部分。随着机载激光雷达设备价格逐渐亲民化，可以肯定的是，机载激光雷达技术应用会越来越丰富，进而为越来越多的行业赋能。



▲国家杰青、长江学者特聘教授、武汉大学教授杨必胜

杨必胜

机载雷达应用，离不开产业链支撑

□撰稿 / 孙蓓

从电力行业、水利行业，再到交通行业、测绘行业，机载激光雷达技术大规模应用的背后是产业链上各方力量协同推进的结果，同时也是多重应用需求驱动的必然。

“

机载雷达是一种主动式技术手段，不易受大气环境和太阳光线的影响，可大大提高数据采集的可靠性以及抗干扰能力。

”

激光雷达技术作为上世纪最重要的科技成果之一，由于其优势突出，在较短时间内得到了大规模发展，先后被应用在飞机、汽车、卫星、空间站、无人机等平台上。在所有应用的平台中，“后起之秀”的无人机机载激光雷达技术（下称机载雷达）成为当前应用最广的技术之一。“但可以预见，在未来的航空遥感领域，机载雷达将成为主流。”国家杰青、长江学者特聘教授、武汉大学教授杨必胜表示。

机载雷达应用广泛

杨必胜指出，当前机载雷达应用主要集中在工程应用和科学研究两大领域。

在工程应用领域，机载雷达多应用在电力、水利、交通、测绘、林业、灾害监测、文物保护等行业。“其中电力、水利、交通、测绘领域是用机载雷达最多的，而且用得也很成功。”杨必胜说。

在科学研究领域，机载雷达应用在全球森林研究和地球物理研究两个方面。其中，在全球森林研究方面，机载雷达被用于获取森林冠

层表面的水平和垂直结构信息，为研究人员计算碳源和碳汇提供数据支撑；在地球物理研究方面，研究人员利用机载雷达获取冰裂隙的宽度和深度，以了解全球冰川的变化。“由于裂缝很细，利用光学相机进行采集的航空摄影测量技术是很难发现的。因此在研究冰川变化上，机载雷达是研究人员手中必备的研究手段。”

机载雷达之所以能在上述两大领域大放异彩，杨必胜把原因归结于以下几个方面。首先，机载雷达是一种主动式技术手段，不易受大气环境和太阳光线的影响，可大大提高数据采集的可靠性以及抗干扰能力。“换言之，人不需要到现场，尤其是在面对极端恶劣环境时，通过机载雷达就可以把数据给扫下来。”其次，机载雷达能够通过地面及其覆盖物（植被、电力线等）等目标进行三维扫描，以低成本、快速度的方式得到高密度、高精度的数字高程模型（DEM）、数字表面模型（DSM）等成果。“有了这些丰富的成果，我们就能精细刻画出目标对象的三维形态，为后续的数据

化管理提供一个最根本性的数据支撑。”最后，机载雷达技术的成熟驱动了设备价格的降低，让越来越多的行业用户能买得起，且用得放心。“只有当技术逐步成熟后价格才有所下降，也才会促使其被应用于更多的场景，从而衍生出市场需求。”杨必胜说。

三大问题亟待解决

在机载雷达广泛应用的同时，其自身也遇到了一些问题。杨必胜指出，首先，机载雷达数据处理的标准和规范不够完备。这是因为机载雷达作为一种主动式的数据采集手段，所采集的数据是高度冗余的。相对于传统数据来说，目前机载雷达采集数据的标准还不是很完善，有些甚至还没有标准。“很多人会面临有了这些数据后我该如何去用的问题。绝大多数人希望只用机载雷达扫一次，就能把所有可能获得的东西全部都得到。但在现阶段这只是一种美好愿望，目前还做不到这一点。”杨必胜笑着说道，另外，操作流程的标准化也是目前没有解决的问题。“如果没有明确

“希望通过群策群力把标准和规划尽快建立起来，从而更好地推动机载雷达的行业应用。”

统一的标准，作业员的习惯就会被限制住，这就不利于机载雷达的推广和使用。所以我觉得这方面可能是当前最大的一个问题。”不过，目前中国测绘学会已开始征集标准和规范，包括武汉大学在内的科研院校也陆续提交了标准和规范。“希望通过群策群力把标准和规划尽快建立起来，从而更好地推动机载雷达的行业应用。”

其次，机载雷达设备价格问题。虽然机载雷达的价格较以前有所下降，但目前市面上的机载雷达设备整体价格偏高，在短期内实现普适化的应用会受到限制。“我认为价格不是主要问题，随着技术的成熟会带动设备价格下降。”杨必胜说。

最后，机载雷达数据质量的可靠性问题。由于机载雷达是处于无人机移动平台上，这必然就会影响数据的质量。“面对海量的数据，目前没有一种手段能够很好地去判断哪个地方是可靠的，哪个地方是不太可靠的……这个方面我觉得后续要做一些基础性的研究。”杨必胜指出，目前不同的行业应用机载雷达的精度要求是不一样的，有的行业需要厘米级，有的行业仅需要分米级。那么配备什么样的机载雷达装备能够确保数据质量？“这个问题也很复杂，它跟周围的环境、整个采集过程是高度相关的。”

“如果上述三个问题得不到及时解决，机载雷达的普适化应用将

会是一句空话。”杨必胜如是说。

产业发展需要行业合力

机载雷达大规模应用的背后是一条由上下游多方力量建立的良性循环的生态产业链。杨必胜指出，上游主要分为发射、接收、扫描和信息处理等部分，这部分随着技术发展愈发成熟，上游器件的成本很大程度上引领着机载雷达的应用；下游主要是指包括测绘、导航等多类需求在内的应用领域，这部分已是蓄势待发，同时自动驾驶、高精度地图等市场也存在大量需求，这催生出了机载雷达的市场需求。目前需求主要分为两部分：一部分是消费级需求。该需求主要是做大众化，其对机载雷达的基本要求是小型化和低价格。目前国内已有不少厂家正在着手做；另一部分是测绘级需求，该需求主要面向行业用户，其对机载雷达的基本要求是高精度和高性能。目前国内外厂商都在做，例如Riegl、Optech、徕卡、海达数云等。“近几年，国内厂商投入大量研发在设备上取得了很大的进步，逐步完成了技术的追赶，甚至在一定范围内实现超越。激光雷达产品不仅测量范围更远、探测精准度更高、空间分辨能力更强，而且在可靠性、安全性、成本控制等方面也逐渐成熟，产品迭代速度很快。但是从整体上来说，国内机载雷达设备与国外还是存在一些差距，主要缘由还是在于核心元器



▲海达数云 ARS-200 轻型机载激光测量系统在某县城开展地质灾害勘查

件。”杨必胜表示。

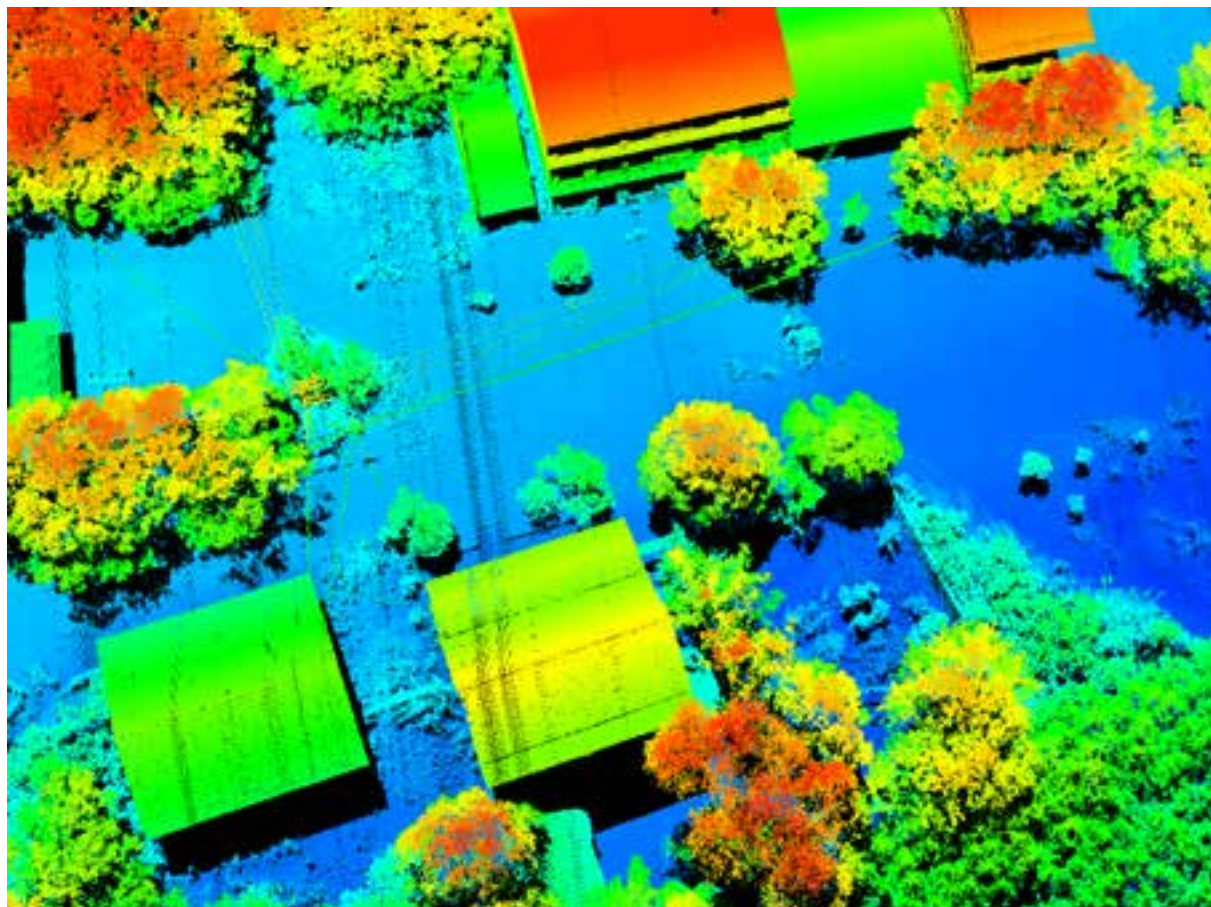
面对需求的不断增长，不论是企业还是科研院校都在积极推动技术的发展。“在硬件生产方面，企业做得较多，科研院校也在做。而在软件开发方面，科研院校做得较多，其中高校更多是做基础算法研究和面向行业应用需求的定制性研究，企业相对做得较少。”杨必胜分析道，目前来说，各单位各具优势，只有把不同类型的单位的自身优势发挥出来，彼此进行一个互补，从而形成一个良性循环的生态产业链，进而合力推动机载雷达的

发展和应用。“毕竟整个产业链很长，单纯某一家单位就能把这个链条从头到尾都建立起来，这是不太现实的。”

“我们团队在产学研用方面也做了一些尝试。”杨必胜继续介绍着，第一方面是在电力行业，针对机载雷达安全监测与产业化应用的共性关键技术难题进行了长期、系统的产学研用协同创新研究。历时近10年，杨必胜团队攻克了电力走廊安全监测“难看全”“难看清”和“难判准”三大技术瓶颈，建立了一套高精度、智能化、三维

可视化的电力线路立体化安全监测体系，高效可靠地保障国家电力线路的安全可靠运营，研究成果获得了2019年唯一的测绘科技进步奖特等奖；第二方面是在交通行业，针对交通的数字基础设施用机载雷达做改扩建的评估；第三方面是在测绘行业，主要围绕新型基础测绘，如实景三维中国展开应用。“我们正在跟武汉市测绘研究院、上海市测绘院、北京市测绘设计研究院等单位合作，希望能把机载雷达用起来，提升生产效率。”杨必胜说。

机载雷达的快速发展不仅在于



▲ 海达数云机载激光测量系统生成的点云数据

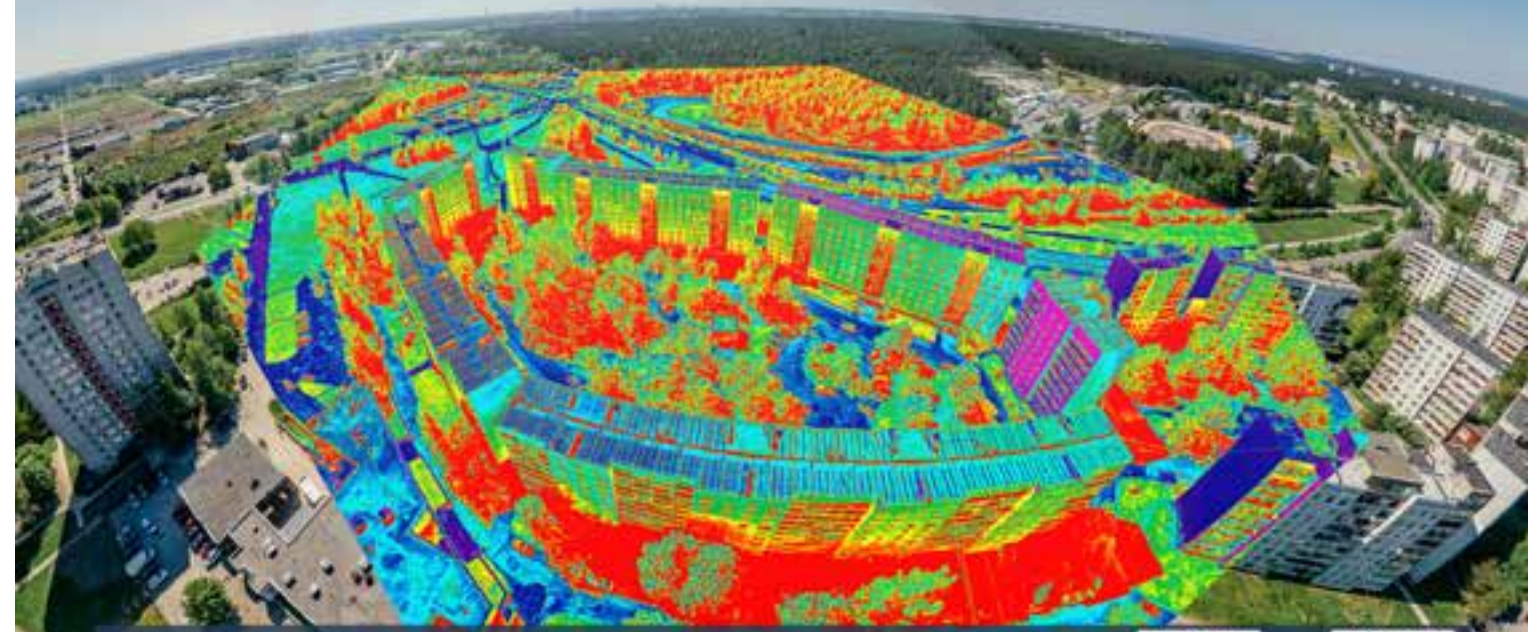
多方力量的合力推动，更在于应用需求的不断拓展。当前，基于数字中国的新型基础设施，包括数字孪生等，都是将物理空间的数字化，且对物理空间数字化的详细程度的要求也会越来越精细，这必然会为机载雷达带来巨大的市场空间。当然，若要满足未来更多的需求，机载雷达设备的多元化势在必行。所谓多元化是指设备既要满足测绘，又要满足消费，同时还要满足大众，且对精度、体积、重量和价格等都有不同要求。“从另外一个角

度上来说，智能是一个必然趋势。我们以前的智能较多体现在软件上，但软件跟硬件是不可分的。未来的趋势是让智能赋能机器，我们可以把机载雷达看做是一部机器，那么将来让设备更加智能，也是一个趋势。”杨必胜最后展望道。📍

智喙 PM-1500

机载激光测量系统

- 长测程：1500m
- 高频率：200万点/秒
- 高速度：400线/秒
- 实时点云
- 免基站
- 无限次包赔
- 多回波技术



中海达
HI-TARGET

武汉海达数云技术有限公司

网址：www.hi-cloud.com.cn
热线：027-5932-7888

资讯查询



服务获取





勘察后通过处理生成的 DEM 成果图

▲海达数云智喙 PM-1500 机载激光测量系统在地质灾害易发区域展开隐患勘查

地质灾害

机载雷达让隐患早发现

□撰稿 / 何溪

地质灾害因其隐蔽性强的特征，很难被传统的人工排查和群测群防等手段发现和预测。如今，机载激光雷达技术利用多次回波技术，在一定程度穿透地面植被获取高精度的地面高程数据，可以让地质灾害隐患无处藏身。

1月13日，自然资源部发布2020年全国地质灾害灾情及2021年趋势预测，显示2020年地质灾害发生数与2019年相比增加26.8%，不难发现

地质灾害防治形势仍然严峻。

作为世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一，我国虽然自上世纪九十年代起，先后开

展了系统全面的地质灾害详细调查和多轮针对地质灾害隐患的“拉网式、地毯式”排查，并对一些地质灾害隐患点采取了“人防+技防”等

监控手段，但是仍不断有灾难性地质灾害事件发生。事后调查发现，这些地质灾害近80%都不在已发现的地质灾害隐患点范围内。究其原因主要是这些地质灾害点多数地处山高林密或人员难到达的地方，且被植被覆盖，具有高位、隐蔽性特点，传统的人工排查和群测群防等手段很难提前发现此类地质灾害隐患。

为此，能够穿透植被获取高精度的地面高程数据，精细刻画真实地貌特征的机载激光雷达技术成为发现地质灾害隐患的新利器。在推动这门新技术应用于地质灾害的路上，成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室（下称国家重点实验室）高级实验师董秀军博士是国内较早的先驱者之一。

近日，《定位》杂志独家采访了董秀军，对于机载激光雷达技术如何应用地质灾害工作中，他有自己的心得和体会。

识别隐蔽性灾害隐患有独特优势

根据国务院2003年颁发的《地质灾害防治条例》，地质灾害可划分为30多种类型，其中常见的地质灾害主要有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降六类。由于类型不同，这决定了其所适配的地质灾害隐患识别的科技手段会有不同。

在董秀军看来，机载激光雷达技术对隐藏于茂密植被之下的崩塌松散堆积体、古老滑坡堆积体、泥石流灾害物源调查、较大的震裂山体裂缝以及断裂构造等地质灾害隐

患发现和识别有“奇效”，而这是由激光特性决定的。

董秀军表示，机载激光雷达技术最独特的地方是利用多次回波技术在一定程度穿透地面植被，通过激光滤波算法生成高精度裸露地面数字高程模型（DEM），可以测量被植被覆盖下的地形，进而有效识别隐蔽性的地质灾害隐患。“这是因为无论是洪水，还是山体滑坡，土壤侵蚀，亦或是冰川活动，都会在地貌上留下踪迹，这些迹象尽管会被后期茂密的植被所覆盖，但都能基于DEM进行识别和提取。”同理，基于DEM还可以进行滑坡体边界特征、体积方量、垂直高度、变化前后剖面，泥石流物源类型及空间分布位置，以及岩体结构特征等承灾体信息的识别和提取，以用于地质灾害风险评估。除了识别隐蔽性地质灾害隐患和评估地质灾害风险外，董秀军还指出机载激光雷达技术还可以用于灾后评估。机载激光雷达技术根据获取地物的几何信息（法向量、曲度等）实现建筑物的自动分割，对分割的建筑物利用屋顶的倾斜角度特征实现受灾建筑提取，进而统计其受灾区域大小。

机载激光雷达技术在灾前和灾后都能发挥重要作用，使得越来越多科研工作者加入到这门新技术的推动中，董秀军便是其中的先驱者之一。2016年，从事无人机航测研究已有六年的董秀军意识到，无论是在西南地区参加灾害抢险，还是开展灾害调查，遇到植被茂盛的地方，无人机光学摄影测量往往显得

束手无策。于是，当了解到机载激光雷达技术可以用滤波算法去除植被后，董秀军果断地把研究重心转向机载激光雷达技术上。事实上，董秀军从事激光雷达技术研究可追溯到2004年。当时他所在国家重点实验室引进了国内第二套地面三维激光扫描仪，之后研究和应用这套设备便成为董秀军的主要工作。当2008年汶川地震发生后，他临危受命带着地面三维激光扫描仪第一时间赶到灾区，通过采集地震灾害路段的地形地貌等信息，为道路的快速安全抢通提供了保障，开创了国内首次利用地面三维激光扫描技术用于抗震救灾的先河。

董秀军及研究团队致力于机载激光雷达技术在地质灾害领域的应用推广，为科技防灾减灾吹响了新号角。

助力九寨沟地质灾害隐患排查

2017年8月8日21时19分，九寨沟发生7.0级强烈地震，将美丽的九寨沟景区撕裂出一道道令人触目惊心的“伤口”，并产生了数千处地质灾害，景区被迫关闭。为了查明地质灾害点和找出隐患点以防止二次伤害，九寨沟景区亟需对灾区进行地质灾害排查核实，然而灾区地势险峻且多为原始森林，使得地质灾害主要表现为高位远程、点多面广、隐蔽性强的特点，导致不仅使用传统排查技术手段的调查人员难以达到实地开展排查核实工作，而且通过摄影测量获取光学影像无法识别植被下的灾害隐患。与

“我们不能把机载激光雷达技术神化，而是要将多技术手段结合起来用，这样才能有效地破解地灾隐患识别难题。”

此同时，受未来可能发生的强降雨影响，灾区发生大规模泥石流、滑坡、崩塌等风险的几率将显著增加。面对如此严峻形势，四川省政府、自然资源厅等相关部门高度重视，拿出专项资金开展九寨沟震后恢复重建工作，其中机载激光雷达技术应用被列入了工作计划，“在此之前，我国还没有大面积使用机载激光雷达技术做地质灾害排查的先例。”董秀军说。

没有先例可循，没有成熟的技术规范可照搬，这意味着此次新技术的尝试会遭遇诸多困难。董秀军表示，首要的困难是用于地质灾害解译的激光点云密度到底多少合适？为解决这个难题，国家重点实验室、四川省测绘地理信息局测绘保障中心在九寨沟核心景区选取了50平方公里的示范区开展点云密度的试验，为找到最合适的激光点云采集密度参数，既要保证有足够的点密度又要平衡高密度点云带来的数据高成本，同时这个参数势必也将影响以后类似工程的参数选取，通过联合项目组测试攻关，终于提出了一套四川山区地质灾害机载雷达数据获取指标，并通过了实践检验，形成了四川省行业技术规范，为后续工作提供了技术支撑。

获取了大量的数据后紧接着就是如何开展多源遥感数据的灾害解译工作，董秀军带领野外探索与监测实验室的同事开始探索灾害的识别与提取方法研究，目的只有一个，就是要把地质灾害隐患给找出来。为了减少解译过程中的灾害漏判

与误判，董秀军团队构建了一个集点云数据和倾斜摄影数据、遥感数据、卫星数据、InSAR数据等多源数据的三维空间数据灾害解译标志平台。那么，如何把多源数据融合到平台中并能够做到快速解译，这成为董秀军团队面临的第二个问题。国家重点实验室联合国内激光雷达应用单位联合开发，推出了针对多源遥感数据的地质灾害专业解译分析软件，填补了此方面的空白。

机载激光雷达技术在复杂山区地质灾害遥感调查应用中逐渐扩大，目前在四川、贵州、广东、福建等省份都陆续开展了相关的应用。在董秀军看来，机载激光雷达技术的应用，一方面解决了国家抢险救灾的需求，发挥了新技术在防灾减灾中的作用，有助于推动机载激光雷达技术的快速应用和推广。另一方面形成了一定的技术积累，不仅建立了机载激光雷达多源数据综合体系的技术方法和流程，还推出了地质灾害中机载激光雷达技术的数据采集规范和开发了地质灾害遥感解译软件。“我希望通过我们的努力，不仅可以推动机载激光雷达行业的发展，而且还能推动我国科技防灾减灾能力的提升。”

多技术融合破解灾害隐患识别难题

在大力推广机载激光雷达技术在地质灾害领域应用的同时，每种技术各有所长，所能识别出的地质灾害隐患类型有所不同。“因此我们不能把机载激光雷达技术神化，而是要将多技术手段结合起来用，



▲成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室高级实验师董秀军

这样才能有效地破解地灾隐患识别难题。”基于多技术融合应用的理念，董秀军的博士生导师许强教授提出了由高精度遥感+InSAR的“普查”、机载激光雷达+无人机航拍的“详查”、地面调查核实的“核查”共同组成的“空-天-地”一体化的“三查”体系，以此从不同角度和尺度来提前识别和发现重大地质灾害隐患。

从九寨沟示范应用，到导师提出的“三查”体系，都让董秀军对机载激光雷达技术在地质灾害中应用前景非常看好。他指出，尽管当前这项技术在地质灾害领域应用还处在萌芽期，但在未来两三年内必将迎来爆发期。这一预测源自于他认为在不久的未来我国激光雷达企

业将破解激光雷达核心技术“卡脖子”难题，实现产品完全国产化，进而设备的价格就会大幅下降。目前市面上套机载激光雷达设备动辄上百万元，这已成为其推广和应用面临的瓶颈。“一旦设备的单价便宜了，我相信机载激光雷达技术就能在短期内得到普及。”董秀军说。

除了价格下降外，董秀军还认为国家的重视、人才的培养和软件的开发对机载激光雷达技术推广与应用有重要帮助。其中，在国家重视层面，他希望国家能把机载激光雷达技术列为战略性发展方向，同时整合好市场资源和人力资源，为其发展营造一个良好的环境；在人才培养层面，他建议高校既要加强

测绘、地质、激光雷达等专业的学科交叉，培养交叉型创新型人才，又要加强空间数据获取和处理能力的人才培养；在软件开发层面，他指出，未来随着机载激光雷达技术的普及，海量数据的快速处理将成为业内首要解决的事情，因此当前激光雷达企业要加强数据处理软件的开发，并结合人工智能、机器学习等手段，实现数据的自动化识别、提取和分析。

“机载激光雷达技术的推广，需要全行业所有人的共同努力，而且要与其他技术融合应用，这样才能在地质灾害等领域得到广泛应用。”董秀军最后强调道。



▲海达数云 ARS-200 机载激光测量系统在巴马—凭祥高速公路进行勘测

公路勘测

机载雷达快速灵活精度高

□撰稿 / 何溪

高速公路建设正逐步向山区、高原等地延伸，这对公路勘测工作提出了更高要求，原有勘测手段已难以保证公路勘测工作的精度、速度要求，而机载激光雷达技术以其高效率、高精度、灵活性强等特点，在公路勘测领域得到广泛应用。

坐落于武汉市的中交第二公路勘察设计研究院有限公司（原交通部第二公路勘察设计院，下称中交二公院）始建于1964年，既是我国公路勘察设计行业综合实力最强的企业之一，连年入榜“中国工程设计企业60

强”，又是“国家高新技术企业”。中交二公院也是公路乃至交通行业应用激光扫描测量技术（LiDAR）的先行者和领先者，深度应用激光扫描测量技术十余年，涉及有人机载、无人机载、车载、地面等全平台，公路应

用里程超过3000公里，具有丰富的工程实践经验。中交二公院牵头主编的中国工程建设标准化协会标准《公路工程激光扫描测量技术规程》于2020年12月25日正式发布，现正在主持编制公路激光扫描测量技术的行业规

范。而这些成就得益于中交二公院在公路勘测中应用机载激光雷达技术的成功经验。

从机载到车载，全方位应用

二十世纪以来，我国高速公路建设飞速发展，逐步向山区、高原等困难复杂地区延伸，这对公路勘测工作提出了更高要求。传统勘测手段（如水准仪、全站仪、RTK及航空摄影测量）难以完全满足项目需求，快速、准确、安全地获取公路沿线高精度地形信息，成为公路勘测设计亟待解决的瓶颈问题。

中交二公院紧跟时代步伐，率先将机载激光雷达技术引入到公路勘测设计中，密集的点云可以透过植被缝隙打到地面上，精确获取植被下方真实地形信息，成果满足公路施工图定测精度要求，可替代人工实测横断面，显著缩短工程建设周期，大幅提高设计效率和成果质量。

随着公路改扩建项目的日益增多，既有公路高精度测量是设计工作的关键前提。如何在不影响正常交通情况下，实现既有公路高精度快速测量极为关键。为此，中交二公院首次提出基于直升机激光测量的公路改扩建测设方法，实现了不中断交通流的公路改扩建一站式测量，该项专利技术荣获2012年中国专利优秀奖。此外，为应对项目区域跨越禁飞区、有人机载激光雷达技术无法快速作业等问题，中交二公院还积极探索了车载激光雷达技

术模式应用。

2017年4月，中交二公院承接的四川成乐高速公路改扩建工程中，由于空域申请难以短期批复，而项目工期紧张，为快速给设计人员提供既有公路的高精度信息，中交二公院选用了中海达旗下子公司海达数云自主研发的HiScan车载激光测量系统采集道路信息，沿线布设了激光靶标控制点，利用自主的专利技术处理数据，最终点云数据精度平面优于5cm、高程优于2cm，为设计的顺利开展提供了有力保障。

对于公路改扩建项目，为了最大限度利用既有公路，相比新建公路工程，测量精度近乎苛刻。海达数云HiScan车载激光测量系统成功完成了在公路改扩建项目应用中的“首秀”，也为双方下一步的合作打下了坚实的基础。两个月后，海达数云HiScan车载激光测量系统又被成功应用到兰州至海口国家高速公路重庆至遵义段（贵州境）扩容工程项目CZSJ-2标段和武汉绕城高速中洲至北湖段改扩建工程中。

从山区到高原，机载雷达大放异彩

有人机载激光雷达技术作业效率高、非常适合大范围的公路工程勘测。然而，“有人机载激光雷达技术需要专门的起降场、受天气状况影响大、空域申请周期长，作业灵活度不够，且对于小规模项目作业成本高。”中交二公院测绘分院副院长明洋说。

中交二公院紧跟时代步伐，率先将机载激光雷达技术引入到公路勘测设计中，密集的点云可以透过植被缝隙打到地面上，精确获取植被下方真实地形信息，成果满足公路施工图定测精度要求。



▲中交二公院测绘分院副院长明洋

为了弥补有人机载激光雷达技术的缺陷，中交二公院在2018年8月引进了海达数云无人机载激光雷达技术（下称机载雷达）到公路勘测中。在明洋看来，机载雷达无需专门起降场、作业灵活、转场方便、成本较低，对于中小规模公路勘测项目优势明显。这一年，中交二公院承接了湖北恩施州建始县金建大道新建项目（银北高速建始连接线），该项目全长8.2公里。测区以山地地形为主，平均海拔为600米，清江河横穿测区，局部区域落差较大。测区植被茂盛，多为常绿阔叶林及低矮灌木。由于该项目规模小，但地形复杂、植被覆盖

茂密，如何在费用成本和高精度成果之间寻找平衡点，机载雷达给出了较理想的答案。

中交二公院选用了海达数云ARS-200机载激光测量系统，经过与实测横断面和高程检点比较，激光点云高程精度达到10cm，且点云更加密集，对地形细节的表达更加精确，可以快速、高效地生成设计人员所需的横断面数据，用于路线方案的设计与优化。“金建大道项目是当时公司投资最大的基础设施建设项目，ARS-200机载激光测量系统及时提供的精确可靠的激光数据，为方案的比选优化提供有力数据支撑，也为项目投资可控提供了

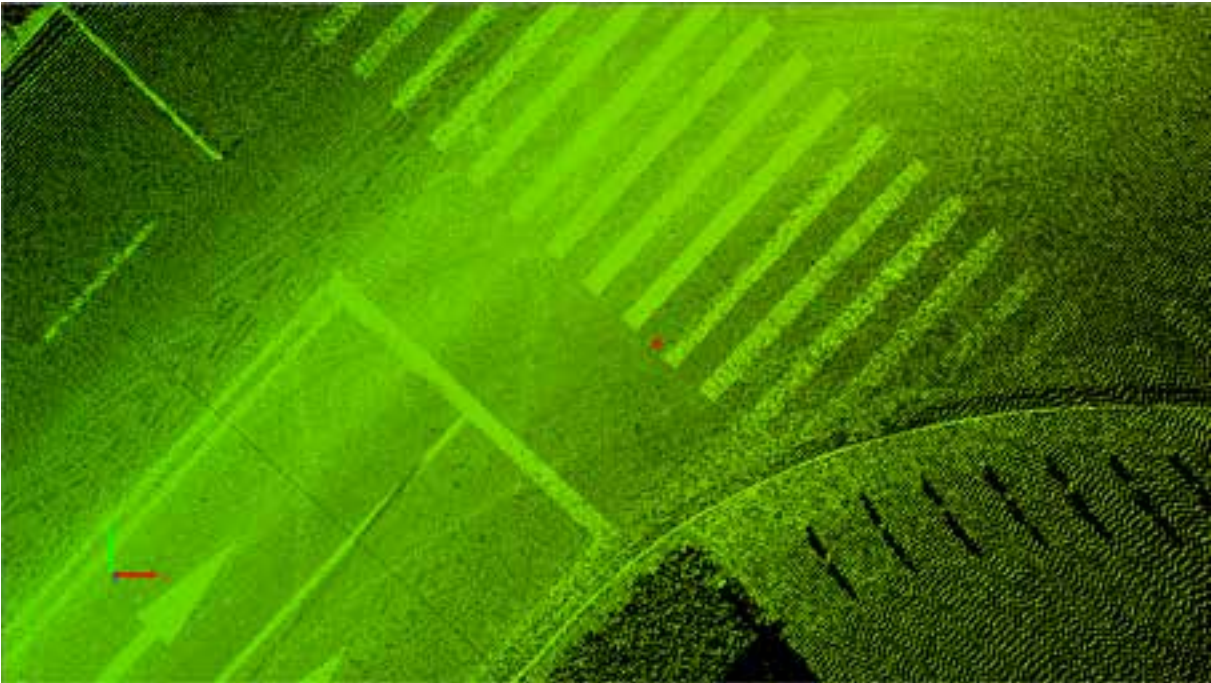
保障。”明洋说。

随后，海达数云ARS-200机载激光测量系统先后被应用到漳州龙海至诏安段道路改扩建、广东韶关马坝枢纽互通完善工程、巴马-凭祥高速公路、武汉两湖隧道工程等项目中，均表现优异。在G0711乌鲁木齐至尉犁段高速公路建设项目勘察设计WYSJ-1合同段项目（下称乌尉高速项目）中，测区平均海拔为3000米，局部高差近500米，属于典型的高山、高海拔困难项目，对机载雷达提出了严峻挑战。针对乌尉高速项目的环境特点，中交二公院选用了海达数云测量距离更长的ARS-1000L机载激光测量系统，获取天山胜利隧道进出口附近带宽600米的激光数据，最终成果高程精度优于10cm、点云密度大于16点/m²，顺利完成此次高原挑战。

山区、高海拔地区、植被茂密区，一个个困难复杂情况下的公路勘测项目，海达数云机载激光测量系统均成功应对，快速提供精度可靠的激光测量数据。“多个项目的应用表明，海达数云机载激光测量系统的成果精度是比较可靠优秀的。”明洋如是说。

机载雷达在交通行业应用前景广阔

中交二公院在院内大力推广应用机载雷达的同时，根据工程项目需要和业主需求，灵活综合运用卫星图像测量、无人机倾斜摄影测量以及机载雷达等空间信息技术手



▲海达数云机载激光测量系统获取的道路点云数据

段。“经过几代人的努力，中交二公院在空间信息技术方面有比较深厚的积累和沉淀，已经形成一套比较完善的基于空间信息技术的公路勘测体系和解决方案，其中机载雷达所能发挥的作用和潜能也是较大的。”明洋表示，这是由机载雷达的优势和特点决定的。

第一个优势是主动测量、能透过植被缝隙获取地面真实的地形信息，完全替代人工横断面测量。为此，在山区、植被茂密地区，拥有优势的机载雷达比人工测量方式更能精准快速获取地形信息。

第二个优势是作业效率高、成果精度高、成果类型丰富。由于不受光线影响，机载雷达可以晚间作业，且

激光点云一般高程精度优于15cm，可快速生产4D产品。同时点云密度高，可以表达出植被、建筑物、地表点等全要素地物特征，大大减少外业数据采集工作。

第三个优势是公路BIM正向设计的高质量数据源。机载雷达生成的高精度数字高程模型，可直接用于设计信息生成，设计人员可以提取所需的任意方向的断面数据，极大地提升设计效率。明洋指出，“机载雷达可以实现实景复制，精度更有保证，可以显著提升公路设计效率和质量，随着公路BIM正向设计需求日益迫切，数字高程模型将成为打造公路数字孪生的重要数据源。”

第四个优势是能最大程度保障测

量人员的人身安全，社会效益显著，尤其是在改扩建公路项目，机载雷达可以替代人工上路测量，在不干扰正常交通的情况下，不仅避免测量造成的交通阻断拥堵，而且最大限度降低测量人员的安全风险。

“在公路勘测领域，机载雷达终将取代航空摄影测量，成为主流的公路勘测手段。”明洋表示，随着智慧公路、智慧城市、数字化、BIM应用等不断深入，机载雷达将有更加广阔的应用前景。明洋坦言，将继续加强与海达数云的合作，共同推进机载雷达在公路行业的应用，赋能公路勘测设计。[📍](#)



▲海达数云智喙 PM-1500 机载激光测量系统开展电力巡检工作

电力行业

机载雷达革新作业方式

□撰稿 / 李善清

通过引入机载激光雷达技术，安徽宇天提高了电力优化选线工作效率和节约了大量劳动成本，并将其拓展应用到电力巡检，助力电力网络安全运行。

电力行业，关乎国计民生。近年来，随着社会经济的飞速发展，电力需求持续增长，建设、管理及维护庞大的电力网络以保障电力正常输出，是一大挑战。但值得庆幸的是，新兴的机载激光雷达技术给包括电力行业在内的行业带来了新变革，解决了不少棘手难题。自2007年起深耕电力行

业的安徽宇天信息科技有限公司（下称安徽宇天），正是这一新技术应用的践行者。

以新技术应对新挑战

电力网络是一个跨地域的庞大工程，天然对区域性空间信息有着强烈需求。电力优化选线是搭建电

力网络的基础工作之一，也正是安徽宇天进入电力行业的切入点。安徽宇天副总经理陈大光坦言，选择其为切入点是因为“电力行业本身潜力大，电力优化选线的勘测相对简单，而且与地形图测量等相比，人员投入相对少，收益相对大。”

依托RTK、全站仪等传统测绘手

“

机载雷达穿透率高，可穿透部分植被和云层，可实时、快速、精确地获取地表三维信息，准确表现地形细节信息，非常适合用于电力优化选线。

”

段，安徽宇天很快打开了电力优化选线市场，并成功立足。随着业主对作业效率和成果精度的提高，原有的测绘手段已跟不上需求，这迫使安徽宇天“求变”。

经过市场调研，安徽宇天将目光投向了具有精度高、全三维特性的机载激光雷达技术。“机载雷达穿透率高，可穿透部分植被和云层，可实时、快速、精确地获取地表三维信息，准确表现地形细节信息，非常适合用于电力优化选线。”

于是，安徽宇天开始寻找合适的合作伙伴。首先映入其眼帘的是此前为其提供RTK、全站仪等测量仪器的中海达。“我们跟中海达合作很久了，而且中海达的三维激光技术发展得不错。”但毕竟采购的是较为昂贵的三维激光设备，安徽宇天还是做了不少功课，“我们接触了国内的三维激光测量厂商，经过几轮筛选后，我们选定了包括中海达在内的几家厂商进行比测。”此次，中海达入选比测的设备为ARS-1000L机载激光测量系统，来自旗下子公司海达数云。经过严苛的比测，海达数云凭借高精度高性

能的产品优势及高性价比的价格、优质的售后服务等优势，顺利脱颖而出。

安徽宇天千挑万选出来的ARS-1000L机载激光测量系统，是以无人机、汽车、背包等载体为平台，可快速生成DSM、DEM，制作DLG和3D模型。同时由于该系统重量轻、携带方便、成果处理效率高，可广泛应用于应急测量、地形测绘、电力巡检、公路勘测、海岸岛礁测量、挖填方计算、考古调查与测绘、地灾测量等领域。

电力优化选线测出蝶变新生

2020年1月，安徽宇天采购的ARS-1000L机载激光测量系统到位。但受新冠疫情影响，安徽宇天到4月才开工，“虽然开工迟且有效飞行天数不多，但我们全年也做了近十个电力行业的相关项目，”陈大光表示。这些电力行业项目，主要是电力优化选线项目，且多集中在安徽省内。

电力优化选线是输电线路建设工程中最基础、最重要的工作，在低成本、高效益的原则上，电力线

路的设计需要尽量避免跨居民区、大面积森林，尽量不与同等级电力线路交叉等，同时需尽量减少对线路周围环境的影响。传统的电力优化选线主要采用RTK、全站仪等传统测绘技术进行作业，为验证线路所经过的地物实况，常常需要外业人员前往实地测绘，利用RTK进行坐标采集及断面勘测，最后通过内业软件设计成图，以便后续的分坑计算及放样。

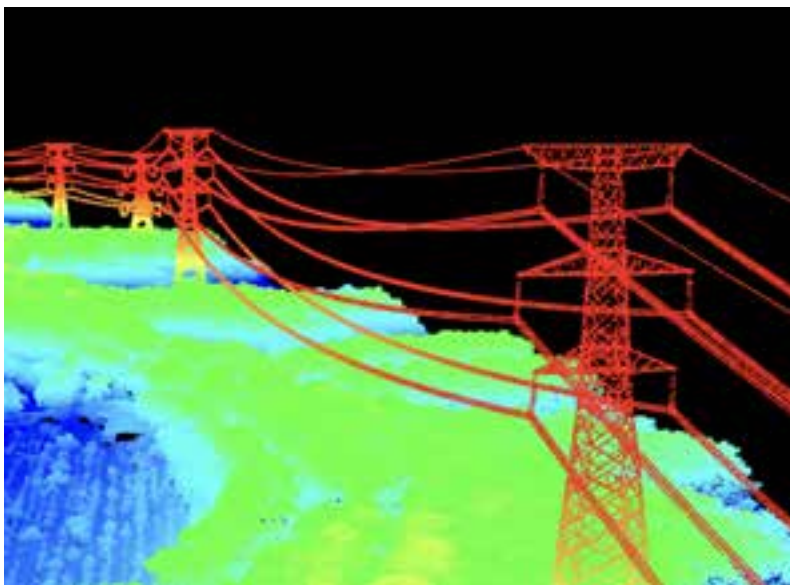
安徽宇天的电力优化选线项目几乎占其主营业务量一半多，此前做电力优化选线项目时其也采用传统测绘技术进行作业，“安徽地形地貌呈现多样性，平原、丘陵、山地等类型都有，地表植被丰茂。在此环境下，采用传统测绘技术不仅作业难度大、效率低、精度不够，且作业人员的安全也无法保障。”

但新购的ARS-1000L机载激光测量系统投入到电力优化选线项目中后，安徽宇天尝到了不小的甜头。“最直接的感受是数据采集效率提高了。在测量难度大的山区，我们以往一个RTK熟手测一天也就两三百米，但像机载雷达，一天就

“

机载激光雷达技术通过获取电力线沿线的地表形态、地表附着物（如建筑、树木等）、线路杆塔等高密度点云信息，可让工作人员对建筑物、植被、交叉跨越等危险区域进行快速判别。

”



▲海达数云机载激光测量系统生成的电塔及电线点云数据

可飞四五十公里，数据采集效率对比非常明显。”陈大光表示，不光如此，效率提升还体现在后期设计上。通过对机载雷达数据及其同时拍摄的影像数据进行一系列处理，可得到高精度的DEM、DSM、DOM，等高线以及植被分类图等丰富的地表信息，结合DSM和DOM可得到真实的三维场景图，并参考三维场景图进行电力优化选线，可从不同视角观看线路周围的地物、地貌信息，使设计人员在室内即可直观高效地完成图上选线及线路优化工作，极大地提高了工作效率。

同时，新设备带给安徽宇天另一个惊喜是项目成本的降低。“以前做外业时，一个项目需要投入五个人，但现在只需要投入两个人，一个是飞手，另一人负责打验证点

或者做调绘、调查之类的工作，人员减少一半多。飞行采集完之后，其他工作都可放内业处理，我们还针对电力应用开发了相应软件，效率就更高了。而人员减少、效率提高，项目成本自然就下降了。”

创新应用，电力巡检小试牛刀

当被问及2020年承接的电力行业项目中哪个项目最具代表性时，陈大光脱口而出：“一个电力巡检项目。”此项目是其公司采购ARS-1000L机载激光测量系统后，首次做的电力巡检项目。拓展电力行业的业务范围，正是安徽宇天采购新设备的初衷之一。虽然对机载激光雷达技术做电力巡检有期待，但ARS-1000L机载激光测量系统的“首秀”仍让陈大光吃惊不已，“总体来说



▲安徽宇天使用海达数云ARS-1000L机载激光测量系统开展电力巡检项目

省事。当无人机搭载ARS-1000L机载激光测量系统飞完后，只要数据没问题，直接附色便可提交，无需做点云分类或进行其他人工干预。”

电力线路建设之初的选线的重要性不言而喻，但电力网络建成后要想确保其正常运作，电力线路的维护也同样重要。而传统的巡查方式，需要投入大量人力、物力，且作业周期长，受环境影响较大，当遇到复杂地形、突发故障处理时，以上弊端就更为明显。

而机载激光雷达技术通过获取电力线沿线的地表形态、地表附着物（如建筑、树木等）、线路杆塔等高密度点云信息，可让工作人员对建筑物、植被、交叉跨越等危险区域进行快速判别，以期用最快速度找出安全隐患及故障所在，即时

进行检修避免事故发生，以确保电力网络的安全运行。

“那次电力巡检，业主对我们的点云密度要求比较高，但我们最后出的精度报告，完全满足业主的需求。”陈大光说。此次电力巡检项目的成功应用，为安徽宇天进一步拓展电力巡检业务开了一个好头。

除了拓宽ARS-1000L机载激光测量系统在电力巡检的应用外，安徽宇天还积极拓展其在风电场测量、河道测量、公路和道路测量的应用。用陈大光的话说，“现在无论是电力、水利还是公路，我们测图几乎都用ARS-1000L机载激光测量系统，把人员腾出来做其他事情，外业尽量都用机器去做。”

经过近一年的实战，安徽宇天对ARS-1000L机载激光测量系统的

使用早已得心应手，对这套设备的使用充满更多期待。对此，陈大光表示：“我们计划今年把机载雷达的市场打开，发展尽可能多的业务，把ARS-1000L机载激光测量系统充分用起来。我们的目标是它一年中有200多天都出去干活，不要在家里闲着。”



▲海达数云智喙 PM-1500 机载激光测量系统用于林业资源调查

林业资源调查

机载雷达解放人力，精准又高效

□撰稿 / 罗嘉欣

长期以来，采用传统手段进行林业资源调查，耗时费力成本高。在采用机载激光雷达技术以后，不仅可以大大减少艰苦的林业资源野外调查工作，而且可以高效、快速、客观地获取林业基础数据，加速对林业资源的优化管理和建设。

“如果说测绘领域第一次技术革命是以GNSS技术为代表的话，那么，机载激光雷达技术则是继GNSS技术之后的又一次技术革命的代表。”中国测绘科学研究院研究员林祥国如是

说。那么当机载激光雷达技术遇上林业资源调查，会擦出怎样的火花呢？

林业资源调查不再“难、苦、险、累”

长期以来，林业资源调查主要

是利用围径尺、测高器、皮尺等工具测量树高、胸径、树冠面积等，这种方式最大的问题是耗时费力成本高，同时大多数林业资源调查需要投入大量的人力，由于外业调查

“

采用机载激光雷达技术以后，最大的改变是人从这种繁重的野外劳动中解放出来了。而有了这种技术的支持，机器可以24小时全天候工作，而在需要获取的植被结构参数，以及树高、郁闭度、间隙度等参数上也是一目了然，这使得林业资源调查更精准高效。

”

条件艰苦，使得作业人员会面临生命危险。之后，林业资源调查部门也曾引进过遥感、摄影测量等技术，但这两项技术只能提供水平分布的详细信息，并不能获得森林垂直结构参数，且常常面临着立体测图、外业控制、选点等困难。而机载激光雷达技术的出现，弥补了上述技术的缺陷和不足。“采用机载激光雷达技术以后，最大的改变是人从这种繁重的野外劳动中解放出来了。有了这种技术的支持，机器可以24小时全天候工作，在需要获取的植被结构参数，以及树高、郁闭度、间隙度等参数上也是一目了然，这使得林业资源调查更精准高效。”林祥国说道。

那么，机载激光雷达技术如何在这一领域加以应用？在林祥国看来，机载激光雷达技术应用于林业资源调查主要承担着两方面的工作。

其一，样地尺度信息的获取。通过机载激光雷达技术来获取样地的高度、密度和结构、郁闭度、蓄积量等指标的参数，还有侧重于理论研究的树种识别等。利用有人机

激光雷达系统，以获取大范围林地、森林区域的机载激光雷达点云信息，甚至还可以同时搭载一些多光谱相机或者多光谱仪，同步采集光学数据。

其二，单木尺度信息的获取。当点云密度足以识别单木时，应用不同的单木分割算法对森林回波点进行分割，一旦准确分割后，可以获取树高、树冠尺寸、树冠基部高、断面积、胸径、立木蓄积和生物量等。

机载雷达优势明显

传统的人工生态调查数据采集困难，能够获取林木的结构信息有限，且人为主观因素对测量结果的影响大；机载激光雷达技术能提供完善的林业普查系统解决方案，快速提供林业的基础数据，加速对林业资源的优化管理和建设。林祥国表示，机载激光雷达技术的明显优势体现在以下三个方面：

第一，获取数据迅速，并能24小时全天候工作，覆盖范围广。由于激光具有较强的穿透能力，对传统测量手段较难采集的植被高覆盖地区，

能够迅速获取到更高精度的地形表面数据，可以用来分析林木类型、林木分布情况、林木生长阶段概况、林木覆盖面积变化情况等。

第二，获取的层次细节丰富。通过机载激光雷达技术进行数据扫描，能够得到密集的点云数据，运用点云数据软件处理可以提取一系列基于激光雷达点云数据的森林参数和统计变量，包括树冠高度变量、密度变量、强度变量、郁闭度、叶面积指数和间隙率等，从而快速反演出生物量、森林蓄积量、森林覆盖率。

第三，获取的数据精度高。采用机载激光雷达技术能够了解其疏密程度以及不同树龄树木的情况、推算不同树种数量，获取森林地面DEM，实现森林结构参数自动提取以及精细的三维场景重建，用于林业的监控与管理。

同时，林祥国指出，机载激光雷达技术应用于林业资源调查也有其局限性。首先，目前机载激光雷达技术还存在着硬件成本太高的问题。

其次，单木识别精度有待提



▲中国测绘科学研究院研究员林祥国

升。机载激光雷达技术可以获取大部分的林业资源调查指标，但是有少数的林业关心的指标，例如胸径和树高这两个指标目前还无法确保其精度，只能预估。

最后，机载激光雷达技术门槛高。专业人才的短缺导致许多专业的知识还无法完全普及到林业资源调查的相关部门。

为此，林祥国指出目前的林业资源调查，需要将机载激光雷达技术和常规林业资源调查技术结合起来，才能达到一个更好的效果。他随后又指

出，“但是从技术发展趋势来看，机载激光雷达技术在林业资源调查中的比例将会呈现上升的趋势，也就是说未来林业调查方式将会以机器为主，人工为辅。”

打破技术壁垒，助推机载雷达大众化

机载激光雷达技术作为一项新技术应用于林业资源调查中，由于技术设备、经费限制以及技术成熟度等原因，在我国林业领域的应用还无法大规模普及。但在林祥国看来，目前机载激光雷达技术尚未发

挥出其巨大的潜能，他对该技术在林业资源领域的应用前景表示非常看好。而他的这份自信并不是毫无由来。

一方面是机载激光雷达技术的自主创新化。在大环境下，伴随着机载激光雷达技术需求和市场的不断扩大，国内越来越多企业加入到机载激光雷达技术和产品的研发当中，目前国内已有不少优秀的激光雷达企业崛起，并逐渐成为激光雷达行业中的翘楚。“从产业落地的角度而言，国内多家激光雷达供应商也做了大量的探索，在确保硬件质量的情况下，硬件价格在不断地降低。例如武汉海达数云技术有限公司去年研发的智喙PM-1500机载激光测量系统无论是价格还是性能都相当不错。”林祥国说道。

同时，机载激光雷达技术软硬件集成度有所提高。林祥国表示，近几年，基于国家林业资源部门对信息化、自动化的调查需求越来越迫切，越来越多的人加入到机载激光雷达技术的队伍中，开始专心研发相关的数据处理和信息提取的软件，并陆续推出了一些软硬件一体化的解决方案。其中，林祥国提到，他和团队也研发了三维激光雷达典型数据的处理软件。该软件采用单体化技术来做点云数据的处理和信息提取工作，同时设置了一键功能。在获取了林业信息后，该软件的算法会自动地将数据做权重化的处理，并进行信息提取的工作，

这大大提高了林业资源调查的效率，降低了技术门槛。

另一方面是人才的不断涌入。无论是国家、科研单位还是高校，越来越多的人开始关注激光雷达数据处理以及信息提取的科普工作。国家自然资源部提倡立体资源监测，林业资源调查部门逐渐注重对本部门的相关从业人员机载激光雷达技术支持的专业知识学习……种种政策以及行业的关注，都在吸引着更多的人从事机载激光雷达技术相关科学研究和软件研发工作。

“从我的判断来说，通过软件的优化，硬件价格的降低，人才的重视，整个国家的需求其实已经非常迫切了。我相信这将会不断地把技术推向更高的水平。我个人认为未来两三年内，机载激光雷达技术将会迎来一个大的爆发期。”林祥国充满信心地说道。

“从技术发展趋势来看，机载激光雷达技术在林业资源调查中的比例将会呈现上升的趋势，也就是说未来林业调查方式将会以机器为主，人工为辅。”



▲武汉四维技术员在起飞前调试 ARS-200 机载激光测量系统

房地一体

用机载雷达飞出加速度

□撰稿 / 罗嘉欣

作为新型测绘技术，机载激光雷达技术能提高地物信息采集的效率和精度，全天候作业，减少外业工作量，能有效破解房地一体项目中农村聚落散、少规划、道路窄、房屋密而小等问题。

为实现2020年底基本完成农村房地一体确权登记工作任务，房地一体的承担单位使出浑身解数，全力冲刺，力争按时间节点完成目标任务，这其中就包括武汉四维远道技术有限公司（下称四维远道）。

2020年7月，四维远道承接了广东省河源市、湛江市、清远市三地，近8万宗地的房地一体项目。

作为2020年广东省自然资源重点工作之一，省自然资源厅明确要求承接单位严格按时间节点完成房地一体任务。显然，要在剩下五个月的时间内完成，这对四维远道提出了巨大的挑战。然而，三地的房地一体底图成图测量工作都在年底顺利完成。那么，是什么让四维远道在如此短的时间内完成这一艰巨任务

呢？答案在此。

破解数据采集难题

众所周知，房地一体工作中的权籍测量会存在着诸多问题，如农村大量人员在外务工、空巢率高，房屋量测无法入户；很多隐蔽点难以量测；连片房屋难以分辨；地籍精度要求高，对测量人员专业技能

要求严格，技术人员培养慢、流失快等等。

在所有的中，四维远道负责人王鹏表示，技术难度最高的环节当属高精度的野外基础数据采集与生产。因此，针对该问题，采用新技术探索高效的外业采集模式势在必行。

王鹏介绍道，野外基础数据采集的方法有多种，按照传统思路，如果采用RTK和全站仪相结合的全野外数据采集模式，虽然精度高、遗漏少，但需要大量专业的外业测量人才，且户外测量作业影响因素较多，周期长且成本高。为此，无人机倾斜摄影测量技术和机载激光雷达技术两种新技术备受房地一体承接单位青睐。“虽然两种新技术各有优缺点，但两者无论生产效率还是成果精度，均远高于传统测量手段。”

王鹏指出，无人机倾斜摄影测量技术的优点在于可获得拟真程度高的实景三维模型。其不足之处是实景三维模型对像控点质量、天气质量等有着较高的要求，且空三与模型计算过于耗费时间。“尤其是对于大型项目，模型计算会使得原本就很拮据的工期变得更加的紧张。”他说。而机载激光雷达技术的优点在于三维数据直接获取，精度不受控制点与天气影响，可以保证更稳定的精度获取，并且数据生产无需布设像控点，数据解算当天即可完成，节省了布设控制点与解

算空间数据所需的成本与工期。其不足之处是前期成本过高，且点云数据不直观，数据处理需要较高经验，对作业人员有更高要求。“两者相比之下，我认为机载激光雷达技术更贴合房地一体的实际需求。”这是因为，四维远道承接的房地一体项目普遍存在农村聚落散、少规划、道路窄、房屋密而小等问题，机载激光雷达技术要比无人机倾斜摄影测量技术更胜任。

于是，经过多款产品的对比，四维远道采用了中海达旗下子公司海达数云的ARS-200机载激光测量系统的集成化方案。

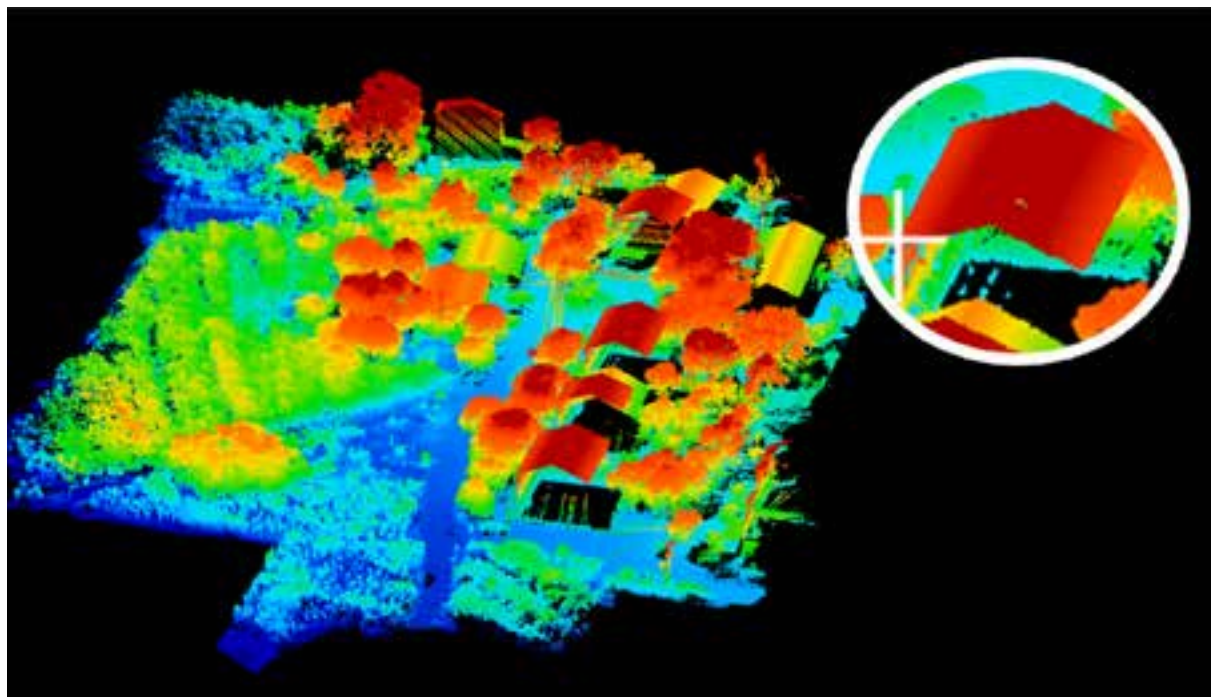
助力权籍测量高效精准

尽管机载激光雷达技术优点很多，但ARS-200机载激光测量系统到底能否达到权籍测量精度要求、能否有效提高作业效率、能否显著降低作业成本？这都有待实践验证。

2020年7月，在认真分析了广东省房地一体工作现状后，王鹏带领四维远道技术团队，并携带ARS-200机载激光测量系统，前往清远市开展权籍测量工作。在使用ARS-200机载激光测量系统飞行前，技术员首先对测量区域进行仔细的调研，了解其大致范围，以及测量区域内的地形和地形条件，避免地形特征对飞机和激光扫描仪造成危害。“毕竟使用设备作业时，安全永远是第一要素。”王鹏说。

随后，技术员使用ARS-200机载

机载激光雷达技术的优点在于三维数据直接获取，精度不受控制点与天气影响，可保证更稳定的精度获取，并且数据生产无需布设像控点，数据解算当天即可完成。



▲海达数云机载激光测量系统生成的房地一体点云数据

激光测量系统对测区进行扫描，获取激光点云原始数据、正射影像原始数据，POS姿态数据与GNSS原始数据数据，并使用HD-DATA Combine等相关软件进行原始数据融合，生产出项目所需的高精度LAS点云、正射影像等产品，并基于数据生成DLG（数字线划地图）。

王鹏介绍道，广东省内房屋建筑较为密集，每平方公里图斑通常有2500到3500户，正常情况下外业飞行每天可获取一平方公里外业数据，当天晚上进行数据解算，第二天即可进行内业生产。

期间，白天技术员顶着夏日骄阳在当地村委大楼顶部架起基站，设置

仪器参数、激活惯导系统，挨村进行点云数据采集；夜间技术员加班加点处理试验数据，快速将采集回的点云数据提取出房屋界址边线。

借助ARS-200机载激光测量系统，四维远道高质量、高效率、低成本地完成了清远市房地一体项目。新设备的“首秀”表现，彻底打消了四维远道之前的顾虑。随后，在ARS-200机载激光测量系统的助力下，河源市和湛江市两地房地一体项目同样飞出了“加速度”，顺利按时按质完成。“虽然新设备的投入较为昂贵，但随着项目的推进，其在每个项目都能节省掉大量的控制点布设、空三计算的资金成本与时间成本，长期考虑

下来，其成本尚在可接受的范围。”王鹏说。

ARS-200机载激光测量系统在房地一体项目的突出表现，让四维远道坚定了用好设备的决心。王鹏指出，基于设备能够快速、准确获取三维空间信息数据和真彩色影像数据这一优势，将把ARS-200机载激光测量系统用于交通、应急、电力、林业、农业、国土、规划等领域。“我们希望能发挥这套设备的最大价值，为行业用户带去高质量的测量成果。”王鹏说。

HS 系列

高精度三维激光扫描仪

领先 不止一面



高精度 高频率 全自主 易扩展 自动化 全流程



中海达
HI-TARGET

武汉海达数云技术有限公司

网址: www.hi-cloud.com.cn
热线: 027-5932-7888





中海达小碟： 为测量提速

□撰稿 / 中海达集团测绘事业部



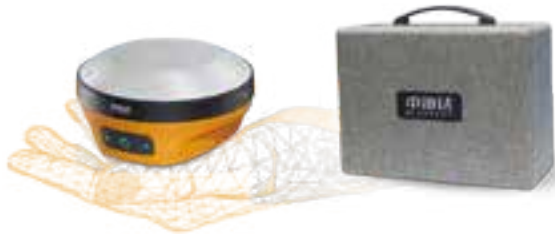
中海达小碟（包括中海达V200、海星达iRTK10、华星A30、北斗海达TS5 Pro）是中海达全新一代自研的惯导RTK，产品以轻便小巧为理念，让操作变得更简单，快速提升测量效率。

性能优势



机身小巧、干活不累

主机直径13.5cm，仅重0.82kg，轻轻松松一手掌控；
超轻EPP材质仪器箱，坚固耐磨抗冲击；
轻量化设计，整箱减轻50%；
配备2m对中杆，自驾外业更便携。



全星座、全频段、固定块

支持北斗三号卫星信号；
搜索+解算卫星可达45+；
信号接收更灵敏，自适应抗干扰强；
支持单北斗解算。



新惯导、摇一摇就能测

中海达新一代倾斜测量；
6秒快速初始化，稳定不易退出；
高频无延迟，即点即测。



内置全国CORS服务、开机即测

国内领先，全面覆盖；
CGCS2000坐标直接测。



升级版安卓手簿iHand30

八核处理器，2G闪存+16G存储，大数据轻松处理；
Android10操作系统，系统更流畅，兼容性更好；
4G全网通，支持双卡双待，WiFi/蓝牙/NFC全支持；
USB Type-C通用接口，支持OTG；支持TF扩展卡；
大容量锂电池，支持快充，作业续航有保障。



内置4G网络通讯、免三年流量

内置eSIM卡，无需插卡，开机即用；
含三年4G流量，支持线上续费；支持手簿差分。



收发一体、全协议内置电台

电台协议支持：HI-TARGET、TRIMTALK 450S、TRIMMARK III、TRANSEOT、SOUTH、CHC；
电台效率高中低可调，最大2W，典型距离7公里。

配套软件

Hi-Survey 专业测量软件

全新的交互设计/全面的道路算法/强大的底图显示/开放的互联功能。



HBC 中海达一站式测量办公软件

HBC (Hi-Target Business Center) 是中海达全新推出的一站式Windows桌面测量办公软件：包括GNSS静态数据处理、RTK测量、CAD制图、道路设计、DTM面设计、全站仪导线数据处理六大功能模块与联合作业中心，HBC采用全新框架开发，辅以崭新UI界面设计，一个平台满足多个测量场景内业需求，从内到外实现一体化业务流。



▲ 研发人员在测试中海达小碟

诠释高性能高性价比新定义 ——中海达小碟研发背后的故事

□ 撰稿 / 何溪

扫码了解更多中海达小碟相关内容



一年之计在于春，专注于国产RTK二十一年的中海达紧跟春天的脚步，在年后开工的第十天，重磅推出了中海达全新一代自研惯导RTK——中海达小碟系列RTK（中海达V200、海星达iRTK10、华星A30、北斗海达TS5 Pro，下称中海达小碟）。与以往中海达RTK产品相比，中海达小碟以轻便小巧为设计理念，是中海达重量最轻、体积最小、性价比高的惯导RTK产品，以致于中海达小碟项目经理郑工称其为“行业最高性价比的RTK产品”。

创造中海达多项记录的中海达小碟，从立项到生产，只用时150天。那么，在如此短的时间内，中海达小碟的研发团队是如何一步步把它变成现实的？

满足市场需求，提供高性价比有竞争力产品

众所周知，在空间信息行业的技术革新的路上，RTK技术引领了行业发展潮流。在RTK的助力下，外业测量人员大大降低了工作强度，提高了作业效率。目前，RTK已经成为外业测量人员必备工具之一。尽管RTK很好用，但其也存在不足：在树林、高楼等弱信号环境无法提供准确的定位，且RTK在运行时必须气泡对中，否则测得的数据不准确，这在一定程度上影响了用户的作业效率。

为提升RTK性能，快速提高测量效率，国内厂商不约而同地将卫星导航与惯性导航进行组合，推出了带



▲ 研发人员在信号较弱的树林中测试中海达小碟

惯导功能的RTK产品——惯导RTK，其中中海达于2019年3月推出首款惯导RTK——iRTK5 X，之后又相继推出了V96、A15、TS7 Pro等惯导RTK产品。与普通的RTK相比，惯导RTK摆脱了气泡对中的束缚，让用户斜着也能实现“到点即测”。同时惯导RTK适应环境能力更强，可以在房角、树下等弱信号区域正常开展测量。为此，惯导RTK一经推出，深受用户喜爱。

由于惯导RTK研发投入大，因此惯导功能首先成为各大厂商的高端RTK产品中的标配。随着惯导技术的成熟，惯导RTK对用户帮助越来越大，用户选择RTK时也会优选带倾斜测量功能的惯导RTK。如何让所有用户都用上称心的惯导产品，让惯导功能成为RTK标配，这是中海达对用户义不容辞的责任。“我们要做的不只是标配功能，更是要在性能上做到行业最好，同时作为一款新品，还要在功能上、配置上赶超竞品，这样我们的产品才更有市场竞争力。”郑工说。

于是，去年9月，中海达召开了中海达小碟产品立项会。会上，中海达小碟的研发方向被定位为一款高性能高性价比的惯导RTK。考虑到每年的三四月份是工程

开工旺季，设备需求量大，此次中海达小碟新品上市时间被定在今年2月底。为此，中海达组建了一支25人的研发团队。

业内最好板卡配高性能惯导，铸就高性能

如何把中海达小碟打造成一款高性能的惯导RTK？这是研发团队首要考虑的问题。何谓高性能RTK？通常有三大衡量标准：第一，在各种环境下能不能测量；第二，测得准不准；第三，测得效率快不快。“前两个由板卡决定的，而第三个则由惯导功能决定的。”郑工说。

基于此，研发人员一方面为中海达小碟配备了业内最好的板卡，保证了用户即便在复杂环境下也能正常测量，同时所测得成果精度高。

另一方面，研发人员通过大量算法攻关，实现了倾斜测量时高频无延迟，即点即测。为了实现这一步，研发人员付出了巨大的努力。负责此次惯导工作的中央研究院算法部门陈工指出，在此之前，根据用户反馈，中海达惯导RTK在大角度测量时，可靠性有待提高。同时在惯导RTK初始化方式上，用户更倾向于快速初始化的

推拉方式，而非耗时较长的行走方式。“所谓推拉方式，就是用户站在原地前后推拉几下测量杆就能测量，而行走方式则需要用户行走一段距离才能测量。”陈工解释道。

用户的反馈为研发人员优化惯导指明了方向，那就是中海达小碟要拥有更快的初始化速度，并且具备高可靠的测量精度。为此，研发人员引进了类似GNSS卫星定位的后方交会几何模型，从而将初始化速度提升至6秒，这与采用行走方式相比，速度快了3倍。同时，研发人员设计了高强度的GNSS/IMU质量互检算法，极大提升了中海达小碟惯导功能大角度测量的可靠性。

之后，惯导算法团队把全部精力放在产品化上，这也是关乎惯导功能可靠性的最重要一环。“所谓产品化，首先设计基础的算法模型，然后在理想条件下进行初步验证，原理验证通过后，最后进行用户场景适应性开发。而算法产品化的主要工作集中在最后的用户场景适应性开发，也就是把用户可能用到的作业场景都覆盖模拟到，然后根据模拟中出现的问题再对惯导算法进行优化。”陈工指出，在产品化适配场景过程中，研发人员先后模拟了“摇快、摇慢、摇大幅度、摇小幅度、旋转摇、短测量杆摇、长测量杆摇”等各种作业方式。“我们把所有能想到的方式都进行了模拟作业，可以说整个产品化的工作太复杂了，甚至今天测了没问题，明天就有可能出问题。”他说。

在经过反复测试和调优后，中海达小碟惯导功能的优化工作在今年1月底完成。“可以说，中海达小碟是目前中海达RTK产品中倾斜测量效果最好的产品。”郑工说。

硬件优化设计，打造高性价比

在铸就高性能的同时，研发人员还从产品轻量化方向着手，在产品设计上进行了优化创新，从而为用户打造一款更具性价比的产品。郑工指出，中海达小碟优化创新工作主要体现在天线、主控制板、包装箱三个硬件的“瘦身”上。

在天线上，研发人员在基于优化内部天线方案的基础上，采用了直径更小、重量更轻的天线。其中在天线直径和重量上，中海达小碟比其他RTK产品小了26mm，重量轻了30%。

在主控制板上，电台模块和主控制板模块两个研发团队融合开发，实现了其尺寸最小，性能最优。在此之前，电台模块和主控制板模块分别由两个研发团队负责，这样的结果是两者都有各自的模块。“两个模块意味着成本会高，而且会让产品内部结构变大。”郑工表示，此次中海达小碟是中海达第一款将电台模块和主控制板模块融合开发的RTK产品。“这种创新做法带来的好处有很多，不仅可以让设备变小，同时由于模块融合，让产品组装工作变得简单，进而有助于提升产品的可靠性。”

在包装箱上，研发人员进行了重新设计，不仅材质上一改以往采用塑料材质的做法，采用了超轻EPP材质，方便用户携带外出测量的同时，使得包装箱坚固耐磨抗冲击，而且设计上采用了轻量化设计，整箱减轻50%。

郑工强调道，尽管硬件变轻变小了，但产品品质这条底线没有触碰。为确保品质，研发人员对每个零部件从设计时就遵从“简单、易制造、易组装”的要求，各个零部件尽量整合优化，以减少内部零部件数量。“乃至一颗螺丝的用量，我们都会认真考虑。只有零部件变少了，后续生产组装环节就会更简单。”今年2月1日，中海达小碟正式进入到首批量产环节，因产品集成度高、工艺简单，生产工序比其他RTK产品少了20%以上，以致于每2分钟便可完成一台主机的生产。凭借着设计和生产工艺简单，中海达小碟首批量产设备的一次良率达到90%以上。正因如此，中海达小碟的售后服务标准为1年内只换不修，并保修3年，这远高于其他RTK的售后服务标准线。

中海达小碟的高性能高性价比，让研发团队对新品上市的表现充满信心。“因为无论在功能上，还是性能上，中海达小碟都是最具市场竞争力的，我们有信心它能成为业内性价比最高的RTK产品。”郑工如是说。[📍](#)

HD TLS360 三维激光扫描仪

小型轻便、轻松应对多场景

□撰稿 / 海达数云



HD TLS360三维激光扫描仪，以轻量化、人性化设计理念，集激光扫描、影像获取、GNSS等技术为一体，采用极致精简风格，机身小巧，携带方便，无需标靶，一键操作，即可简单高效完成三维数据扫描与获取。

产品特点

小巧轻便、随扛随扫

主机尺寸小巧，重量约4kg，配备碳纤维三脚架，一人即可非常轻松地完成携带、扫描与搬站，实现了“扛起来就走，放下去就扫”。

无需整平、快速扫描

±5°的倾斜补充角度，让外业人员免去精确调平的烦恼，放稳即测。一站扫描仅需90s，同时也可自定义扫描范围，快速获取三维数据，节省外业时间，提高作业效率。

无线操控、傻瓜处理

通过普通手机安装的APP软件即可远程无线遥控设备操作，实现一键采集、实时扫描预览。通过海达数云自主研发的点云拼接软件，可实现多站点云快速浏览、自动拼接及一键点云赋色。

外置扩展、能力更强

可扩展外置轻量化全景相机或GNSS天线，实现高精度定位、激光点云+全景影像多源数据获取，满足更多应用场景需求。

极致匠心、超高颜值

采用流线型铝合金外壳，蓝黑经典色搭配，外形酷炫，超高颜值。

多变模式、更多场景

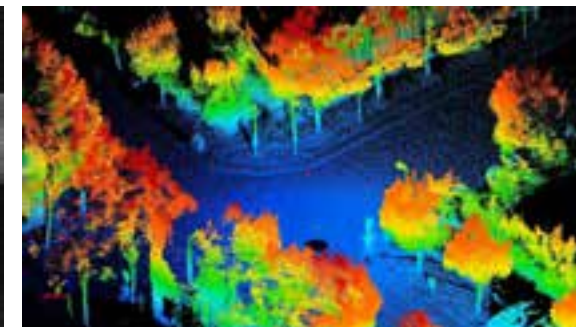
对于某些人员不便进入的扫描环境（例如密集房屋墙体间、井洞等），可利用设备轻小特性，扫描时人员可留在安全地带，通过支撑杆倾斜深入进行环境扫描。对于需长期挂载扫描的环境（例如煤仓、粮仓等），可对其进行倒装设计，远程操控，实时数据传输显示。

数据展示

HD TLS360三维激光扫描仪可输出高质量点云、全景影像数据，形成多类型三维展示成果，满足后续数据导入第三方应用软件，并进行数据精度评定、质量控制和成果展示等。



▲室内数据成果展示



▲室外数据成果展示

应用领域

如今，越来越多的行业开始利用三维激光扫描技术快速、准确地获取空间信息，进行复杂的项目管理，提升管理效率。

HD TLS360三维激光扫描仪以其小巧轻便、随扛随扫、快速扫描、高性价比的特点，特别适合于很多高精度、高时效、低成本方案的三维激光应用场景。

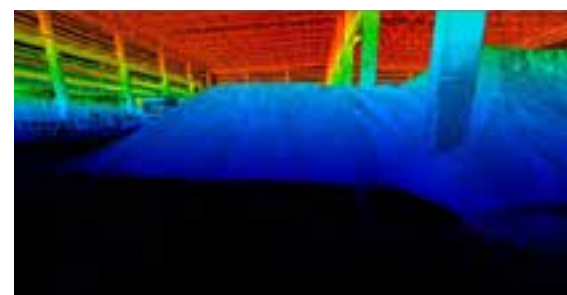
包括但不限于：房屋立面测量、交通事故现场勘查、堆体方量计算、室内装潢设计、平立剖图绘制、数字园区、高校教学等应用领域。



▲房屋立面测量



▲交通事故现场勘查



▲堆体方量计算



▲室内装潢设计



▲今年年初，HD TLS360 三维激光扫描仪在河南开展演示

为非测绘专业用户量身打造

——HD TLS360三维激光扫描仪研发背后的故事

□撰稿 / 何溪

在岁末年初之际，作为国内优质的三维激光测量产品制造商，中海达旗下子公司海达数云在继同年九月重磅推出智喙PM-1500机载激光测量系统后，又推出了一款小型轻便、极致性价比的划时代效率利器——HD TLS360，为国产三维激光又添浓墨重彩的一笔。这款新品诞生的背后有什么研发故事，我们通过对产品叶工，为您解答。

【初衷】

满足高保真的三维数据需求

《定位》：请问推出HD TLS360新品的初衷是什么？

叶工：在国内的地面三维激光扫描仪市场应用方向、品牌及占有率多年固化的情况下，我们基于对地面三

维激光扫描仪应用场景的深度理解，发现用户对高保真的三维数据需求日益增多，尤其是越来越多泛测绘、弱测绘的行业应用场景增多，而此类用户不具备专业的测绘知识，因此市场上急需一款简单高效就能完成三维数据扫描与获取的设备，这就是我们研发HD TLS360的初衷。

《定位》：产品研发是从什么时候开始立项？研发团队有多少人？什么时候完成研发？

叶工：我们在去年10月左右立项，并组建了四人的研发团队。虽然研发人数不多，但研发人员基于多年在地面三维激光产品的研发经验，快速整合了行业内各种前沿的技术于一身，按时按量按质完成了研发和生产。

【亮点】

数据丰富性拓展出更多的应用场景

《定位》：HD TLS360以小型轻便、极致性价比为设计理念，请问在产品研发中是如何体现的？

叶工：HD TLS360的设计理念主要表现在两个方面。一方面在整机设计上，研发人员为HD TLS360配置了碳纤维三脚架，而非测绘用户专用且笨重的三脚架，这使得设备整机只有4.3kg，这比公司HS高精度三维激光扫描仪整机的重量降低了一倍多，整机变轻后意味着设备整体便携性得到了极大提升，方便用户开展作业；另一方面在设计之初、选型阶段，研发人员在各个关键零部件上进行广泛的选型，使得产品的成本得到进一步下降。虽然成本降低了，但是产品的综合性能，比如测距、精度、点云赋色、倾角补偿、远程操控等指标不但没降，反而得到了进一步的保障。

《定位》：HD TLS360最大的亮点是什么？为实现这个亮点，研发人员是怎么做到的？

叶工：HD TLS360最大的亮点是数据的实时性得到了进一步的突破。也就是说，用户除了通过后处理的方式获得数据之外，还可以实时获取现场数据，充分享受多线程激光扫描技术带来的数据丰富性，从而进一步拓展了更多的应用场景，比如用户在较复杂的环境下可以瞬间获取兴趣区域的位置和状态。

为了实现这一亮点，研发人员除了引入多线程激光扫描技术，还允许引入第三方传感器的接入和同步作业。为

此，在数据实时同步上，不仅仅是激光点云的实时数据量多，而且确保了与其他传感器同步。同时，为了使如此大的数据量能够同步融合输出，研发人员自创了全新的数据格式和存储方案，这才造就了这一亮点。

【困难】

用创新攻克技术难关

《定位》：产品在研发过程中遇到了哪些困难？研发人员又是怎么解决的？

叶工：此次新品研制中，研发人员遇到了两个困难。第一个困难发生在研发过程中，由于这款新品首次引入了多线程激光扫描技术，与单线扫描技术相比，多线程的标定是一大难点，如何在多线扫描的情况下保证所有的扫描点达到同等的精度，对研发人员来说是一个巨大的挑战。事后，研发人员通过自行开发的多重激光线标定方案，从而确保了多线程激光扫描技术能够达到相应的精度水平。

第二个困难发生在新品测试过程中，由于每类新型号设备上市前，根据公司的惯例和传统，研发人员会把新品放在各种环境下进行测试。测试中，研发人员发现当太阳光直射激光传感器上时会出现数据丢失的情况，为此研发人员进行了各种尝试以期通过修改激光器本身来规避这个问题，结果都是无功而返。最后研发人员通过控制外部光线来源的方法成功解决了这个问题，保证了设备在多种光源环境下能够进行正常数据获取。

扫码了解更多 HD TLS360 相关内容



广开进贤之路，广纳天下英才，是保证企业可持续发展的根本保证。

作为空间信息行业的领军企业，中海达自成立以来，凭借着优秀的企业文化、领先的科技实力、强大的品牌优势等软硬件实力，吸引了大批优秀人才加入，其中就包括一批海归人才。

留学的宝贵经历，能给浙江中海达数据运营事业部副总监谢潇、中央研究院算法工程师黄子浩、中海达国际销售工程师卞晓波的工作带来怎样的帮助？下面，就让我们走近他们，倾听他们的故事。



▲浙江中海达数据运营事业部副总监谢潇

谢潇

尽善尽美做好每一个产品方案

□撰稿 / 何溪

过去的2020年，对于中海达旗下子公司浙江中海达数据运营事业部副总监谢潇来说，是极其忙碌的一年。这一年，她牵头了12套实施方案的开发，数量将近占她

加入浙江中海达四年来工作总量的40%。在服务团队的四年里，负责创新研发工作的她累计完成了30余套产品方案的调研与设计工作。

谢潇的这份成绩单，为浙江中海达打开了新市场，同时也为公司赢得了诸多荣誉。其中由她代表公司参与的“天空地协同的城市违法建筑智能检测关键技术及应用”获“2019年地理信息科技进步奖一等奖”、“倾斜摄影测量实景三维地理信息系统关键技术及应用”获“2019年测绘科技进步奖二等奖”。同时，在2020年她还成功推进了公司与江干公安、中国移动、华为共建5G+时空智能服务联合实验室，她主导的杭州东站智慧枢纽项目更成为“路地警务融合浙江样板”。

谢潇能交出如此令人满意的成绩单，与自己全心投入有关，“团队需要的时候就都是工作时间，”为此她基本放弃了周末。曾经的留学经历也至关重要，2014年9月至2016年10月，谢潇在德国慕尼黑工业大学留学深造。两年的留学经历，用她的话说，除了让自己收获了创新思考能力，更重要的是提升了待人处事的心境。“这些都让我在以后的工作中受益匪浅。”

“很开心公司能把这份工作交给我”

谢潇坦言，自己选择出国留学的原因很简单，就是想尝试新事物。“因为自己没有留过学，所以就想去尝试。”

于是2014年，正在武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室读博士的谢潇，通过导师朱庆教授的引荐，联系了时任德国慕尼黑工业大学副校长孟立秋教授，向她咨询留学该校事宜。在获得孟立秋教授的支持后，谢潇向学校提交了国家公派出国留学（攻读联合培养博士研究生）的申请并获得批准。为了更好地在德国接受学习，她在出国前花了三个月的时间，从零开始参加了国家基金委组织的德语学习课程，并高分通过。

2014年9月，谢潇踏上了赴德留学之路。在德国慕尼黑工业大学，谢潇师从孟立秋教授，从事摄影测量与遥感专业的深造。与大部分人海外求学不同，她是带着研究课题去留学。当时，谢潇参与了科技支撑计划项目课题——虚拟地理环境与视频GIS。为此，在德国留学

期间，谢潇的研究目标一直很明确，同时也能安排出时间参与到配合导师承担联合教学的任务中。2016年5月，谢潇启程回国参加毕业答辩。在看到自己得意学生即将学成回国之际，朱庆教授向谢潇抛出了橄榄枝，邀请她加入由他带领张叶廷博士等人与浙江中海达成立的GIS产业化团队。考虑到团队主导的GIS产业化方向能让自己学有所用，成员更是长期配合、彼此熟悉的同门，谢潇毫不犹豫地接受了邀请。

2016年10月，谢潇被任命为数据运营事业部副总监，负责公司的创新研发工作。“在很长一段时间，团队没有成熟方案，新需求基本上都是由我对接。”2016年浙江中海达成熟的产品方案还主要是保障城市管网安全运行的综合管线信息系统。面对这项创新性工作，谢潇并没有胆怯，反而说，“很开心公司能把这份工作交给我。”她的这份自信源于朱庆教授和孟立秋教授的教诲和培养。在求学过程中，两位导师都要求她不要做“死研究”，而是把科学研究与应用需求结合起来。在“产学研用”理念的指导下，谢潇在读博期间参与了多个国家级和省部级科研项目，也承担了各种GIS应用示范工程。“这些工作为自己积累了丰富的各级别项目实施经验，所以这项创新性工作对我而言，并不是一个全新领域，而是在读研究经验的一种顺理成章的承接和延续。”

“每个任务方案都倾注了我的心血与情怀”

加入公司第二天，谢潇便被派往浙江省青田县，负责防违控违实施方案的对接工作。面对比自己想象中更快到来的第一个产品方案研发，谢潇的心情是兴奋大于紧张。

通过现场交流，谢潇弄清楚了用户的需求：利用无人机倾斜影像、正射影像、全景影像以及遥感影像等快速、自动识别违章搭建的地区，并对该地区违章建筑的类型进行自动识别。目的明确后，她开始着手防违控违产品方案的开发。从方案的整体设计、可行性分析、核心算法，到国内外现状的调研分析、验证方案，几乎由



▲去年7月，浙江公安、浙江中海达、中国移动及华为联合组建的“5G+ 时空智能服务联合实验室”举行揭牌仪式，右四为谢潇

谢潇一个人独立完成。而这种工作模式也成了后续工作的常态。“因为这种新需求或需要创新的工作，更多的是倾向于思考和探索，不太适合占用公司过多的人力资源。只有当产品方案有机会落地，我才会去安排同事和调用资源参与进来。”谢潇说。

经过三个月的努力，谢潇完成了防违控违产品方案的开发。然而用户没有足够多的经费，使得方案被搁置。虽然开发的首个产品方案未能获得“开门红”，但在她看来，尽管未能给公司带来收益，但对自己而言却是一种成功。“因为我自己在这个过程中收获了锻炼和成长。”对于成功的定义，谢潇认为结果论并不是判定成功唯一的标准。“成功的结果，可以是团队的壮大，也可以是思想的进步，亦可以是向心力的凝聚等等。”谢潇对成功的看法，得益于在德国留学期间，她从导师孟立秋教授和一位德国哲学家的身上学到的。在与他们的

交流接触中，谢潇逐渐提高了自己的心境，包括对待工作和生活的态度。

在经历开局不利后，谢潇奋起直追。在此后的四年里，她依旧抱着积极的心态对接完成了30余套产品方案的研发，在创新项目方向不仅没有让公司产生投入成本，还累计为公司带来千万元的产值收益。“在所有方案中，由项目需求直接引导的产品方案落地率高，反之没有明确项目需求则落地率低。无论哪种情况，每个任务方案都倾注了我的心血与情怀。”谢潇表示，在做每一个产品方案时，她都是抱着不留遗憾，尽善尽美的想法去做调研分析，最后才拿出一份有技术含量的可行性方案。

“感谢家人们无条件支持我的工作”

作为一项创新性的工作，谢潇研发的产品方案落地

率能有这么高，很大程度上与她在留学期间学习和接触行业前沿知识与技术有关。

以谢潇在去年主导的杭州东站智慧枢纽项目为例，为打造杭州东站警务三维立体化管理模式，提高实战指挥效率，以及解决旅客快进快出东站的问题，她在项目方案中引入了当下前沿新技术——数字孪生，通过该技术建立的杭州东站精细化的实景三维平台，不仅可以更直观、更精准、更可视化地掌握杭州东站的警力情况，而且可以为旅客进出杭州东站带来更精准的导航服务。事后，数字孪生赋能下的杭州东站智慧枢纽项目成为了“路地警务融合浙江样板”，但谢潇的工作并没有就此结束。根据公司规划，将基于杭州

东站智慧枢纽项目模式打造一个智慧枢纽为主题的產品解决方案，用于火车站、机场等交通枢纽，以及商场、体育馆、酒店等复杂综合体的运维和管理。

“所以杭州东站项目对我的工作来说只是一个起点，后续的智慧枢纽需求以及方案推广都还需要我去对接。”谢潇说。

一个需求接着一个需求，谢潇都报以初心、倾心对待。期间，为确保每个方案的可实施性，她严控每一个关键点，同时尽力培养团队成员。“管理的本质就是指引方向、整合资源并承担责任，”谢潇说。在项目前期，她需要对接客户需求，随后根据需求开发一个可落地的产品方案。在项目中期，如果遇到解决不了的问题，她要协助解决。“如果我自己解决不了，我就需要建立一个资源库来想办法去解决，保证问题到我这里能有解决的策略和途径，绝不能跳过去或不理会，不然整个团队就没法把任务有效推进下去。”在项目后期，她

要负责项目的宣传，为产品方案推广造势。“虽然每个任务不能做到事事亲力亲为，但是每一件事我必须要做到心中有数。”

除了全力做好本职工作，谢潇还利用在留学期间扩展的朋友圈为公司做贡献。谢潇在去年为公司引进了她在欧洲任教的师兄，通过他承担的湖州市“南太湖精英人才计划”项目，为公司带来200万元收益。

在工作上全身心投入的谢潇，放在家庭上的精力势必会减少。去年，她与仅两岁多的小孩最长有四个月没有见面。“对我的家庭一直是有愧疚的，感谢家人们无条件支持我的工作。”为了照顾好家庭，谢潇

尽量把休息的时间留给家人。让她欣喜的是，自去年开始，公司在创新方向组织起团队，引入了更多的人才力量，这让每个成员都可以尽可能平衡好工作和生活。

有了家人们的支持，谢潇在工作上更有动力。她希望，在用优异的工作成绩回报公司的同时，也能为孩子树立积极向上的榜样。📍



▲谢潇与同事交流工作



▲中央研究院算法工程师黄子浩

像“破案”一样工作

□撰稿 / 李善清

入职一年又四个月的中海达中央研究院算法工程师黄子浩，用较短时间迅速适应新环境并勇于承担新项目，目前已独立完成四个项目的算法设计，参与协助多个项目的优化完善，并就相关项目撰写、申请了三篇专利文章，还挤出时间评定了助理工程师初级职称。在黄子浩看来，能取得以上成果，与其留学经历及中海达的识才、惜才、用才分不开。

缘起自动驾驶

2010年，即将从西安电子科技大学自动化专业本科毕业的黄子浩动了前往德国留学的念头。下定决心后，短短两三个月，黄子浩在专门的德语学习机构完成了800学时的德语学习，并通过APS认证获得德国大学申请

资格。2011年夏天黄子浩办理完各种手续后前往德国开启留学之旅。他先是在克劳斯塔工业大学就读语言班，在拿到德语DSH证书后，选择了前往乌尔姆大学就读电气工程专业，主攻控制理论和控制系统方向。

在乌尔姆大学学习三年后，顺利毕业的黄子浩选择了回国工作，任职于武汉汽车零部件行业的一家公司。在工作三年后，考虑到与身在广州工作的女友到了谈婚论嫁的地步，黄子浩便辞去了工作，于2019年7月来到广州，他与中海达的故事也就此展开。

“其实中海达所在的行业和我之前从事的行业差别还是比较大的，所以最开始中海达并不在我考虑的范畴内。”不过，当黄子浩在和中海达面试官韩伟浩进行电话交流后，他开始动摇了。“当时韩工展示了他扎实的

技术功底和踏实的发展思路，让我看到了自己技术发展的前景，也勾起了我对中海达的兴趣，就约了进一步面谈。”面谈中，通过确定自己是做压路机和工程机械的自动驾驶相关工作，这与上一份工作有一定关联性后，黄子浩做出了加入中海达的决定。

合拍，才能更快上手

不过，黄子浩加入中海达后，他需接手刚离职同事的工作，工作内容也因而发生了变化，“我需要负责机械事业部产品线的各种算法设计工作。”除了工作内容发生变化，新的工作环境也需要黄子浩快速适应。让他欣慰的是，身边的同事和上级领导帮助他适应。“这点必须说中海达同事之间氛围非常好，我们团队有事都是坐在一起交流，沟通非常顺畅。并且韩伟浩、潘久辉等领导也非常乐意和下属打交道。”

适应能力强的黄子浩很快就有机会参与到机械项目中。在跟进项目的同时，他需要与更多来自不同部门的同事互动，对公司也更加了解，“一般参与两个项目后，你就基本自然融入了团队。”黄子浩认为上级领导分配任务的方式非常好，“领导安排工作时，会先询问大家是否认为这个项目有可行性，不会直接就丢任务过来。”而黄子浩接到一个新的工作任务时，也都会先判断自己能不能做，如难以判断就先查资料、看数据确认情况再回复领导。

同时，他发现了在中海达企业文化中，有更多契合他对于职业的认知和努力方向的地方。“就我本人的工作习惯而言，我更喜欢有计划性地分步验证，再一步一步地实现开发的流程，从而一步步将一个产品从需求打磨成成品，然后再在这个基础上持续改进提高。因此，稳定和延续性是我比较在乎的地方。”

而谈到自己的留学经验是否有助于工作开展时，黄子浩表示，留学经历对他最大的帮助是给了他更高的起点，提供了更广阔的技术和思考思路；同时不同国家的文化碰撞，让他开阔了视野；独自在国外生活的经历，也让他更加自主自觉。

有趣但不容易的“破案”工作

说到自己的工作具体是什么内容时，黄子浩表示更像是在“破案”。“我能得到别人的一些技术文档，但里面的内容写得很笼统，你看不出它这个功能是怎么实现的，而我需要做的就是结合我的知识去把同样的功能给实现出来。”

为此，黄子浩一方面需要通过更广泛地去获取资料，包括其他类似公司或者类似产品的说明书等产品信息，去分析他们的做法，学习他们的设计思路；另一方面要在实际项目中去获取更多的数据，进而多方面分析、验证、获得自己对产品的设计思路的理解及产品的细节特征。“庆幸的是，中海达非常鼓励大家去持续创新，能够提供足够多的项目和时间，让我们去验证自己的想法到底正不正确。”这一支持，对黄子浩尤为重要，“因为我的工作基本上是没有经验可参考的，都需要自己去摸索。”

同时中海达的识才、惜才、用才，也有助于黄子浩及其所在团队取得不错的成绩，做到了“别人有，我优；别人没有，我有”。而黄子浩自加入中海达以来，已独立完成了CFG泵车流量监控系统、灰土挤密桩、强夯机等四个项目的算法设计，参与协助了数个项目的优化完善。“每个项目都让我获益匪浅，我从中发现了自己的不足，增加了自己的技术积累。截至目前，我印象最深刻的一项工作是CFG泵车流量监控系统项目的算法设计，因为这是我加入中海达以来，完成的第一个完整项目。这个项目给了我很好的机会沉淀以往的工作经历，同时也借助这个项目完成了入职到熟悉公司环境、企业文化的过程。”黄子浩表示。

2020年5月，为适应市场发展变化，持续提升整体研发竞争优势，中海达组建了中央研究院，调入中央研究院的黄子浩期待着新变化，“新平台将更有利于我们每个人发挥自己的长处，我也希望在新的岗位上能做出更多的贡献。”📍



▲中海达国际销售工程师卞晓波

卞晓波

在每一次突破中成长

□撰稿 / 罗嘉欣

2019年10月，这是卞晓波入职中海达国际的第二个月，从开始沟通到拿下了第一个将近100万元的销售订单，他仅用时1个月。2020年7月，他成功签下了自己的第一个经销商，紧随其后，他又开拓了蒙古这个此前对于中海达来说完全是空白的市场。卞晓波，从最开始参与中海达国际中亚地区、蒙古以及台湾业务工作，到现在接手俄罗斯的业务工作，这个刚踏入行业一年的年轻人，用对工作的热情和对专业能力的不懈追求让自己迅速成为同事中的榜样。

谈及进入行业的初因，卞晓波表示，留学归国后，他南下直奔广州这座城市。第一份工作从事俄罗斯海外贸易的业务，长年奔走于俄罗斯与中国之间，繁忙的工作并没有给他带来满意的发展，他希望进入一个自己喜

欢并且可以得到更好发展的平台。打开招聘网站，“卫星导航技术”的字眼吸引了从小就热爱电子高科技的他的注意。随后，他向中海达投递了简历。

选择进入中海达是卞晓波认真考虑后的结果，在面试中他了解到，中海达有着极大的上升空间，行业又是自己喜欢的高科技行业。面试时与上司梁伙连畅谈后，他坚定了加入中海达的决心。

坚持总有回报

然而隔行如隔山，非专业出身的卞晓波迎来了他的第一个困难——不懂产品、不懂技术。“第一次接触测绘行业，没有测绘专业知识。”发出的一封封邀请信都石沉大海，久久没有回音。

有过几年海外销售业务经验的他开始怀疑自己的选择，但是他并没有轻言放弃，决定再给自己一些时间。“我们这个行业其实不宽，产品都太高精尖了，我又不是科班出身，遇到的客户要么是技术咖特别专业，要么是商人不懂技术需要我讲解。谈技术的时候，我需要在产品上不停地进行补课，更多地了解每一个产品的核心技术和市场核心竞争力。”那个时候，他不断学习产品技术知识，不懂就问，下班后还在翻看行业PPT和产品彩页，做笔记。他对行业和产品的认知不断提高，服务越来越专业。入职后第二个月，他与台湾的经销商签下了将近100万元的订单。仅仅入职一个多月，就让卞晓波尝到了甜头，但很快，他便调整状态。因为他知道除了销售订单，他还需要拓展更多的经销商渠道。

2020年初，卞晓波顺利通过新人考核，正式上岗。而彼时，全球新冠肺炎疫情形势异常严峻。在努力学习产品知识的同时，新的困难又来了——他无法实地拜访海外客户，这无疑加大了开拓客户的难度。“见面沟通才是销售最直接了解市场信息与合作的沟通意向的途径。”疫情期间，他大多数时间只能通过邮件和电话与客户沟通。

但卞晓波把这些挫折和苦难当做磨炼自己成长的机会，他要求自己付出数倍于常人的努力，“先不说给公司证明什么，首先我要自己证明自己。所以来到中海达的前半年一直在努力地追赶。”一天天的坚持没有白费，2020年7月，他终于成功签下了他的第一个经销商。对于卞晓波而言，因为这一单，他更加坚定了自己的选择，也让他明白坚持总有回报。

好的产品会发光

卞晓波坦言，从第一个销售订单到第一个经销商渠道的开发，当然也离不开过硬的产品品质，好的产品自带流量。

2020年6月，卞晓波发现了台湾另一个有意向的客户后，便开始沟通寻找契机点，因为台湾的市场特殊

性，卞晓波看出了客户的想法，也看到了他对产品的犹豫，他转而向客户推荐了中海达国际的另一个子品牌——Satlab。经过一轮又一轮的电话沟通，他打动了客户，成功让客户订购了一批样品。

这让卞晓波欣喜万分，这是他开发的第一个经销商渠道，但很快，他便平复心情，因为这仅仅只是“万里长征”的第一步。“样品采购只是很小的一部分，我们要做的不仅仅是开发一个客户，更多的是要培养一个客户，我们需要把包括测绘类、高精度定位类等海陆空全覆盖的产品让更多的客户知晓中海达这个品牌。”他相信好的产品会发光。那段时间，卞晓波决定继续深入挖掘，不间断关注客户的需求，终于帮客户如愿解决了技术方面的疑虑，也让客户看到了产品的亮点。客户随后表示中海达产品契合他们的需求，填补了他们的终端市场。

紧随其后，卞晓波又着手准备蒙古经销商的渠道开发工作。与台湾客户不同的是，虽然中海达的产品早已进入蒙古市场，但中海达此前在蒙古尚未有经销商渠道。这让卞晓波发愁，随后他很快找到了与客户进一步沟通的方式——与客户聊自己的经历。

有着在俄罗斯远东国立交通大学长达6年的学习与生活经历的卞晓波，凭借多年与俄罗斯人打交道的经验，他迅速打开了与客户沟通的大门。蒙古国接壤俄罗斯，风俗文化与俄罗斯相近。“蒙古是讲俄语的国家，与他们沟通时，我会选择他们喜欢的沟通方式。”他与客户讲自身的经历，进一步拉近与客户的距离。在每一次聊天中他都更进一步，聊中海达的产品应用、技术亮点……就这样，从沟通到第一批样品再到签订经销商协议，他花了两个月时间，中海达也由此打开了蒙古这个空白市场，这一回卞晓波真真切切地感受到了成功的喜悦。

好的团队使自己成长

从一个小白到成功拿下第一个销售订单，团队的老前辈对卞晓波帮助不少，有问题一起解决，有困难有压力大家一起扛。在团队中让他感觉到，自己不仅仅只是单纯地做业绩，也有了家的归属感。“加入中海达后，

感觉同事之间的沟通比较舒服，大家更多的是为了开拓市场这一个共同目标去努力，我觉得这种感觉是非常好的。我的领导很上心，很负责任，对我这个新人的关心细致入微，对我的成长有很大的帮助。”

团队的力量让他有了精神上的安全感，也让他树立了信心。在他看来，做出好的业绩，一定要懂产品，剩下的便是对客户足够真诚热情，提供专业的服务，为客户提供产品的技术讲解以及解决方案。

为了提高学习效率，卞晓波提到，中海达国际有一个专门的组织培训会，定期组织业务人员共同学习，把从RTK、全站仪到海洋探测等品类的每一个产品细分，从线上到实操，形成系列课程，并且针对产品相关问题还有专门的技术咨询。“无论哪一项支持，都让我切切实实感受到了公司的真诚和用心。”

而这些基础知识的积累让卞晓波与客户有了共同语言，敢于与客户沟通，这也为他的成功打下了坚实的基础。

坚信品牌力量，讲好中海达故事

每一次与客户沟通，都是与客户讲述中海达的故事。在卞晓波看来，不忘初心，坚定选择，坚信品牌力量，也是他不断成长、讲好中海达故事的关键。

卞晓波打从心底里坚信中海达的品牌力量，同时，他也十分认同中海达“客户为本”的企业文化核心价值观，这也是卞晓波从事海外销售工作以来的宗旨——用心服务好每一位客户。“首先我们做销售的第一思想就是要考虑到客户的市场需求，找到最合适的方案给到客户，只有这样，才能让客户在满意的同时更加信任我

们，进而达成我们与客户之间的合作。”

每每与客户提及自己所在的中海达，卞晓波倍感自豪。作为空间信息行业领军企业，中海达注重产品研发和销售渠道建设，拥有丰富的产品线，且大多数核心技术自主把控。中海达不断向海外延伸的行业最领先的销售网路的建立，使得公司业务张力十足。正如卞晓波所说，中海达在行业的知名度高，中海达品牌形象也获得了越来越多的海内外客户认可。

“我出去以后向客户递出一张名片告诉客户——我是中海达人，我心里觉得非常骄傲。”2021年，他接手了俄罗斯市场的业务工作，他相信未来有无限可能，希望自己能进一步加深与海外客户的合作，挖掘更多的市场潜力，占领更多的市场份额。“我的未来空间很清晰，每认定一个客户，我就要挖掘更多的可能性。”

▲卞晓波在操作设备

对于自己如今取得的成绩，卞晓波也并没有骄傲：“我认为目前取得的成绩还是远远不够的，存在着一定的运气成分。对于新的一年，我还需要不停地学习新产品、新知识，也列好了拜访清单与业绩目标。”展望未来，卞晓波提到，希望自己继续在追新求进中，开拓更多海外市场，讲好中海达故事，为公司创造更多的价值！📍



智能监测采集仪 —— HDM100



无需外电支持
独立工作7年



自动程序升级
自动故障提醒



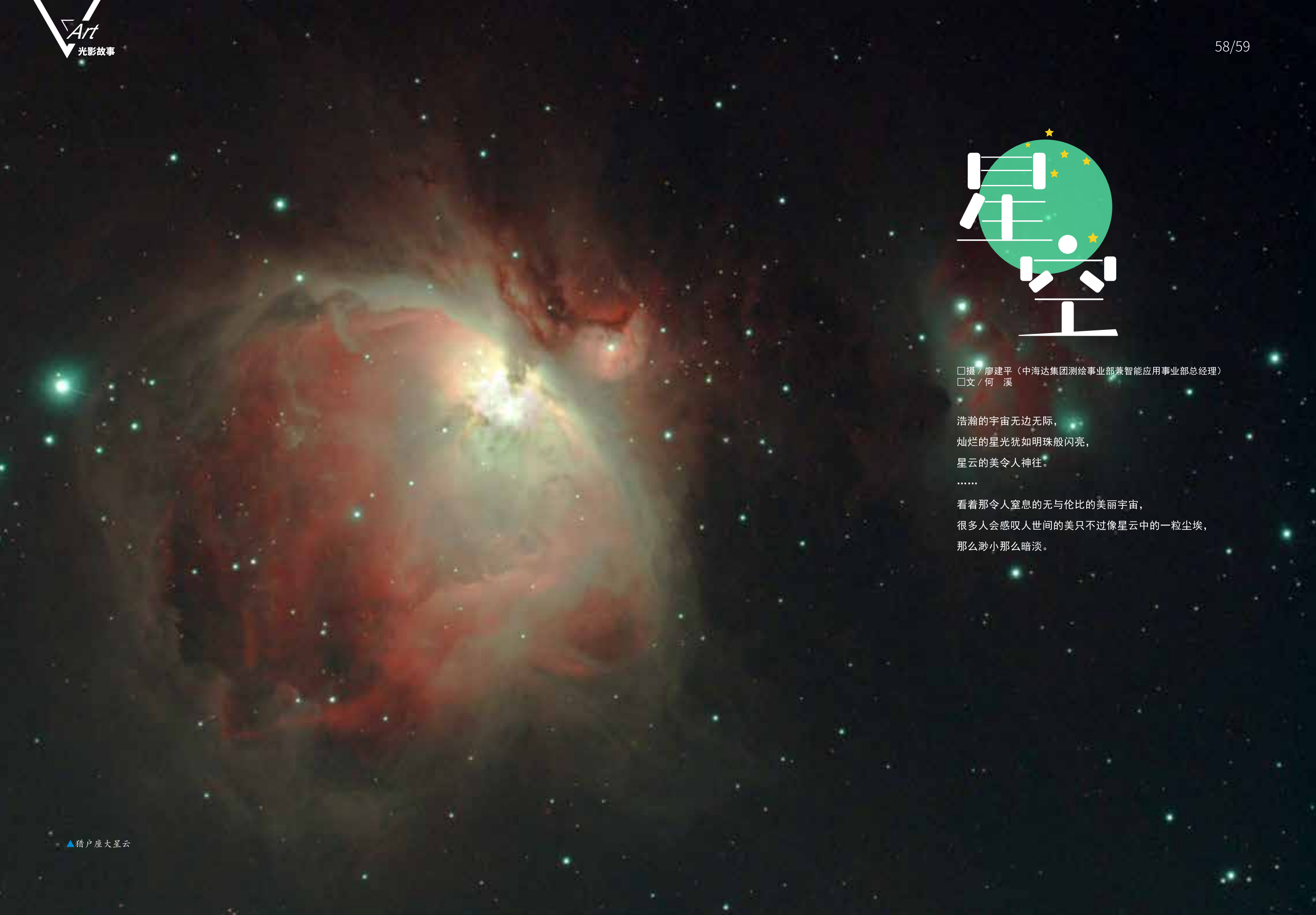
自动研判险情
自动加密采集

中海达
HI-TARGET

广州中海达卫星导航技术股份有限公司

网址：www.hi-target.com.cn
热线：400-678-6690





□摄 / 廖建平（中海达集团测绘事业部兼智能应用事业部总经理）
□文 / 何 溪

浩瀚的宇宙无边无际，
灿烂的星光犹如明珠般闪亮，
星云的美令人神往。

.....

看着那令人窒息的无与伦比的美丽宇宙，
很多人会感叹人世间的美只不过像星云中的一粒尘埃，
那么渺小那么暗淡。



▲心脏星云



▲玫瑰星云



▲氢氧硫三个波段伪彩色合成的玫瑰星云

但更多的人会把星空的美看作是自己的梦想，
在追逐梦想的道路上，注定荆棘遍布。
请记住，
只要我们带着勇气、坚强与智慧，
就能收获成功的喜悦。📍



▲气泡星云

又一国家标准发布！中海达为主要起草单位

根据国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布的国家标准公告，《GNSS 接收机数据自主交换格式》国家标准获批发布。中海达作为主要参与单位参与该标准的制定。该标准有效规范了北斗基础测绘产品的数据格式问题，满足了北斗基础测绘产品应用推广和产业化对国家级标准的迫切需求，对基于北斗的卫星导航定位产品的高质量和规范化发展具有重大的指导意义。

作为卫星导航行业领军企业，中海达一直高度重视标准化工作。近年来，中海达参与了 40 余项相关标准的制定，其中包括 5 项国家标准在内的 18 项相关标准已成功发布。通过参与标准的制定，中海达与来自政、产、学、研、用的各界合作伙伴，共同推进了北斗卫星导航产品的标准化进程，促进了产业走向标准化、健康化的高质量未来。

A

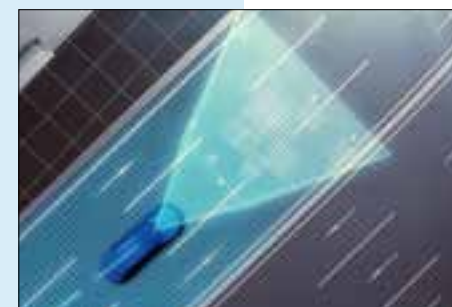


定增完成！多家央国企投资者入股中海达

2 月 3 日，中海达完成向特定对象发行股票事项，募集资金总额为 509,999,927.67 元。本次向特定对象发行股票募集的资金将投入到基于全要素网格的社会治理平台项目、基于时空智能技术的应急管理平台项目及高精度 GNSS 应用技术研发中心建设项目。

本次向特定对象发行股票事项为中海达引入了包括中国北方工业有限公司、中国银河证券股份有限公司、广东航天云制造产业投资基金等多家具有产业背景资源的重要合作伙伴及知名公募基金。中海达将以此为契机，与合作伙伴及其背后庞大的产业资本形成紧密的资本纽带，充分发挥各方面优势，重点发力自动驾驶、应急管理、特殊领域等产业，共筑互利共赢的产业链生态圈，为中海达空间地理信息业务和自动驾驶业务打开更为广阔的应用市场。

C



B

中海达地灾项目通过专家组验收

1 月 29 日，广东省自然资源厅组织专家组对中海达参与的《广东省复杂环境下地质灾害变形监测预警预报技术研究——北斗 GNSS 高精度变形监测技术应用》项目进行结题验收。最终，项目顺利通过结题验收，获得专家组一致高度肯定并推荐项目尽快进行推广应用。

该项目是由广东省地质环境监测总站牵头，中海达及广东省国土资源测绘院共同参与的广东省自然资源厅重点研发专项。在牵头单位有效组织下，中海达充分发挥在北斗高精度定位技术的科研实力优势，与牵头单位联合，共同研究出针对地质灾害通信条件差、供电条件差，广东山体及树木遮挡、雷电多雨等极端气候复杂环境的解决方法，同时分别在广东省梅州市五华县、清远市阳山县及肇庆市怀集县等滑坡监测点进行示范应用。



D

中国海洋学会海洋测绘专委会到访中海达

3月12日，中国海洋学会海洋测绘专业委员会（下称专委会）组织自然资源部南海局副局长、专委会主任委员于斌、自然资源部海岛中心副主任、专委会副主任委员李瑞山等13位领导、专家莅临中海达进行考察、交流。中海达集团董事长廖定海，集团高级副总裁、专委会副主任委员李洪江等陪同接待。双方就海洋测绘的发展进行深入探讨。

会上，中海达作了海洋探测解决方案及星站差分应用专题报告。专委会领导、专家纷纷表示中海达是海洋测绘的老行家，在上市后更是引领着海洋测绘行业向前发展，专委会作为海洋测绘学术交流的平台，此后应多举办走进企业考察调研的活动，在学习交流海洋测绘技术的同时将行业中的好产品推广出去。



2021 中海达代理商会议全面启动

3月23日，中海达以“战”为主题的2021代理商会议拉开帷幕，会议先行在广东、云南、四川等六省同步召开，中海达代理商齐聚一堂，共谋发展新格局。会议先由中海达重要领导详细介绍中海达的渠道发展历程、2020年作出的变革、取得的成绩及接下来的目标。而后由中海达各业务线领导全面介绍中海达的产品及解决方案。

一直以来中海达始终把代理商的利益放在第一位，坚定不移地走着合作共赢路线。同时，中海达已以产业事业部为“司令部”、以中央研究院为“兵工厂”、以销售平台为“作战部队”，构建中海达铁三角，将打造以客户为中心的业务矩阵，围绕“品质、合作、服务”三大块，从产品服务升级、品牌传播等方面全面赋能代理商。期待在2021与君共战，势不可挡！

E



F

中海达总部大厦荣耀奠基，筑梦谱新篇

3月24日，中海达总部大厦奠基仪式在番禺节能科技园隆重举行。中海达集团董事长廖定海、集团总裁办公会成员以及员工代表共同见证了这一具有里程碑意义的重要时刻。廖定海表示，早在2004年就已在心中描绘了中海达将拥有自己的总部大厦的美好愿景。多年来，中海达不断发展扩大，上市以后，中海达在2014年拥有了自己的总部，而今中海达即将迎来真正的“大厦”。

中海达总部大厦凝聚了中海达集团的精工品质，其总建筑面积约为4.6万平方米，地面16层，地下3层，计划于2024年竣工，将可容纳至少千人以上同时办公。中海达总部大厦的建设是中海达综合实力的展示，对中海达的发展具有积极战略意义，彰显了中海达致力成为“空间信息解决方案全球领导者”的决心，标志着中海达的发展掀开崭新篇章！



智能多维监测仪 —— HDS102

真智能 易安装

免维护 无干扰

高精度 高集成

中海达
HI-TARGET

广州中海达卫星导航技术股份有限公司

网址: www.hi-target.com.cn
热线: 400-678-6690

