

SOUTH

实景中国 一图尽览

基于地理实体的数字孪生底座

构建实景三维中国，赋能百行百业

- 自主SmartGIS平台支撑
- 全空间信息采集及智能化建模
- 多源海量数据高效融合与渲染
- 多维信息有序表达与动态映射
- 按需组装的定制化服务



南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

2022年
总第
118期

南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

南方视角 经纬情怀

SOUTH

· 双月刊总第118期 · 2022年12月出版



驶向深蓝

由近海走向远洋，由浅海走向深蓝
海洋测量装备和技术一直未曾停下向远向深
探索的脚步

访谈：
在平凡的岗位创造不凡
——访全国测绘技术能手何宗友 P54

一线：
山间林海中“乘风破浪”的激光雷达
——访福建省森林碳计量技术开发应用工程研究中心曾宏达博士 P62

视觉位移栈

慧眼识微变



深基坑



桥梁



堤坝



隧道



危楼



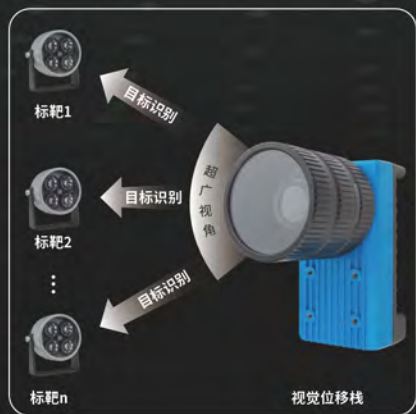
地铁



高铁



边坡



海测情怀,走向深蓝

文 / 缪小林

不止一次被行业领导问:你们南方测绘的测绘装备研制能力这么强,为什么不大力研制海洋测量装备,实现高端海洋测量装备的自主发展?

解读一下,这个问题有这么几个意思:一是我们国家目前在高端海洋测量装备领域自主化水平不高,国产化的装备可用性小;二是国家在海洋领域测量装备的需求很迫切,尤其是较高技术水平的应用需求更紧迫;三是各类海洋科研机构及测量装备企业研制高端海洋测量装备的积极性和推进力度不够。

测绘从陆地走向海洋,不是新任务,却一直面临新问题。

海洋测绘是以海洋水体和海底为对象进行测量并进行海图编制等工作,是大地测绘技术方法在海洋的应用和发展。随着我国对海洋资源开发、海洋权益保护、海上军事力量建设等需求越来越多,对海洋测绘的技术要求也越来越高,比如由近海走向远海,由浅海走向深海,由事后测绘成果汇集到实时自动化测绘、监测、导航,由位置感知到融合气象、水文、磁力、潮汐、重力等综合技术等。

测绘是技术,是专业,海洋是应用领域,是对象,要论范畴,海洋大得多。曾在测绘系统工作很久的现任中国大洋协会办公室纪委书记兼副主任范京生告诉我,到海洋系统任职后,从以前的服务提供者变成了需求发起人,面对的都

是很具体的业务,工作范围也大了很多,需要对接的部门也多了很多,视野也大了,回过头看测绘,总想着测绘能够更多更好地服务于海洋资源开发利用。

再回到开头提出的问题,从企业的角度来看,还有个市场化与可持续的规模化需求问题。目前来说,由于海洋的独特性以及海岛礁的国家主权敏感度等原因,海洋测绘的商业化程度并不高,海洋测绘需求的规模化规模也不大,如果没有政府的引导和专项资金的支持,商业化的科技企业确实很难全力投入去研发并推广高端海洋测量装备,国产化与产业化是分不开的,当然这里也需要企业突破局限,担当责任,积极开拓,海洋作为国家战略版图,总会有价值链和机遇期。

大海,有我们探索不完的精彩。位于天津滨海新区的国家海洋博物馆向我们展示了海洋的无穷魅力,也展示了中华海洋文明和中国发展海洋经济、建设海洋强国的大国战略,打造21世纪海上丝绸之路,构建海洋命运共同体。大海,博大而精深,向海而生,依海富民,以海强国,人海和谐。

测绘人有情怀,海洋测绘的情怀因为走向远洋、走向深蓝而更多彩。



P16 | Topic
主题策划
测向深蓝

- 18 / 高端海洋测绘装备的完全自主是众望所归
——访交通运输部天津水运工程科学研究院华南科研开发中心主任杨鲲
- 22 / 海洋测绘的前世今生
- 26 / 构建“天空地海”一体化智能测绘遥感业务体系
——专访宁波市测绘和遥感技术研究院副院长符华年
- 30 / 护航江河, 逐梦海洋
——南方海洋总经理张鹏飞谈水上测绘发展与未来
- 34 / 水上测绘, 无人船击桨潮头
——走近珠海云洲智能科技股份有限公司
- 39 / 简述国产参量阵型浅地层剖面仪
- 42/ 那船, 那些零散的记忆
- 47 / 一个微不足道的打捞故事
- 52 / 给海底做“CT”

P58 | Show
企业家风采
马超: 南方测绘转型升级的舵手



Preface 卷首语

1 / 海测情怀, 走向深蓝

Points 编者的话

4 / 国产海洋装备制造任重道远

South 观察

5 / 观察

South 视觉

11 / 视觉

Interview 访谈

54 / 在平凡的岗位创造不凡
——访全国测绘技术能手何宗友

Witness 一线

62 / 山间林海中“乘风破浪”的激光雷达
——访福建省森林碳计量技术开发应用工程研究中心曾宏达博士

Memory 追忆

66 / 追忆我的导师
——北斗二号卫星导航系统星座设计者许其凤院士

国产海洋装备制造任重道远

特邀撰稿 / 张鹏飞

国产海洋装备制造产业是我国发展海洋、经略海洋的基础。我国海洋装备制造行业近年来发展迅速，产业链和产品体系不断完善，在装备性能和种类上取得了长足进步，但目前仍处于追赶国际先进水平的状态。尽管在勘查测量技术方法上比肩国外，但在装备制造上差距非常明显。一些国产大型综合测量船已具备全海深的探测能力，但大部分依赖的是进口设备。以海洋科学研究为主的海洋勘察需求推动力不足，以装备制造、产业化和民用市场等方面为主的海洋经济发展缓慢。

目前我国海洋装备制造产业大而不强、外延范围大，企业体量小。海洋装备制造企业标准不统一会造成不同品牌的装备获取的数据互联互通不畅，为行业标准化发展带来困扰。特别是企业生产的创新型产品及跨界融合产品，很难找到完全适配的现有标准。同时由于国产海洋装备制造能力薄弱，使各企业在装备出厂标准和质量稳定性上有较大差距，与进口产品相比竞争力不强，需要不断地完善新的装备制造及检测标准来满足市场的需要。

我国海底大地基准网建设相关装备处于空白状态，无自主可控技术，水下PNT服务能力薄弱，是2035国家PNT体系建设的难题，同时我国PNT建设相关研究资金项目稀少，没有形成完整的模型和知识体系，这与我们海洋大国的称号极不相称。同时我国水下导航授时能力难以保障水下潜器航行安全和和隐蔽定位，极度缺乏理论、装备、人才。

当前各海洋强国也在积极利用科技壁垒与经济手段扩大技术垄断的优势地位。认清现实，自力更生是我们必要要面对的严肃问题。可喜的是“十三五”期间，我国在海洋装备制造上已取得了一定的成绩，国产多波束、侧扫、浅剖、磁力、ADCP、DVL、AUV、水面机器人等已经形成了一定的产业规模。已研制了可分体回收的海底基准站方舱，深水耐压信标、水下多传感器综合导航装备、重力导航系统等一系列较为基础的海洋探测装备，相关的理论研究和课题攻关仍在持续进行中。 

总 编： 缪小林
主 编： 袁小荣
执行主编： 姜 丹
责任编辑： 洪智超
尚美岑
美术编辑： 刘 坤
网络运营： 蔡奕霖
封面设计： 杨迎江

南方测绘官方网站：
<http://www.southsurvey.com>

官方微信二维码：



编辑部地址：
广州市思成路39号南方测绘地理信息产业园7楼
邮编：510663
电话：(020) 2338 0888-7026
传真：(020) 2338 0800
投稿邮箱：news@southsurvey.com
发行联系电话：(020) 2338 0888-7018

 来访 >>

武文忠总规划师、蔡毅德主席等领导莅临南方 寄望南方取得更大发展



“南方测绘杯”第七届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛期间，自然资源部总规划师武文忠，中国能源化学地质工会主席、分党组书记蔡毅德，自然资源部人力资源开发中心党委书记易树柏等，及来自全国各地参加本次竞赛总决赛的40余位参赛代表队领队、技术指导陆续莅临南方测绘地理信息产业园考察交流，参观南方测绘体验中心，深入了解南方测绘的发展历程和当前发展状况，重点了解了南方测绘在常规和新兴测绘装备、卫星导航定位应用、地理信息应用服务等方面的研发进展和成果。

武文忠总规划师说，他是南方测绘发展的见证者，南方如今的发展规模，是南方测绘人不断奋进、创新和努力的结果，无论从时间维度还是市场维度看，南方测绘都是测绘装备领域的第一品牌。此外，他还寄语南方，从产业链的数据获取前端，更多往技术含量更高的数据处理端延伸，挖掘出测绘地理信息更大的价值。蔡毅德主席充分肯定了南方测绘成立数十年以来所取得的成就，以及致力于测绘装备国产化、为推动中国测绘地理信息产业发展所作出的贡献。他希望南方测绘再接再厉，早日实现百亿企业、百年品牌的“双百”目标。 

海康威视胡扬忠总裁一行到访南方总部 将在多领域与南方展开深度合作

近日, 杭州海康威视数字技术股份有限公司(以下简称“海康威视”)总裁胡扬忠一行莅临南方测绘地理信息产业园参观考察, 南方测绘集团创始人马超等接待了来宾一行, 双方共同参观了南方测绘体验中心及卫星导航、三维激光和无人机等产品生产线。胡扬忠充分了解了南方测绘的发展历程、发展情况以及公司在测量测绘装备、卫星导航定位、地理信息数据服务等方面的技术成果和应用方案。

马超表示, 希望双方通过深层次的交流, 能有进一步的合作机会。胡扬忠说, 近年来, 随着业务布局的推进, 海康威视一直在国内寻求多领域的合作伙伴, 希望通过此行的深入交流和了解, 与南方测绘在测绘地理信息等领域达成合作共识。在参观交流活动中, 双方根据在各自领域实践中碰到的相关问题, 围绕当前技术、



应用领域及已取得的成果进行了详细介绍与技术方面的碰撞。南方测绘务实的经营风格、强劲的研发创新能力、多业务领域的专业成果得到海康威视嘉宾一行的一致认可, 双方在促成落地合作方向迈进了一大步。

南方高铁助力轨道交通智造与运维协同创新平台成立

近日, 在中国产学研合作促进会特别指导下, 由南方测绘集团、全图通位置网络有限公司、北京经济技术开发区企业协会主办, 南方测绘旗下南方高铁、深圳北斗平台通信有限公司承办的轨道交通智造与运维协同创新平台成立大会暨非暴露空间PNT国际学术(东盟)论坛在广州隆重召开。“轨道交通智造与运维协同创新平台”旨在建立产学研深度融合的协同创新体系及产业上下游与行业资源共享机制和国际合作平台, 推动建立智慧轨道交通的相关标准、评价、质量检测体系, 形成运营组织的多元化和智能化、技术装备的自主化和品牌知名度及信息资源的共享渠道等。

会议同时有10位来自中国工程院、泰国数字发展经济局、中国卫星导航定位协会、南方高铁、铁路交通院



校、路局单位及技术研究院等单位的专家围绕“构建智慧轨道交通新业态促进全球位置服务新发展”的主题, 分享进一步探索行业深度融合的新模式, 共同寻求轨道交通信息化领域的技术突破, 激发业内学者新思考。

南方测绘签署地理信息装备应用示范基地战略合作协议

近日, 地理信息装备应用示范基地揭牌仪式在杭州举行, 宁波上航测绘有限公司、自然资源部空间环境感知与装备技术创新中心、南方测绘集团三方在仪式上签订战略合作协议, 达成战略合作关系, 共同开展地理信息软件国产化替代及创新应用技术攻关工作, 利用先进数字化技术建立有效的作业全过程协同, 完善地理信息数据全生命周期管理, 提高海洋国产设备及软件的自主可控水平, 推进国产GNSS系统、高精度全站仪等设备及地理信息平台的市场化应用, 完成科研攻关, 助推科技成果转化。



南方瑞得全站仪被选用于2022年全国煤炭行业职业技能竞赛矿山测量工赛项

近日, 中国煤炭工业协会联合南方测绘集团旗下子品牌瑞得举办了为期5天的“2022年全国煤炭行业职业技能竞赛矿山测量工赛项选手集训”。本次集训由中国煤炭工业协会主办, 瑞得品牌协办, 在为期三天的实操训练中, 全体选手前往室外温度高达40℃的1:1模拟赛场参加实操培训。据悉, 培训选手们使用的是南方瑞得品牌全站仪MT101, 瑞得派出数名专业技术人员为选手提供指导和服务。

据了解, 全国煤炭行业职业技能竞赛是煤炭行业最高级别的职业技能竞赛活动, 有来自全国大中型煤炭生产企业的数百名选手同场竞技, 是全国煤炭系统技能人才精湛专业技术、良好精神风貌的集中展示。





聚焦 >>

南方测绘SAL-1500移动测量系统强化培训班举办

近期,为加强南方测绘集团三维激光技术人员对SAL-1500南方移动测量系统的认识,帮助一线人员深入理解系统性能要点,熟练掌握飞行作业、数据解算等应用技能,进而为用户提供有力的技术保障,为期3天的南方测绘SAL-1500移动测量系统强化培训班在郑州举办。

参培技术人员认真学习,与授课技术人员互动频繁,培训效果显著。通过强化南方技术人员的专业能力,将进一步提升用户朋友对南方三维激光产品和技术的体验感。



南方测绘黄埔48期学员顺利毕业,正式迈入工作岗位

近日,为期42天的南方测绘第48期黄埔培训正式结束,110余名培训班学员正式奔赴各自的工作岗位。

今年的黄埔学员们不仅获得了黄埔培训的结业证书,集团还为学员组织了《测绘地理信息数据获取与处理》职业技能等级证书(初级)的考试。经过严格的考试后,大部分学员都成功拿到了证书,成为南方测绘及测绘地理信息行业的新兵。希望大家带着黄埔培训收获的“盔甲”,在南方找准定位,努力实现自己的价值。



展会 >>

南方测绘亮相第28届国际测绘地理信息展览会

第28届德国国际测绘地理信息展览会INTERGEO(以下简称“INTERGEO”)于近日举行,南方携众多产品及解决方案亮相展会现场。INTERGEO主要聚焦于测量学和数字城市规划建设中的数字孪生和建筑信息模型(BIM)领域,是欧洲领先的大地测量学、地理信息和土地管理贸易展览会之一。

展会期间,中德地理信息技术合作高峰论坛同步举行,论坛上,南方测绘代表分享了南方集团近年来在国际市场的最新动态,详细介绍了南方与欧洲多家企业的合作历程,并对行业

未来发展提出了相关意见和建议。

今年是南方测绘国际业务部成立的第二十年,作为国内测绘行业的引领者,南方测绘始终关注国际市场动态,开展多场线上培训、答疑、演示等活动,在国际上树立了南方测绘的品牌形象。未来,南方测绘将一如既往地用星级服务回馈全球用户,从产品使用感、方案可行性等方面全方位提升用户体验,进一步打造南方测绘国际测绘品牌形象。

南方测绘参加2022年中国地理信息产业大会

近日,2022年中国地理信息产业大会在合肥召开,大会同期举办首届地理信息高新技术成果展,南方测绘带来实景三维中国、自然资源信息化、智慧城市应用、城市地下空间四大方向的最新技术及应用成果,众多领导、专家、企业代表莅临现场指导交流,对集团旗下南方智能的产品与

应用给予了充分肯定,为南方智能技术创新和应用拓展增强信心。

大会期间,由南方承办的中国地理信息产业大会“三维时空·数治自然”分论坛举行,来宾们围绕实景三维中国建设和自然资源数字化治理展开研讨。

南方测绘参加第四届东北亚(吉林)安全应急产业博览会并亮相央视

近日,第五届中国职业安全健康高峰论坛暨第四届东北亚(吉林)安全应急产业博览会在长春开幕,博览会涵盖自然灾害、事故灾难、社会安全、公共卫生四大版块,以“协同创新、融合联动、合作共享、安全发展”为主题,吸引了国外知名品牌及国内17个省份的300余家企业参展。南方测绘集团代表测绘地理信息行业企业受邀参展,以防灾减灾、应急测绘、应急救援为主题,展出众多测绘地理信息领域的高新技术装备,并亮相央视新闻。

同期,南方测绘独家承办的通导遥/空天地水一体化精准应急服务体系构建高峰论坛召开。论坛邀请国内通导遥一体化著名专家学者和相关企业的管理者、技术人员就卫星遥感产品助力应急建设及服务、三维激光技术在智能应急中的应用、基于北斗多源信息感知技术在防灾减灾和应急监测领域中的应用等问题分享最新研究成果。南方测绘的讲解人员先后为在场宾客介绍了南方测绘集团整体发展情况,并带来众多专题汇报,现场反响热烈。

第八届中国海上风电大会举办 南方系列海洋测绘利器备受关注

近日,第八届中国海上风电大会暨产业发展国际峰会(以下简称“峰会”)在广州召开,峰会以“技术创新、破冰平价”为主题,以实现我国“双碳”目标为背景,重点关注海上风电的前沿技术发展、市场机遇挑战。南方测绘携众多海洋测绘综合解决方案及产品参展,备受用户关注,并在会上作报告《海洋精细化勘测一体化解决方案》,对公司海上风电检测、水下地质勘测、北斗海上风电智能监测系统、海流监测系统等多个海洋信息勘察解决方案进行介绍。



400余老师完成培训,南方1+X职业技能等级证书再添师资力量

近日,为期8天的全国高级(首期)、中级(第三期)1+X测绘地理信息数据获取与处理职业技能等级证书师资培训班圆满结束。培训班邀请了众多测绘教育专家作报告,培训课程包含测绘地理信息数据获取与处理职业技能等级证书高级考务组织流程、考评细则讲解、试点院校选考频次较高的核心课程、测绘地理信息前沿的新型课程和多个测绘地理信息职业技能强化课程。为配合疫情防控,培训班以线上直播及线下教学相结合的形式举办,400余名来自全国各地的测绘地理信息相关专业教师报名参加。



南方测绘与广西理工职院合作共建智能测绘产业学院

广西理工职业技术学院与南方测绘集团共建的智能测绘产业学院成立大会近期召开。产业学院的成立是校企双方发挥各自优势、精准服务行业发展、推动产业转型升级的积极探索,是深化产教融合、校企合作的有力实践,也是南方测绘助力职业教育发展、深度参与测绘行业职业教育的实践行动。下一步,南方测绘集团与广西理工职业技术学院会尽最大努力在师资培养、课程建设、教学改革、教学研究、校园文化等方面全力、全方位支持智能测绘产业学院的建设和发展,并以此为契机,进一步整合资源,通过集聚人才、优化团队,努力将学院打造成为全区产业学院建设的标杆、全区校企合作的龙头示范。



南方测绘与重庆工程职业技术学院共建智能测绘产业学院

近日,南方测绘与重庆工程职业技术学院共建智能测绘产业学院揭牌仪式举行。智能测绘产业学院的成立,标志着南方测绘与重庆工程职业技术学院在双元育人方面迈出了更加坚实的一步。南方测绘将深入开展与重庆工程职业技术学院的校企合作,共同培养高素质应用型、复合型、创新型的测绘类技术技能型人才。希望未来在校企双方的共同努力下,依托智能测绘产业学院,牢牢抓住建设国家示范职教集团培育单位的契机,推动测绘类专业职业教育的巨大优势转化为引领测绘类专业职教改革的重要一极,为国家职业教育改革创新作出新的贡献。



赛事风采

助力测绘教育 | 南方测绘积极参与组织多个行业测绘国赛

近期,南方测绘参与多场全国范围内的测绘赛事的筹办工作,从硬件支持、软件提供及各类资源供给上全力支持各赛事,助力行业发展。

“南方测绘杯”第七届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛



近日,由南方测绘集团独家冠名的“南方测绘杯”第七届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛圆满落幕。赛项设置为地图绘制员(地理信息数据处理方向),采取理论知识考试和技能操作考核相结合的方式,来自全国各地的28支测绘地理信息技能人才队伍在地图绘制员赛项中同台竞技,各路绘图“高手”在大赛中赛出水平,赛出自我,在行业引起极佳的反响。

全国测绘地理信息行业职业技能竞赛是国家级二类赛事,自2009年起,经过14年的精雕细琢、6届赛事的演练,竞赛已发现和培育出了一大批技艺精湛、业务全面、功底扎实、素质过硬的高素质技术技能人才,为自然资源事业发展提供有力的技术技能人才保障。

2022年全国高等学校测绘类专业青年教师讲课竞赛

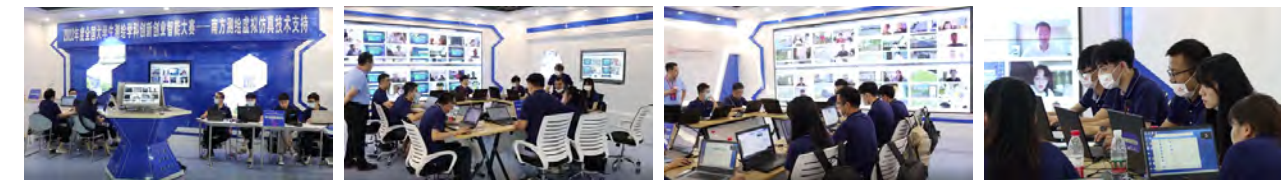
近日,2022年全国高等学校测绘类专业青年教师讲课竞赛在苏州科技大学举办,共有来自全国76所高等院校的269名参赛个人和团队参加,评审委员会成员包括来自全国58所高校的98位教授、副教授,参赛的教师人数、参与的高校评委数均为历届之最。竞赛分为数字地形测量学、地理信息系统原理与应用、GNSS原理及应用、摄影测量与遥感等组别,经过两天角逐,评选出特等奖20名、一等奖38名、二等奖55名。



2022年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛

近日,在教育部高等学校测绘类专业教学指导委员会的指导下,由中国测绘学会教育工作委员会主办的2022年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛正式举行。本次大

赛为期2天,采用选手线上参赛、评委线下评审的模式。共有243所高校报名参赛,参加决赛的选手达到4500人以上,参赛规模创造了新的纪录。



“南方测绘杯”第二届全国测绘地信职业院校学生虚拟仿真测绘技能大赛

近日,“南方测绘杯”第二届全国测绘地理信息职业院校大学生虚拟仿真测图大赛开幕式在长沙举行,南方测绘视频号同步进行线上直播。大赛是职业院校系列技能大赛活动的重要组成部分,比赛内容为虚拟仿真外业采集数据与内业数字化成图。竞赛选拔赛参赛人数累计过万,大赛总

决赛共有全国27个省区市、263所学校、509支参赛队伍的1018名选手参赛。比赛全程在南方数字测图竞赛平台上进行。作为本次大赛的协办单位,从预选赛到总决赛,近百名南方测绘技术工程师全程在线,保障大赛的顺利进行,助力选手们取得好成绩。



高职国赛 >>

2022年全国职业院校技能大赛高职组工程测量赛项



近日, 2022年全国职业院校技能大赛高职组工程测量赛项在云南隆重举行, 共有来自全国31个省份的62支参赛队伍(院校)参赛。竞赛为期4天, 赛项包括1:500数字测图、一级导线测量、二等水准测量等。竞赛期间, 南方测绘集团同步开展了赛事线上直播, 广受参赛师生的好评。为了保证大赛的顺利进行, 南方测绘技术工程师们坚持星级服务, 每天超过十二小时在现场提供技术支持。本次赛项总裁判长党星海教授为此重点提出感谢, 他同时表示, 南方测绘为本次大赛提供了全新的竞赛装备和附件, 设备功能强大、操作简单、性能优异, 零故障。

大赛同期, “全国高职教育测绘类专业产教融合发

展论坛举行, 本次论坛邀请众多来自全国知名高校、测绘行业的专家学者开展学术讲座。论坛上, 云南交通职业技术学院与南方测绘校企合作签约仪式举行, 由云南交通职业技术学院党委书记赵伟与南方测绘集团副总经理郭宝宇共同为云南交通职业技术学院南方测绘产业学院揭牌。在大赛开幕式及闭幕式期间, 现场设置有三维激光、无人机、全站仪等产品展示专区, 供参赛师生体验、交流学习。竞赛期间同期进行了1+X数据获取与处理职业技能登记证书理论考试, 这也是南方测绘第二年度将国赛与1+X证书进行“赛证融通”, 持续助力测绘地理信息专业学生提升技能水平和职业综合要素。

中职国赛 >>

2022年全国职业院校技能大赛中职组工程测量赛项

近日, 2022年全国职业院校技能大赛中职组工程测量赛项(以下简称“大赛”)在浙江隆重举行, 共有来自全国31个省份的61支参赛队伍(院校)参赛。竞赛为期两天, 共设两个赛项, 分别是四等水准测量和一级导线测量及单点放样。为了保证仪器在大赛期间能够经受住大赛高强度、高频率的使用, 南方测绘技术工程师在赛前及赛时均对各类比赛仪器进行精准调校, 为大赛圆满结束保驾护航。开闭幕式期间, 南方测绘设置有水准仪、1+X证书、虚拟仿真教学软件等产品展示专区。据悉, 本次大赛一等奖六个参赛队全部采用南方测绘提供的竞赛装备。

竞赛同期举办“赋能职业人才高质量培养”主题论坛, 邀请到工程测量专业教授覃辉等专家为大家带来多个专题报告。



驶向深蓝

由近海走向远洋, 由浅海走向深蓝
海洋测量装备和技术一直未曾停下向远向深探索的脚步





高端海洋测绘装备的完全自主是众望所归

——访交通运输部天津水运工程科学研究院 华南科研开发中心主任杨鲲

文 / 本刊记者 姜丹

海洋是人类赖以生存的资源宝库,是人类未来发展的新疆域,开发海洋、利用海洋、保护海洋、经略海洋是事关人类生存和发展的重大议题,也是建设海洋强国的根本要求。党的十八大报告提出“建设海洋强国”“要提高海洋资源开发能力,发展海洋经济,保护海洋生态环境,坚决维护国家海洋权益”。党的十九大作出“坚持陆海统筹,加快建设海洋强国”的战略部署。著名航海家郑和曾说:“欲国家富强,不可置海洋于不顾。财富取之海洋,危险亦来自海上”,这句话放在当下依然适用。

随着信息技术创新,我国正在通过云计算、大数据、互联网、5G等手段推动智慧海洋建设发展,将通过系统化的设计思路,充分整合现有资源,兼顾未来发展,按照急用先建、由近及远的方式开展海洋信息化布局建设,逐步推进海洋信息基础设施从近岸向深远海、从水面向水下和海底延伸,实现海洋信息从数字化到网络化、智慧化的跨越发展,从而在海洋事业发展和海洋强国建设中发挥出更大的作用。

本期我们邀请到交通运输部天津水运工程科学研

究院华南科研开发中心主任兼天津水运工程勘察设计院有限公司副总经理杨鲲作分享。从大学进入测绘专业到现在,杨鲲从业已27年,27年里见证了我国自主海洋测量装备从零突破到快速发展。本次他将从亲身经历出发,介绍我国智慧海洋智慧航道的建设进度,以及国产海洋测量装备近几年技术进展情况。

海洋测量场景极其复杂

测绘地理信息是技术密集型产业,现代测绘技术能力具有前沿性、交叉性、基础性等特点,近二十年来,科技发展突飞猛进,科技创新日新月异,测绘地理信息技术应用越来越广泛。“与海洋领域相比,陆地的测绘技术有了突飞猛进的发展。新技术的推出,加上广泛的应用实践形成大量用户反馈,这些反馈被厂家接收继而完成产品迭代,形成良性的循环。而由于海洋测绘场景的复杂性,对产品稳定性和耐腐蚀性要求都更高,设备研发投入大,所以实事求是地讲,海洋测量装备卡脖子技术比较多,自主设备和技术还有很大的进步空间。”杨鲲说道。

为什么在测量装备方面海洋和陆地会形成这么大的差距呢?“由于我国的历史原因,在改革开放初期,国内主要的发展重心都在陆地上,对于海洋及其潜在价值认识不足,关注少,投入也不够,所以海洋测量装备自主研发进展缓慢。”杨鲲介绍道。而近年来,我国海洋经济不断壮大,尤其步入“十四五”之后,海洋发展围绕“建设现代海洋产业体系、打造可持续生态环境建设、深度参与全球海洋治理”展开,其中尽显构建海洋命运共同体与建设现代化海洋产业体系,推进海洋经济高质量发展的意味,随着对海洋认识的提高,在其中占据基础地位的海洋测量装备也受到了关注。

“海洋勘测有它独有的特点,不管是海洋调查还是海洋测量,作业的成本是非常高的。出海测量需要船作为载体,一天燃油费少则万元,多则十万元以上,而一套测深装备如单双频测深仪的设备价格也就在10万元-30万元之间。并且在海上受天气、风浪等因素影响很大,一个星期内可能仅3-5天的时间能施测,施测单位也希望出测不要返工,尽量一个航次能顺利完成任务,所以

试错成本非常高,他们也不敢冒险使用性能不稳定的设备。”虽然很残酷,杨鲲所说的情况确实很现实。

在此前的30多年里,我国的海洋装备长期以进口为主,国产装备严重缺失。另一方面,国内科研院所对海洋装备投入少,大多成果停留在研发样机阶段,并未形成产业化、市场化规模。陆地的测量装备,在以南方测绘等为代表的国产品牌的努力下,从低中高端逐步实现完全的国产自主替代,但是在海洋勘测装备领域,我国缺乏世界级海洋装备制造的龙头企业,多数国产研发企业规模不大,市场认可度不高,在一定程度上也阻碍了海洋勘测装备产品的技术提升和产业化进程。如今,在大多数关键技术领域,自主代替已经势在必行,海洋高端装备自主可控也成了行业的共识和期待。但光靠企业参与还不够,还需要各级部门的积极努力,大家一起努力推进海洋勘测装备的国产化、商业化进程,实现海洋勘测领域设备的国产替代。

实现技术自主是正道

近年来,我国在海洋测绘装备的自主研发方面投入了较大力和物力,在引进、消化和吸收国外先进技术的基础上,海洋测绘装备的国产化进程取得了重要进展,如单波束、多波束、侧扫声呐、海洋重力仪、海洋磁力仪、水声定位等设备已经越来越多参与市场竞争。但更多的高端海洋测绘装备在市场占有或产品化应用推广方面,还有很长的路要走,同时也面临着国际品牌的市场竞争。

杨鲲介绍说,最开始自己入行的时候,除了单波束,几乎没有其他国产的海洋勘测装备。而今二十余年过去了,我国海洋科技领域大型科研船舶探测和观测装备依然严重依赖进口,即便有了国产设备,在使用性能和稳定性技术指标上也存在一定差距。据自然资源部第一海洋研究所海洋测绘研究中心周东旭所写的《海洋测绘装备国产化现状及其思考》一文中提出,我国在深海探测领域的装备产业化方面差距更大,远远落后于欧美、日本等国家和地区。海洋科研装备严重依赖进口,因此特别需要建立起真正自主知识产权的综合性、系统性、



杨鲲(中)在福建圣杯屿考古项目中

国产化的海洋科研装备研发和产业化体系。

“国外产品相对成熟,稳定性好,但是产品贵也是事实,而且国外厂商在服务响应速度上确实太慢了,从某种程度上讲也很影响我们海洋勘测工作的开展。此外,受当前的国际形势影响,美国施行的技术封锁也给我们敲响警钟,技术和设备一直受制于人终非长久之计,不管从企业需求、行业需求还是国家需求角度出发,自主进行产品和技术的研发都是非常有必要的。”杨鲲说道。海洋勘测装备产业要做大做强,必须要引导资本和高端人才的聚集。同时也应该充分发挥我国集中精力办大事的体制优势,长期投资和集众人之力研发攻关。此外,涉海单位及国家有关机构要多鼓励采购国产装备,在同等或接近国外产品的条件下,优先考虑国产装备。

“目前我国在海洋勘测设备的测试、检测方面下了比较大的功夫,在全国多地,国家都在投入建设测试厂,从波浪、泥沙、温度、盐度以及腐蚀度等各种条件来模拟海洋的测量环境,在产品测试过程中不断去提高产品的性能。”杨鲲介绍说。海洋装备的研发是一个长期积累的过程,需要不断在海试中、在多场景应用中改进自身的不足,用户越多、反馈的意见越广泛,产品的优化和迭代有效性就更强。对于深海装备,要鼓励参与单位借船出海共享航次,以解决设备测试经费普遍不足的问题。

测绘技术助力智慧海洋建设

2019年1月17日,习近平总书记来到天津港码头时强调,经济要发展,国家要强大,交通

特别是海运首先要强起来。要志在万里,努力打造世界一流的智慧港口、绿色港口,更好服务京津冀协同发展和共建“一带一路”。入行二十多年,杨鲲见证了天津港航道水深从原来的12米多到现在的22米,能够支持30万吨级船舶自由进出港;码头岸线总长由2600米增长至40250米。“这也反映出我们国家海洋测绘勘测保障技术由弱到强,由小到大。”杨鲲说道,“从交通运输的角度来看智慧海洋建设,包含智慧交通智慧水运智慧港口的建设,随着世界贸易一体化,将形成全球智慧航运,而相应‘一带一路’倡议层面的智慧水运和智慧航运范围更大。”

杨鲲介绍,我国开展了“长三角航道网及京杭运河水系智能航运信息服务(船联网)应用示范工程”等,在新一代信息通信技术、物联网技术蓬勃发展的背景下,船联网作为智能交通行业应用的重要方向之一,可以利用物联网的传感、定位、标识、跟踪、导航等多种手段,实现航运海事的精细化管理,并向信息化、网络化、绿色化、智能化趋势发展。

“为了海洋相关技术融合的便捷度,我们在国家层面建立了港口水工建筑技术行业研发中心,研究港口建设的

系列关键技术,海洋测绘和智慧航运的发展空间非常大。”我国大规模的港口建设高峰时期已过,目前步入管理、养护、运营期,对技术创新需求加大。我们将部分人力物力投入了海洋资源、海洋工程及新能源的挖掘上。“海洋风电场的建设是非常重要的新能源。与陆地测量不同,它需要更多专业技术。测量作业除了获取时间、位置和水深等要素外,还要进行比如波浪、泥沙、温度、盐度、腐蚀等很多参数的测量。这需要几个大专业团队一起综合作业,而测绘主要负责其中最基本的水下地形部分。”

杨鲲觉得,从国家宏观层面来看,海洋测绘与国家发展步伐基本一致,在融入世界经济以后,经济的高质量发展和增长对智慧海洋建设提出了更高要求,海洋测绘应该加强技术创新。而从装备层面来讲,应该加强设备自主研发,改变装备受制于人的情况,需要行业共同努力。“其实从测量的未来发展要求来讲,陆地和海洋水域是相似的。陆地由空天地海全方位获取信息,海洋测绘也需要这样。从点、线、面状、立体测量,测量的频次越来越大、精度越来越高,测量效率提高,单位劳动强度也越来越小。”

杨鲲所在的交通运输部天津水运工程科学研究院华南科研开发中心是交通运输部面向水运工程的科研单位,水运工程的研究需要引入原始数据支撑,而这个基础的科研数据需要通过大量的监测及测绘等手段获得。“我们部分的研究目标都在港口、航道这一块。包括内河航道的整治工程,沿海港口水工建筑的防灾减灾等,绿色环保等理念也对测量及监测服务提出了更高的要求。”杨鲲介绍道。

此外,杨鲲及应急测绘团队积极创新发挥技术优势,作为国际事故救援国家队代表,参加了韩国世越号沉船整体打捞定位、亚航失事飞机海上搜救等应急抢险工作,积累了丰富的经验。作为水运工程国家队,深度参与粤港澳大湾区中的港珠澳大桥、深中通道等重大工程的海上测绘作业等,“这些都是我见证着我国测绘技术达到了国际先进水平的过程。我们也期待未来在海洋领域的活动中,国产测量装备能够成为我们第一选择。”



杨鲲(右三)在深中通道项目实施现场

海洋测绘的前世今生

文 / 杨新发

海洋占地球表面的70%以上,它蕴藏着极其丰富的、可供人类使用的资源。而海洋测绘是一切海洋开发利用活动的先导与基础,但由于早期科学技术水平的限制,人们对海洋的认识十分有限,这导致了海洋测绘相对地面测绘的前期摸索较为缓慢。

海上测量作业大多是枯燥无味的,测量员经常要在海上作业一到两个月甚至更久。以游客的身份置身海域,自然觉得浪漫又惬意。但如果以测量船员的身份出海,手机没有信号,吃住都在船上,每天感受着强烈紫外线的照射,睁眼闭眼都是大海,孤独感就会油然而生。大部分海洋测绘单位都会为出海测量的同事提供较高的作业补助,但有些同事还是不愿前往。我曾有一个从事多年水上测绘工作的同事,他跟我分享过一次在西沙群岛进行的海上测量工作。他说,有一次赶上高达3-5m的大浪,那道大浪像一面墙一样高耸,但他什么都不能做,只能眼看着船摇摇晃晃地向前撞去。回来后,他非常坚定地递上了辞职信,信中赫然写道:“孤独枯燥不难忍受,但唯独穿越不过去那面海浪的墙。”

海洋测绘的难度可见一斑,但大海的那层神秘面纱和丰富的宝藏让一代又一代的测绘人为之着迷。我国的海洋测绘经历了从最常规的测绘手段到模拟测绘,再到数字化测绘,已经逐渐开始在世界

海洋测绘界拥有话语权。但不可回避的是,我们与世界一流水平依旧存在差距。下面,我将为大家介绍国内海洋测绘的发展历程、现状及未来的发力点。

国内海洋测绘的发展历程

海洋测绘中,最关键的技术就是海上定位技术和水深测量技术。海上定位技术最早的常规手段就是六分仪定位、经纬仪交会法等光学方法。这些技术定位精度低,无法满足同期海洋测绘的需要。后来有了微波、无线电定位技术,精度得以提高,测程也大大增加。随着GPS接收机技术的引进,海洋测绘取得了突飞猛进的发展,沿岸GPS差分技术、广域差分技术、精密单点定位技术、星际差分技术、实时动态定位技术、CORS站技术等海上定位作业中得到了广泛应用。

在水深测量方面,常规的水深测量方法是采用水铈、测深杆和航海用测深仪等器材进行测量,这种方法的局限性在于仅能在港湾和近海域作业,而且测深精度不高,也无法完善地完成海底地貌探测。直到单波束回声测深仪的出现,让水深测量技术的实用性和精度都有了极大的提升。进入上世纪80年代之后,利用热敏打印机作为测深记录纸的模

拟式测深仪逐渐被数字式测深仪所取代。

目前行业已经开始大规模应用多波束水深测量系统进行水深测量,由传统的点线状测量转为面状测量的作业模式,大幅度提高了工作效率和水深测量密度。近期还出现了利用可见光遥感和微波遥感来反演水深的方法。同时,数据采集实现了由模拟型到数字型的飞跃。信息获取趋向实时化、规范化,信息采集平台趋向多元化。

除了应用数字式单波束测深仪、双频测深仪、多波束测深系统之外,机载激光测深技术也让作业效率有了极大的提升,是以往船载测深效率的800倍。但因受限于较高的水质要求,目前仅适用于南海海区等地区的作业。

不难看出,国内海洋测绘的发展之路并不是一蹴而就的,那目前国内海洋测绘的现状如何?

国内海洋测绘的发展现状

经过几十年的发展,国内海洋测绘已经形成了包含科研理论、批量生产和实践应用的完整体系。在装备方面,国内有先进的单波束测深仪、双频测深仪、侧扫声呐、浅层剖面仪、高精度卫星定位设备等。例如无锡海鹰加科有限公司研制的数字式单波束测深仪和双频测深仪;南方测绘等国内厂商研发的最新的水深测量自动化系统和数据处理软件,目前均在水深测量工作中得到了广泛的应用。测绘作业方式基本实现了由传统人工向智能化的转变,测量项目的种类在不断增加,具备海洋测绘资质的单位也在逐年增多。由此可见,国内海洋测绘已具备远征中远海域的能力。

在国内科研单位、企业的共同努力下,海洋测绘的平台越来越趋向多样化发展,以传统船载平台为载体的航天、航空、地面、水面、水下五位一体的多样化立体数据获取平台体系基本建立,无人机、无人船、气垫船等新型测量平台得到初步应用。水陆一体化的海底地形、海岸地形测量技术进步明显,已在海洋测绘中展现其独特的技术优势。一批具有自主知识产权的海洋测量仪器设备成功研制并已经开始投入项目生产,取得了令人满意的试验结果。一些新理论、新方法、新技术在海洋测量中得到推广,显著提高了测量效率和成果精度。

机载双频激光测深系统由中国科学院上海光学精密机械研究所研发,该设备利用双波长激光进行海面 and 海底的测量工作,用于海洋较浅水域地形测绘,最大测量深度可达50m,测深精度优于25cm,很好地解决了浅水礁盘的测绘难题。浅水多波束测深系统曾经是国内海洋测绘的短板,但目前的国产浅水多波束测深系统已经能够在国内市场与国外产品抗衡,中深水多波束测深系统也将实现国产化。在数据处理、方法技术等方面,我们的算法模型也将会更加



杨新发在岛上进行水准测量

精细,精度不断提高,方法更加实用。

进入数字化时代后,海洋测绘也乘上了这阵“东风”,那股风又该吹向何方?有哪些问题是值得我们重视的呢?

国内海洋测绘的未来发力点

当前,我国海洋测绘技术及应用在海上定位方面已经达到国际水平,尤其我国北斗定位系统的投入使用,近海域定位有沿海建设的信标站、CORS站、各种地基增强系统等完全解决了近海域的海上定位问题。但在水深测量装备等方面,我们与国外海洋测绘发达国家相比仍有一定差距,主要体现在以下几个方面:

1)海洋测绘装备方面。在400m水深以内,用于海底地形测量的单波束、多波束测深系统以及侧扫系统等设备较为成熟,基本跟上国外先进设备的步伐,但在中超深海域(400m以上)的测绘装备相对滞后,跟国外先进设备相比有较大差距。除了技术方面,国内部分高端测绘设备还无法量产。目前国内已有多家单位在进行机载激光测深设备的科技攻关,但尚未正式投入商业运行,大多实际项目中

依旧依赖于进口设备,所以需要解决装备应用最后一公里的问题。

2)海岸带、海岛礁地形测量方面。测量技术正逐步赶上国外先进水平,航空摄影测量和遥感技术在海岸带和海岛礁地形测绘中得到了广泛应用,海岸带无人测量平台(无人机和无人船)的利用和测量数据处理技术取得了明显进展。但需进一步在数据处理技术的环节进行深入研究、论证和试验,根据理论和技术研究成果稳步推进自主知识产权软件的研发工作。

3)海底地形地貌测量方面。综合采用多种装备仪器实施海上测量的方法达到了优势互补的效果,但海底地形地貌测量仍停留在水深测量概念层面,与国际上以海底地貌形态和特征地物为主的精准探测理念存在较大差距。

4)海洋测绘数据综合处理方面。国内尚未完全形成一套科学合理的测绘资料(数据)汇集、处理、评价与更新的机制,导致海洋测绘数据获取渠道单一、积累过少。同时缺乏线上分布式综合集成处理机制,所以即使有数据积累,也无法及时处理或得到有效利用,在多源同步观测数据检验评估、融合



①

① 出海测量前的安全技术交底(右为杨新发)

② 整装待发,准备出海

③ 测量人员在礁盘上进行测量工作

④ 测量人员在浅水区域进行测量

⑤ 测量人员在海里进行测量工作



②



③



④



⑤

处理等方面与国外相比尚有差距。

5)海洋测绘基准方面。当前我国海洋垂直基准体系还不够完善,不同的参考基准之间转换困难。因没有海底大地基准,陆地相关空间基准也无法完全向海洋延伸。虽然有一款可以解决高差异异常改正问题,利用EGM2008模型改正和927大地水准面的高程精化软件,但依旧有应用条件的局限,与国际先进水平还有较大差距。

随着卫星定位、遥感、声探测、电子、计算机、信息技术的发展,海洋测绘发生了巨大转变,进入了以“4S”(GNSS+RS+GIS+Acoustics)为典型代表的现代海洋测绘新阶段,比如南方测绘“北斗精度”,还有“北斗海洋广域差分高精度定位终端”等,很好地解决了中远海域的海上定位问题。信息采集将向立体化、综合化、精细化方向发展,信息处理将向标准化、并行化、智能化方向发展,信息应用将向可视化、网络化、社会化方向发展。

海洋经济已经成为拉动国民经济发展的有力引擎,这也给海洋测绘提供了更多的机遇和更高的要求。制约我国海洋测绘工作快速发展的重要瓶颈是当前我国海洋测绘工作力量相对薄弱,从事海洋测绘的专业人员较少,能力相对不足,缺少海洋测绘专业人才,目前也仅有少数院校开设海洋测绘专业或一些专业课程。着力加强海洋测绘核心技术创新,尤其海洋测绘高端装备的制造是当前海洋测绘工作的重要内容。

未来,国家会制定更完善的海洋测绘人才培养方案,尽快补上这一短板。也希望各位同仁能够给予海洋测绘更多关注,追赶国际水平,实现高水平科技自立自强!

【作者简介】

杨新发,海南省海洋地质调查研究院,三级正高级工程师,海南省测绘地理信息学会副秘书长。九三学社社员。



构建“天空地海”一体化智能测绘遥感业务体系——专访宁波市测绘和遥感技术研究院副院长符华年

文 / 本刊记者 姜丹

2018年国家行政机构改革后,宁波市新成立的自然资源规划局部门被赋予了自然资源管理“两统一、六方面”职责,全新的使命和全新的职能,迫切需要一支高水平的技术支撑队伍,对其行政管理和业务工作开展进行全方位的支撑服务保障。

在此背景下,根据宁波市委市政府统一部署安排,2020年7月下旬,宁波市测绘和遥感技术研究院(宁波市自然资源和规划调查监测中心)(以下简称“宁波院”)正式挂牌成立。

“宁波院是以原宁波市测绘设计研究院(宁波市遥感应用中心)为主体,整合原宁波市城乡规划监测中心、原宁波市土地勘测规划院、原宁波市地质环境监测站等单位部分职能和部分人员,重新组建而成,是目前宁波市规模最大、长三角地区具有重要区域影响力的综合性生产科研机构。”此次,本刊记者联系到宁波院副院长符华年,请他谈谈机构改革后宁波院的发展状况,以及其在水域测量方面的成果和规划。

履行初心使命 坚守职能职责

据了解,宁波院虽然是2020年才挂牌成立,实际上2019年就已经着手进行了相应的机构和职能调整。挂牌成立2年来,宁波院锚定浙江省委和宁波市委“两个先行”建设宏伟目标,始终牢记新时期资规人“守护好绿水青山,保障好高质量发展”的初心使命,切实履行新时期宁波院“掌握好空间地理信息基底,监测好自然资源家底,促进测绘遥感事业高质量发展”的职能职责,坚持党建引领、整体智治,以推动高质量发展为主线,以数字化改革为牵引,努力克服新冠肺炎疫情影响,紧密围绕自然资源调查监测、全域国土空间综合整治、甬有碧水工程、实景三维宁波建设、新型基础测绘研究等核心重点工作,放大特色优势,做强核心业务,不断推动治理体系和治理能力现代化建设,努力打造系统高质量发展样板,全力为新时期宁波市自然资源和规划事业高质量发展提供高水平技术服务保障和高层次智力支持。

据符华年介绍,宁波院的重点发展方向为:一是坚持党建引领,打造高质量发展“红色引擎”,深入实施“红色根脉强基工程”,压紧压实管党治党主体责任;二是以快制快,硬核保障新冠疫情精密智控,多源空间信息提供精准支撑,无人机巡查服务精准管控;三是聚焦主业,高质量做好服务保障支撑,高效保障全域国土空间综合整治,扎实做好基础测绘服务,大力开展遥感科技应用,高标准推进调查监测体系建设,持续推进空间信息服务,全力做好重点工程服务保障;四是精准智治,打造内部治理创新高地,以改革引领推动系统性重塑,有力推进自然资源科技创新,持续强化高素质干部人才队伍建设,着力加强安全生产。

“我们主要需要做自然资源领域的监测、执法变化和技术调查等工作,目前大量数据获取都是通过遥感技术手段,遥感检验和自动计算实现了大量管理数据的自动提取,相对原来的城市测量更加精

细化,这也是目前院里相对大的业务部分之一。”符华年说道。

做好基础水下地形测绘 拓展海洋测绘

当前,宁波院在海洋测绘的发展方向主要围绕提高自然资源调查监测能力、海域海岛管理服务能力、海洋防灾减灾服务保障能力、自然资源资产管理服务能力等的建设方面。例如宁波沿海高精度数字高程模型建设,高精度、宽覆盖、高分辨率的多波束测深系统、智能无人船测深系统等的有效应用,宁波市三江航道通航能力提升研究,宁波海域无验潮海洋测绘的全面应用等。“目前我们也有尝试利用无人机载激光雷达、正射影像设备以及无人船等进行小范围的数据采集,在监测、土地资源管理、林业资源、海洋资源等方向我们还处于起步期,面相对窄,人才相对紧缺。”提到相关业务的挑战,符华年解释道。

宁波院职能以服务于自然资源和规划管理为主,根据《浙江省测绘地理信息条例》,海洋基础测绘由省自然资源厅统筹,宁波市测制水下地形图项目已基本市场化。宁波院主要在公益属性框架范围内开展海洋测绘服务,海洋测绘公益服务将是宁波院未来的科技投入方向。例如陆海统一的测量基准建设及维护、宁波海域似大地水准面精化、宁波市深度基准面大地高模型建设等,为宁波市海洋工程测绘、港口码头建设等项目提供更加便捷的基准转换服务。宁波院水下地形测绘项目额约占1%左右。

宁波院在“十二五”和“十三五”期间完成了陆海统一的基准框架网建设,建立了陆地与海洋统一的测绘基准;参与并测制完成了宁波市领海基线以内水下地形图和水深图测绘工作,摸清了宁波内水范围的地形状况;制作了宁波市领海基线以内包括陆地和海洋的数字高程模型,为国土空间规划产业布局与空间要素保障布局提供了直观的地形参考

数据。“十四五”期间,省里海洋基础测绘任务不再下放,宁波院主要致力于海洋管理服务及重大建设项目支撑方面。2021年宁波院采用机载激光雷达和船载测深仪方法测量了宁波全市的滩涂潮间带的分布、面积、高程等详细信息。“今年上半年我们的任务主要有以下两点,一是对亚帆赛海域进行了多波束扫测和障碍物探测,为2023年亚帆赛顺利举办提供了基础预警保障;二是完成了宁波市轨道交通象山线跨海部分的多波束扫测工作,为象山县早日通地铁贡献了一点技术力量支撑。”符华年介绍说。

创新驱动 保持团队竞争力

“为了保持技术先进,我们非常重视人才的培养,目前我们院也采取了多重措施来确保团队技术活力。”机构改革以来,宁波院准确把握新时代高质量发展所面临的新形势、新环境和新要求,深入贯彻创新驱动和人才驱动发展战略,紧密围绕服务自然资源和规划管理以及经济社会发展工作大局,以现代化治理体系和治理能力建设为主线,坚持科技创新在该院测绘遥感事业发展中的核心地位,把科技自立自强作为发展战略支撑,发扬测绘“科技铁军”拼搏精神,大力推进科技创新能力提升,推动测绘遥感事业高质量发展。

一是大力培育创新载体,推进科技创新资源聚集。设立科技创新职能部门,建成了国家高新技术企业、企业工程技术中心、市劳模创新工作室等科技创新平台,打造测绘地理信息发展新引擎,持续夯实测绘遥感科技创新基础能力。依托创新平台,加强与高校、科研院所开展产学研合作,纵深推进各类科研课题申报工作,积极申报省级科技项目,积极申请市级研究课题,涵盖林业病虫害监测、海洋生态监测、自然资源调查监测等多方面,已基本形成包含理论基础研究、关键技术研发和应用示范的科技创新平台体系。



二是完善科技管理制度,创造良好科研创新环境。坚持科技创新与体制机制创新“双轮驱动”,以“落实”为主基调,以回归创新本位和崇尚科学为价值理念,优化自然资源科技创新布局,集聚创新要素,净化科研环境,建立有利于激发创新活力、具有科技创新竞争力的体制机制和研发格局。进一步完善科技管理制度,制定《院绩效考核管理办法》《院科技创新项目(课题)管理办法》《院促进科技成果形成与转化实施办法》,加强制度执行力度,在政策允许范围内,积极落实相关奖励分配与人员激励政策,形成一种鼓励创新、尊重创新的良好科技创新政策环境,激发研发团队创新内动力,充分释放宁波院科技创新活力。

三是做深关键技术攻关,打造高质量支撑服务链。立足新机构“两服务、两支撑”全新职能职责,统筹推进航空航天对地观测体系和业务应用体系建设工作,构建了高性能GIS云服务环境、分布式运算集群,搭建了市级卫星影像数据处理环境,系统攻克了影像自动几何配准、多尺度遥感影像变化发现、基于遥感影像解译样本库的机器学习影像分类、空天地一体化三维建模等关键技术,持续推进新型基础测绘体系探索研究,基本形成基础地理信息获取立体化、处理自动化、服务网格化和应用社会化为特征的信息化测绘遥感体系,有效支撑了自然资源调查监测、国土空间规划编制、用途管制、监测评估预警、生态修复治理、自然资源和不动产确权登记等应用,打造了具有宁波特色的测绘遥感技术应用服务链条。

四是做优创新人才体系,激发科技创新内生动力。坚持人才是第一资源的思想,把加快培育创新型人才队伍放在科技创新最优先的位置,打造了一支素质精良、德才兼备、甘于奉献、勇于攻关的测绘遥感科技创新人才队伍。聚焦自然资源重大需求,加强综合型人才队伍建设,对现有测绘地理信息、国土、林业、海洋等各领域人才需求和发展进行调整、整合和创新,加大人才培养力度,不断充实“新

鲜血液”,做好人才储备。高度重视对技能人才的培养,加强对专业技术人员的继续教育,组织开展新职工综合培训、线上、线下新技术培训,邀请院士、专家来院开展学术报告交流,为科技人才提供多渠道学习、培训、交流的机会。健全和完善技能人才考核评价制度,开展多种形式的测绘职业技能竞赛、岗位练兵和技术创新活动,为测绘高技能人才脱颖而出创造条件。

五是加强科技成果转化,提升科技供给能力。努力摆脱传统发展路径依赖,抢抓资规新业态发展的窗口机遇,用好科技成果转化政策,完善以增加知识价值为导向的分配制度,加大成果转化激励力度,充分调动科技创新人员的积极性,大力推动科技成果转化,打通创新链条中的“最后一公里”。两年来,宁波院科技创新成果不断涌现,在自然资源管理、智慧城市、基础测绘等重大科技项目的实施中取得显著成绩,获得国家科学技术进步二等奖1项,首开局系统先河;累计获得各类国家部委、省市行业科技进步奖和优秀工程奖30余项,获得国家专利授权2项,完成软件著作权登记2项,成果转化呈现出欣欣向荣的新局面,进一步促进该院事业发展新旧动能转换。

进入新时期以来,宁波院矢志于构建具有核心竞争力的生产研究机构、服务宁波市经济社会发展的新型测绘遥感智库,建立了以“天空地海”一体化智能测绘遥感技术为核心的自然资源调查监测技术支撑体系和测绘地理信息公共服务体系。宁波院自改革以来,相比原来有了很大的挑战,“服务自然资源‘两统一’方面的工作,我们要从自然资源、规划、林业、海洋等四个方面提供技术支撑,我们也希望能把海岸线、滩涂等的自然资源调查监测业务方向作为重点去开展相关的技术工作,让我们的海洋业务有所突破。”符华年说道。 

护航江河，逐梦海洋

——南方海洋总经理张鹏飞谈水上测绘发展与未来

文 / 本刊记者 洪智超

近年来,我国海洋经济取得了巨大的发展,产业规模逐步扩大、产业结构持续优化,在国民经济中的地位越来越重要。同时,海洋经济发展仍存在粗放式的问题。在提升海洋基础设施建设质量与效率,提高海洋资源开发效率,保护海洋生态环境等方面,水上测绘成为不可或缺的一环。

作为行业内较早涉足上述领域的企业,南方测绘水上测绘业务历经怎样的发展?总结了哪些经验?下面请南方测绘集团子公司南方海洋总经理张鹏飞为我们分享。

2001年5月,联合国缔约国文件提出“21世纪是海洋世纪”。张鹏飞介绍,南方测绘较早地察觉到了水上测绘将产生巨大需求,他说:“发达国家都是海洋强国,我国海洋经济所占比重还比较小,无论从经济考量还是从战略考量,水上测绘发展空间极大,我们要跟随国家的发展趋势,顺势而为。”

坚持自主研发的国产之路

2002年,南方测绘正式开始海洋系列产品研

发。在有了2年的技术积累后,2004年南方测绘成立水上产品部,生产出了第一代信标机和测深仪,同时也研发了海洋成图软件等,有了成熟的产品线之后广州南方海洋科技有限公司(以下简称“南方海洋”)在2018年成立了。

关于南方海洋,张鹏飞认为:“应该让专业的人做专业的事,水上测绘的生产技术、项目需求都与陆地测绘有所不同,需要同时掌握测绘、电子、计算机、声学 and 海洋知识等专业技能,南方测绘成立南方海洋的初衷就是更好地支持专业化发展,希望在海洋测绘行业做出一番事业。”

自南方海洋成立以来,一直坚持走国产化道路,自主研发创新。但国外工业化几百年,有太多需要我们学习的地方。熟悉掌握国外先进技术和理念,促进我们自有产品的迭代创新,是非常有必要的。张鹏飞认为:“海洋装备制造的核心问题在于是否掌握核心技术,这是长远的利益。以技术革新推动需求,是创造高利润的有效方式。”

起初,国内水上测绘设备大多依赖进口,国内

甚至连单波束测深仪的生产厂商都比较少。经历2年钻研,南方测绘生产出了第一批国产单波束测深仪,并以此为契机相继推出信标机、RTK、传感器、海上声呐等仪器,形成了门类比较齐全的海洋产品系列。

张鹏飞介绍,起初南方测绘在水上测绘技术、产品研发方面做了很多工作,也走了很多弯路。比如,早在2008年,南方测绘就投入了大量资金研发多波束测深仪,并生产了一款工程样机。但当时市场不成熟,2012年推出的测绘无人船在开拓市场的时候吃尽了苦头,同样面临着产业链不成熟、用户认可度低的困局。

“面对困境,我们不断在项目中磨砺产品和方案。”张鹏飞介绍,在这一阶段,南方测绘聚焦于疏浚、打桩、炸礁、铺排、软基处理等海上工程施工测绘。在此过程中,项目人员经常与用户一起驻场,一起解决施工难题,积累了大量的项目经验。

张鹏飞介绍:“海洋勘测施工的解决方案分为前期勘察、中期施工监测、后期巡查维护三个方面。前期为勘测测绘提供多种装备与技术手段;中期为船舶及施工提供定位、定深、定姿、施工支撑、产量监控和信息化调度;后期为设施安全运维提供数据依据、平台建设和业务系统。”经过多年的发展和磨合,南方测绘形成了一整套工程施工系统解决方案。“以海上船舶施工与风电运维为例,为了让主船和辅船之间进行有效通信,我们做了很多工作,也有非常多应用案例。其实,有很多海上施工方案是我们与用户一起讨论形成的,因此会比较贴合用户实际需求。”张鹏飞说。

海洋测绘装备自主化有一个循序渐进的过程。“我们会先从小型化设备开始,逐步将常见的海洋装备国产化。同时聚焦在某一款产品上,加大力度投入人力物力,确保产品品质上有竞争力,争取做到物美价廉。我认为海洋装备创新就是增效、减人,尽量提升作业效率,减少人为干预。”张鹏飞进一步讲道。

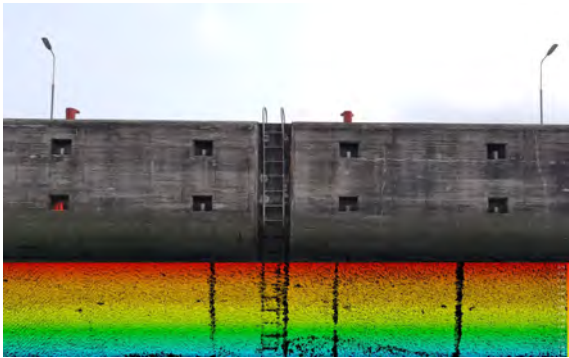
目前,南方海洋正在历经从海洋工程施工装备制造到海洋勘察测绘、物理海洋装备制造的转变。“在这个阶段,我们接触到了更大的市场和更多的用户,在发展过程中不断磨合,为综合性发展蹚出了一条路。”

张鹏飞介绍道:“走好海洋装备制造这条路,掌握核心技术,全面国产化,慢慢向海洋信息化过渡,是我们的长远目标。”他还介绍,南方测绘已经形成了较为丰富的水上测绘产品线,包括定位、测深、勘察、物探、水文等,并与南方测绘其他业务线技术相互补充,例如,依托南方“北斗精度”PPP精密单点定位技术,很大程度上解决了海洋高精度定位难题。

在硬件方面,多波束测深仪已经成为了海洋探测的利器。张鹏飞认为多波束测深仪的发展有2个趋势,一个是精细化扫测,另外一个趋势就是小型化,轻量级。“我一直设想有一款测深产品,既能有多波束的测量效率,同时又有单波束的重量体积,方便携带且价格便宜。鱼和熊掌兼得。T400多波束,就是专门为这个需求设计的,它能够方便地在内河水域快速施测,同时也可以搭载在小型无人船上。这款小型化设备与进口设备相比成本较低,适合中小型企业 and 小型测绘团队购置。”

此外,南方海洋还将从海洋装备制造向海洋信息化产业过渡。据张鹏飞介绍,目前南方测绘在研发和投入使用的软件涉及单波束、多波束、侧扫、浅剖、海洋信息化平台、海洋成图、海上工程施工系列软件等,同时,也为行业伙伴提供定制开发服务,在项目中把国产软件专业性和易用性磨合出来,争取超越国外同类软件。“在行业软件上,我们不一味追求利润,将重点放在追求产品的体验感和专业性上。希望有更多的行业伙伴一起参与进来。另外我们也愿意为合作伙伴提供云平台类产品和公有/私有云部署,为在线监测提供技术支撑。”

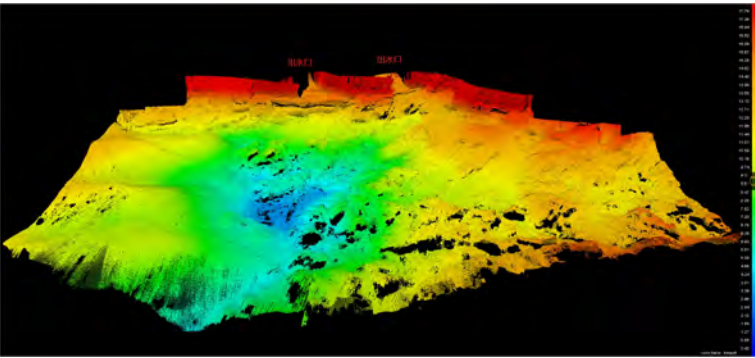
张鹏飞介绍了南方系列海洋测绘产品、方案快速成长的过程,对于现阶段我国水上测绘技术、产品参与国际竞争的形势,他这样考虑:“西方发达国



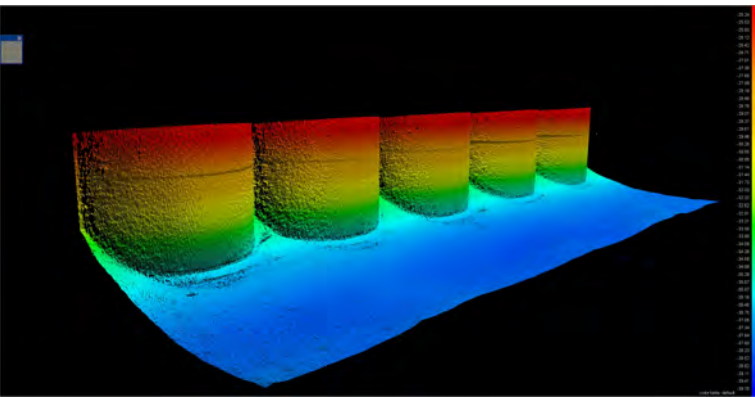
船闸水上水下一体化测量



山东雨水情无人船测量项目



多波束水库检测成果



防城港码头立面多波束检测

家开发海洋的历史较久,海洋测绘的技术也更为先进。近年来,我们在众多高端技术领域受到西方打压,我倒认为这是好事,可以让我们更坚定地走国产化之路。根据南方测绘的经验,国产化急不得也拖不得,要打好自己的节奏,一个产品的成熟需要完善的产业链,盲目地投入会增加企业负担,难以良性发展,太慢又不能赶上科技红利,导致只能在价格上内卷。”

目前,南方海洋有非常充足的人力、财力资源可以投入到国产设备的研发上,张鹏飞相信南方海洋会持续不断地为行业提供优质的国产装备。“在水上测量技术、装备国产化的过程中,需要厂商奋起直追,希望广大用户能够多给国产产品机会,另外,需要厂商做好的是将基础技术研究透,大家都

知道集成简单,基础科研难,但是基础科研还是有人去做,不然也难以摆脱受制于人的情况。”

张鹏飞进一步说:“基础技术科研投入高,见效慢,要能沉下心来,将一点一滴的小问题解决,比如我们研发出了一个传感器,就多了一种替换的选择,最终累计起来就是国产率的提升,最终实现全面国产。”

随后,张鹏飞也介绍了南方测绘水上测量事业未来规划:“南方海洋接下来将以行业痛点为抓手,不断围绕行业需求谋划未来发展。让国产海洋高端装备自主可控是我们共同的责任,南方海洋会致力于研发出更多更好的产品,努力做好每一个项目,服务好水上行业。”

水上测绘专项人才如何培养

水上测绘装备我们正在迎头赶上,人才紧缺是更为紧迫的难题。“水上测绘不仅包含了传统测绘的知识,还涵盖了水下地质、水文等知识,现在国内专门培养水上测绘方向的院校不多,因此这方面的人才也是比较紧缺的。”

另一方面,水上测绘与地面测绘不同,海洋天气变化莫测,常遇到海浪、大风、降雨、潮汐影响,测绘的对象除了水下地形地貌,还包括水域的温度、盐度等,并且大多是在船上进行接触式测量,所以对人员经验要求较高。“第一要适应水上作业环境,技术再高也怕晕船,如果是有人驾驶的测量船舶还需要有一定的驾驶船舶经验;第二要能综合使用各类水上测量设备,这些设备一般涉及多种传感器融合,操作较难,且因价格昂贵比较小众,这一技能很难在学校得到训练。”

根据张鹏飞自己带项目团队的经验,一名新手至少要两三年时间才能对水上测量设备融会贯通,可能还要四五年才能发挥设备的最大效能。此外,市场小众也是人才短缺的原因之一。张鹏飞认为,目前我国虽然正在大力发展海上经济,但是现阶段海上产生的经济效益占比还比较低,“我们近些年提出向海洋要资源,海上牧场、海上风电是目前海洋经济的热门项目,但是开发规模还是比较小,市场小导致人才流通和培养慢。”

南方测绘早在2004年就开始注重培养水上测绘人才,张鹏飞对此颇为自豪:“我们可以说是国内做海洋测绘比较多的企业,无论是在海洋测绘的理解方面,还是在专业测量设备的研发生产方面,以及对进口高端装备的使用方面都有较明显的优势,尤其是南方测绘较早参与了海洋基础设施建设,对于国内水上测量工况的理解也是比较领先的。承接项目不仅打磨出了南方系列水上测绘产品方案,也锻炼了我们的水上测绘队伍。”张鹏飞介绍说,水上测绘的项目主要是水域相关工程测量,例如修建道路、桥梁、隧道通过水域,就需要对水域情况有个基

本了解。这类项目需求较为简单,实施难度较低,南方测绘在这些项目中积累了一定的基础。正是凭借这段时期积累的经验,南方测绘才能参与港珠澳大桥、深中通道等复杂项目。

除了国内的基础设施建设,南方测绘还跟随国家“走出去”的步伐参与了巴拿马、孟加拉等国的不少海外工程项目。“尤其是巴拿马的项目,需要将船的位置控制在几厘米的精度内,船在海上一直受到波浪的影响,实现起来要解决很多问题,我们还专门派了技术人员研究这件事。”张鹏飞回忆道。就这样,南方测绘在不同的水域环境下,解决了很多问题,总结了很多实践经验,也锻炼出一支经验丰富的水上测量团队。

除了自己培养技术人才,南方测绘也对友商、合作伙伴持开放的态度。张鹏飞说:“水上测绘常常面对复杂的系统工程,很难说一家公司所有方面都有优势,我们在项目中也欢迎行业同仁合作共赢,各自发挥核心优势,解决用户的问题。”

不过张鹏飞也认为,企业培养人才只能解决眼下的问题,想从根本上解决水上测绘人才短缺问题,还是要靠高校构建既符合现实需求,又着眼未来的专业发展规划,同时,要坚持面向产业的办学思路,积极参与校企合作,充分利用社会资源力量。他还表示:“与高校共同推动水上测绘产学研协同创新,培养社会急需的应用型人才,是南方的志向所在,也是南方测绘一直在做的。” 

水上测绘, 无人船击桨潮头

——走近珠海云洲智能科技股份有限公司

文 / 本刊记者 洪智超

海洋开发, 测绘先行

中学地理课本将地球描述成“三分陆、七分海”的蔚蓝星球, 地球表面积的71%被海洋覆盖, 人类对海洋的开发与研究从未停止, 但海洋对我们来说仍然充满未知。

在海洋的开发与研究中, 测绘发挥了重要作用。“我们水上水下的各类活动, 很多都需要测绘的支持。”珠海云洲智能科技股份有限公司(以下简称“云洲智能”)海洋事业部总经理唐梓力认为:“海洋开发, 测绘先行, 对于航道部门来说, 水下地形测量是判断航行条件的先行条件;海上石油、风电、潮汐电力等平台以及跨海大桥的建设施工都需要依据水文、水下地形、地质数据支持决策;在国防领域, 海洋重力场是一项很重要的数据, 很多飞行单位的飞行信息就需要依赖详细的重力场数据。”

水上测绘装备的发展史 可映射出水上测量的历史

“说到水上测绘, 大家都不陌生。但是很多人不知道的是, 现代水上测绘的起源可以追溯到100多年前, 它是由当时的海岛测量需求发端的, 当航船进入不熟悉的海(水)域, 首先需要知道水深情况, 依此判断船舶是否可以安全地驶入、驶出。”唐梓力介绍, 水上测绘的发展与开发海洋的需求密切相关, “现在我们常说的发展海洋经济、开发海洋资源、研究海洋科学等都离不开水上测绘。”



珠海云洲智能科技股份有限公司海洋事业部总经理唐梓力



云洲智能的“5G+无人艇”
已在国内首座“5G+海洋牧场”应用
实现无人船艇与智慧渔业的有机结合

水上测绘的重要性已毋庸置疑。随着测绘技术手段不断丰富, 水上测绘也从单纯的水深测量发展为地形、水文、重力、磁场等要素的综合性测量。“水上测绘的精度和维度, 对测绘装备有很强的依赖性, 从这个角度来说, 水上测绘的发展史, 其实可以看作是水上测量装备的发展史。”唐梓力说。

最开始, 水上测量以水深测量为主, 方法就是用长绳捆绑一重物, 将其沉到水底, 然后测量入水的绳长。后面声学设备被使用在水深测量中, 通过声波到达水底再返回的时间计算水深, 也就是多波束、测深仪等仪器的工作原理。

在水上测绘的100年历史中, 其技术的发展方向又有怎样的特点呢?唐梓力向记者介绍其中的三方面主要特征。

一是性能方面, 水上测绘的精度和效率提升, 包括测量的覆盖范围、同等水平下的水底地形图分辨率等;

二是承载水上测绘设备的平台更新迭代, 水上测绘不同于地表测绘, 具有一定的复杂性,

需要测量人员既懂测绘知识又能应对各种海况, 无人船平台可以贴合测绘需求, 更加安全高效地完成测绘任务;

三是完善各类异型装备, 水上测绘往往面对多种复杂具体的难题, 比如说在较高海况下完成应急测绘, 就需要平台具有能够对抗较高海况的能力, 还有一些水下地形较为复杂, 如水下植物、海洋垃圾聚集阻挡测量航路等情况, 也需要我们研究一些能够实现测量的异型平台。

唐梓力还介绍, 这些发展方向也是与过去水上测量实践中较为迫切的需求紧密相关的:“首先是人员难以进入的复杂水域测量需求。举个例子, 我国南海的西沙群岛地区有众多珊瑚岛礁, 这些岛礁附近的海域水深较浅, 大概只有半米到一米, 普通船只很容易触礁搁浅, 只能靠人走或游泳到附近进行测量, 因此测量人员还面临着溺水和海洋生物袭击风险。另外, 我国的海洋牧场蓬勃发展, 水下箱体与绳索纵横交错。过去测绘手段较少, 养殖区域的水下情况难以获知, 因此很难做选址建设的决策。

其次是效率低、成本高的问题,过去远洋的调查和测量成本极高。据了解,调查船只重约千吨,出海一天的油费加上人员费用动辄就是一二十万,如果遇到海况不好,则需要避风,还需要计算误工的成本等……

第三就是测量精度受限,这一点水上测量与陆地测量相通,在数据规范的基础上,我们希望数据的精细度能达到更高的水平。”

无人船艇服务水上测绘优势明显

唐梓力介绍,解决上述三方面的测量难题,主要还需依托于水面平台即无人船艇平台和海洋测量方面的一些技术优化。“在浅水区测量方面,无人船可以实现吃水更浅,云洲智能研发的专门面向浅水测量的无人船吃水仅20厘米左右,并采用导管桨作为动力源进行测量,可以有效地避免搁浅和水面一些障碍物的影响。在复杂水域方面,如网箱养殖

区内,网箱本身就已占据了很多空间,加之网箱和网箱之间还有固定绳索,如果用小船在绳缆之间穿梭,外挂的螺旋桨很容易被绳缆拖挂。无人船艇就是一个较好的解决方法,导管桨动力方式的通过性非常好,不太容易被绳缆缠绕。我们经常给这类船起一个外号,叫“会跳绳的无人船”。在极地等环境恶劣区域,极端低温条件下,我们在第三十四次南极科考航次上采用了无人船艇在罗斯海难言岛及长城站附近海域作业,避免了极端恶劣环境下作业可能对人带来的伤害。”

“第二方面,无人船测量提升了作业效率,降低了作业成本,云洲智能目前在独立开发基于集群的无人产品水下测量综合应用方案,通俗来讲就是采用多条无人船艇跟随水上调查船或科考船进行协同作业。那么在这样一个航次里,就相当于同时有多条调查船在进行工作,这一方案成本要远远低于多条常规调查船的运营成本,刚刚我们说过,大



云洲M80无人艇伴随“雪龙号”进行第三十四次南极科考

型调查船每日运营成本可达十万至二十万元,而无人船艇每日运营成本仅为几千元。”

“第三方面就是关于测绘精度的问题,无人船在做水上测量工作方面有一个非常好的天然优势,就是它的航行精度可以得到保障。人工操控船只做测量,需要保持航线的准确性,这还是有相当难度的,无人船的优势在于它能够精准地执行设定的航线任务;此外,有些无人船专门面向测绘工作做了适配设计,同等尺寸的横纵摇远低于其它船只。同时无人船考虑到设备震动和噪声会对声学测绘产生影响,做了很多降噪的设计,水下在声学设备周边所产生的气泡量大大下降,数据准确性和精度因此提升。”

水上测绘应用的发展是无止境的

“无人船解决了很多水上测绘的难题,同时也让我们看到了一些新的问题。”唐梓力认为,水上测绘应用发展是无止境的,就像登山一样,我们到达了新的高度,就会有新的视野,看到新的问题。对于水上测绘的攀登者来说,机会无止境,挑战也无止境。

依据当前的技术,可以在4级以下海况条件下进行测绘工作,但是也难免有一些特殊场景、特殊需求,要求测绘人员在更高海况下保证完成任务,这时如何保证船只航行稳定、测量数据准确都是需要解决的问题。“我们一直在无人船设计、荷载与船只的匹配关系上去思考方法,做到既减少船体摇动,也要想办法让测量荷载在船只大幅摇摆的情况下保持稳定的姿态。”

续航问题也是制约水上测绘发展的重要因素。目前,云洲智能的无人船平台最远测量长度大概是300海里,一旦脱离加油船的支撑,想要去更远的水域进行测量就必须要加大船体的尺寸,而这样会导致油耗上升。“我们正在能源方式和新船型设计方面寻求突破。”唐梓力说,“面临未来更大尺度、更远距离的测量、调查,常规能源已不能够满足无人船

的续航需求,海洋原始动能是否可以作为备选方案也是我们正在研究的问题。”

无人船测量虽然优势不少,但是其布放和回收工作依然是全世界海洋测量领域普遍面临的难题。对此,唐梓力进一步解释:“在狭窄水域的无人船单独作业,人工布设收回即可满足需求,但未来我们要走向深海做海洋调查,往往需要携带几十艘甚至上百艘无人船,在有限的作业窗口时间内把船只快速布放、收回是一个大考验。”

同时,唐梓力认为无人船与其它测量手段结合也会产生奇妙的化学反应:“现在有了一些高性能的无人船平台,我们做水上测绘也在考虑如何用单一航次测出不同类型的测绘成果;此外我们还可以结合无人机实现水上水下立体测量,无人机可以为多艘无人船提供中继和通信平台;同时,由于AUV不能实时与水面进行通信,这时无人艇也可以用来做通信中继和水下定位支撑,采用无人船艇+AUV来做多船协同测量,进行水底地形的精细化扫测会随着应用的深入而不断发展。”

水上测量的发展日新月异,科学工程和装备不断地以螺旋式向前发展,相互支持,相互催化,唐梓力认为未来的水上测绘发展会有三个主要趋势。

第一,海洋调查船和海洋科考船本身会更加智能化。在法规和技术的双重支撑下,智能船舶的发展迅速,国家的交通部、中国船舶社以及一些国际组织,都发布了关于智能船舶的发展计划或智能船舶规范,广东省的南方海洋科学与工程实验室也已经建造了全球第一艘无人平台智能科考船。

第二,未来水上测量装备的发展一定会围绕应用开展功能设计的细化工作,面对水上测量的各种特殊场景,打造专业的、适配的船舶平台及测量方案。

第三,未来水上测量装备的集群方案可能会再上一个,甚至几个台阶。平台所构建的集群将进一步智能化。“其中的逻辑就是现在有了智能平台,比如说无人船,已经有了以无人船构建的无人



使用同构/异构的无人船艇集群作业,可以成倍提升作业效率,满足越来越精密化、多样化的任务需求,是无人船艇发展的重要方向

船集群来进行测量,已经从智能体发展到智能群体,第三个阶段会出现群体的智能,这是有别于智能群体的新的一种方向。也就是说未来会由无人船艇或其它水上智能测量平台组成一个智能群体,这样一个群体,不仅是一个个独立的、智能的个体,而是这样的群体本身就有智能化的水平。”唐梓力补充道。

无人船艇发展的重要方向

智能的群体可以根据被调查和测量对象的一些物理特征的变化,及时做出识别并进行自身调整。我们在做水上中尺度的观测时,如果某个中尺度波的位置和形状发生了变化,那么这个集群的整体也会在位置上发生变化,并且它的线路、宽度也会发生变化,这些过程都是由智能群体自己判断,没有人为的干预。

“特别是在测线较多的项目中,使用智能的集

群来同时执行这些测线,执行过程中不同的多波束,测量覆盖的水底,如果出现一些空白的话,那么它可以自动辨识出来,并且快速地进行补测。”

唐梓力感慨:“实际上,无人船艇的起步相对比较晚,应该说我们国内无人船艇的真正应用2013年才开始,但当前发展迅速。”这是一个崭新的赛道、一个新起点,让人紧张且期待。近年来,云洲智能在海洋观测、海上风电、石油等领域,不断探索出水上测绘的新应用。“未来,无人船艇将具备独立、完整的作业能力,承载更多强度大、风险高、周期性的水上测绘工作,催生出更多基于无人船应用的系统解决方案,传统海洋作业模式将发生翻天覆地的变化”。

简述国产参量阵型浅地层剖面仪

文 / 南方卫星导航

浅地层剖面仪声呐,是利用声波在介质中传播时遇到不同声学特性分界层面时发生反向散射的原理。这些反向散射的声波携带了海底介质中大量有用的地层信息,通过采集地层回波数据并对其观测分析,可以获取地层、地质构造、沉积物的地质属性等特征来阐明海底浅地层情况,用于辅助海底底质识别,发现各类掩埋和半掩埋目标等,这些是军民用航道安全、地质调查、海洋平台建设所必需的。

根据浅剖设备声源体制的不同,可以将其分为压电陶瓷式、声参量阵(非线性声学)式、电火花式和电磁式;根据浅剖设备作用范围的不同,可以将其分为极浅水、浅水、中水和深水型;根据浅剖设备的不同搭载方式,可以将其分为船载型(船底安装、侧舷安装)、拖曳型和无人搭载专用型(无人船、AUV、ROV、UUV等)。

国内外现状简述

国外浅地层剖面仪设备从极浅水覆盖到全海深,系列完整,功能完备。对于线性声呐体制的浅地层剖面仪设备,面临如下的实际问题:

1.设备声源张角大,空间分辨能力差

一般尺寸的该类型设备张角大于20度,海底脚印始终较大,伴随而来的空间分辨能力较差会导致

地形或地层目标模糊甚至错漏。同时大水平脚印带来的混响增强,会影响各地层回波质量,干扰分层信息提取,从而增加浅剖数据后处理的难度。

2.旁瓣多

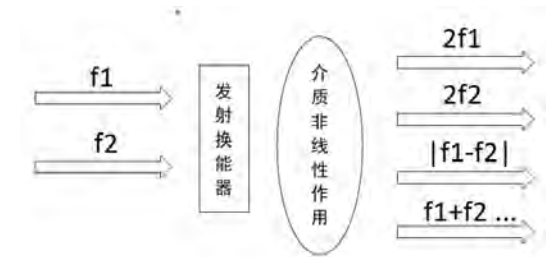
受限于线性声学理论,尽管有空间加权、滤波技术等,但线性浅剖设备的旁瓣始终是无法避免的。旁瓣结构多、杂会影响底层信号判断,导致伪分层、伪目标出现。

3.尖锐张角要求下,设备尺寸庞大

当需要较深的穿透,就必然需要较低的发射频率。低发射频率的限定下,若想获得尖锐张角,则必然会导致设备尺寸庞大,如Kongsberg线性SBP的优异表现就是在大湿端尺寸和EM122加持下获取的。线性浅剖庞大的设备尺寸和重量在目前适装性的要求下不是最优选择,这个矛盾在线性浅剖设备范畴内是不可调和的。

针对上述情况,这20年来国内外开始广泛装备基于非线性声学原理的参量阵型浅地层剖面仪(典型的进口设备如Innomar公司的SES系列、Kongsberg公司的Topas系列、Teledyne公司的Atlas Parasound系列)。区别于线性声学范畴,当发射声波的振幅(振速)较强,声马赫数较大,同时结合介质的非线性强弱,会导致声波发生畸变。实

际声场中会出现信号频率丰富,远不止湿端发射频率的情况出现。从声学理论上说,线性声学是非线性声学的弱声场表现。参量阵型浅地层剖面仪使用的低频信号是在海水介质中形成的,并非实际发射产生。示意如下:



该类型设备具备张角尖锐、几乎无旁瓣、宽带宽、小尺寸、可扫描覆盖、功能拓展性强等优点,非常适用于海底掩埋物探测、海底底质高分辨识别和勘测等,同时也便于海底管线巡查、海底工程建设、沉船找寻等军民融合多用途。

国内现状

国内参量阵浅剖的基础研制单位主要是中科院声学所东海研究站、中船重工715研究所等。商业产品研发单位主要有广州南方海洋科技有限公司、北京星天科技有限公司、上海遨菲克科技有限公司等。国产浅水参量阵型设备于近5年开始面向市场,逐步在民品市场拥有一定份额。

目前,南方海洋科技推出了一体式和分体式两种类型的参量阵设备。一体式型号有SE-2和SE-3——小巧便携,便于无人船搭载集成。分体式有SEP-1、相控型MPAS-100——适合中大型船舶搭载。

软件研发方面,南方海洋科技、星天海洋科技和中科院东海站都在各自研发专业浅剖后处理软件。针对专业用户使用习惯和需求,南方海洋科技开发了“地质大师(Geo-Master)”浅剖测量后处理软件。该软件具备浅剖数据、RTK位置数据、姿态数据等的接入和后处理功能,为航运交通、码头港口建设、海洋资源开发、国防军事等领域提供基础数据。



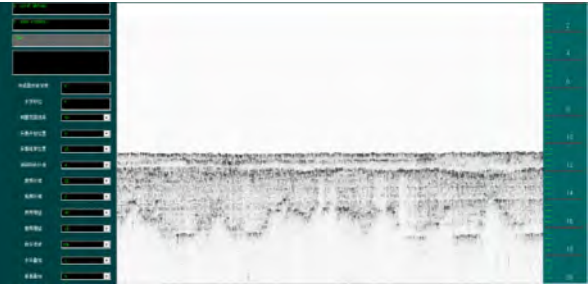
SE-2一体式浅地层剖面仪



南方SU12无人船搭载SE-2



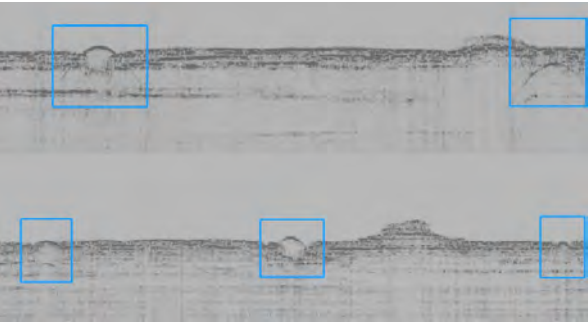
南方SU17无人船搭载SE-2



SE-2浅剖控制软件



SEP-1分体式浅地层剖面仪



MPAS-100实测地层剖面数据



“地质大师(Geo-Master)”浅剖测量后处理软件

国内现状总结

在浅水参量阵浅地层剖面仪上,我国的参量阵在型号和功能上已经和国外装备基本持平,国产的参量阵主打高频和便携两个特点,高频带来的高分辨率,为国内风电管线和油气管线探测带来了很好的适用性。而其出色的便携性对国内航道、湖泊、闸口等内陆小船应用场景淤泥的测量有重要帮助。国产参量阵浅地层剖面仪也正是因为有了差异化的竞争市场,逐步创建了自己的市场份额,市场占有率逐步提高。不足之处是在浅剖的数据后处理成图过程中添加的滤波器较少,不符合目前国内用户的使用习惯。地层数据应用和解释领域,我们也是相对落后的,缺乏成熟度很高的商业化专业浅剖后处理软件,同时各类反/扫掩埋物的综合声呐系统空白较多。

中深水参量阵浅地层剖面仪目前国内还是空白,只有中国科学院声学研究所东海研究站在进行这个领域的开发和研究。现在国外的设备垄断国内市场,且国外设备的技术比较先进,用的换能器设计和声学接收发射算法比较先进。全系列参量阵型浅地层剖面仪的国产化紧迫且任重道远。值得一提的是由于国内此类需求较少,且需要的二次开发和定制设计较多,国外产品目前在这个领域不具备优势且价格高昂,目前国产的深海耐压版本的参量阵浅地层剖面仪几乎占有了国内的全部市场。国产化参量阵也正是因为其特有的优势占据这个市场。

那船, 那些零散的记忆

文 / 欧阳永忠

——谨以此文献给为中国海洋测绘事业发展付出智慧、心血、汗水和青春年华的人们。
都说互联网是有记忆的, 希冀如此。



千回百转, 此生, 注定与那条船有着千丝万缕的联系。她是某型测量船首舰, 曾经拥有多个芳名: “南测429”“李四光船”“中国渔政206船”……

依稀记得上一次见她是2008年的8月, 正是火热的夏季。彼时, 上级宣传部门为了给央视军事频道报送一部反映研究所专业技术人员践行当代革命军人核心价值观的宣传视频, 特意组织了拍摄小组来广州采集专题相关的视频素材, 从那次以后, 我就很长时间没有见过她了。后来听说她已按海军最高决策层的决定, 于2012年11月退出现役, 转隶中国渔政部门, 去了上海。

冥冥之中, 上天自有安排。12年后的2020年9月, 在我退出现役三年多的时候, 我又以另外一种身份, 在广州的另一个码头遇见她。

此刻的她, 早已淡出了熟悉她的人们的视线, 那些昔日罩在她身上的光环与辉煌已如同潮水般退去, 失去了往日的繁忙与紧张。此时此刻, 她孤寂地伫立在那里, 一动不动, 冷观着码头上不时来往的人群和车辆, 静听着旁边比她年长20多岁的“向阳红14”船上不时传来的讲解声和参观客人的询问声, 更多的时候, 她只是日复一日地静默着, 任凭风雨吹打与阳光暴晒。

不知她是何时回来的, 思绪不由得回到了上世纪九十年代。

从上世纪90年代初到千禧年, 这十年间, 正是计算机、网络与数字化技术发展最迅猛的时期, 计算机正开始由小型机向个人计算机普及化发展, 从最初的286快速向386、486、586迭代发展, 操作系统从DOS、UCDOS向Windows、Windows95、Windows98和window2000等版本升级演进, 编程语言也从既有的PASCAL、FORTRAN、BASIC、C等向QBASIC、VB、C++、Visual C++等版本扩展, 计算机技术、网络技术和数字化技术向人们展示了前所未有的魅力, 以及即将给各行各业带来的深刻变革, 而此时的海洋测量技术正处在手工、半手工向数字化作业转变的历史阶段。

1992年7月, 我毕业分配到研究所后, 就被派往江苏如东, 在那里接受了海洋测绘的入门课程洗礼。这一时期, 研究所研制的沿近岸水深测量在数据采集方面已经进入自动化测量实践期, 定位采用微波测距仪, 测深采用SDH-13A单波束测深仪, 数据采集显示设备既是微波测距仪的船台终端, 也是导航控制和水深数据采集的终端, 海岸地形测量已开始采用全站仪进行导线控制测量和碎部地形测量, 但测量成果图件绘制仍以手工为主。虽然该研究所已于1988年完成了电子海图系统的开发, 但测量数据采集和数据处理与成图仍然处于外业、内业分离作业的阶段。上世纪80至90年代, 研究所推动海洋测量数据采集自动化技术发展的核心人员有以李广建高级工程师为代表的仪器研究室群体, 推动电子海图技术发展的有以李宏利高级工程师为代表的制图研究室群体。

1993年9月至10月和1994年4月至5月, 作为外业测量骨干, 我先后参加了广东中山市港口建设海底地形测量、广东茂名以南海域25万吨级锚地测量。这两次测量, 仪器研究室和制图研究室群体联合协同开展了海底地形测量内外业一体化自动化实施。出海作业的早上, 我们携带便携式计算机上船, 在QB环境下, 运行测量导航与采集软件, 连接测深仪和微波测距仪, 监测设备工作状态, 指挥“船老大”沿着既定的测线来回“耕地”; 傍晚收工下船, 由内业人员将测线记录数据导入编图系统, 一天的成果即刻显示出来, 成果质量高低一目了然。虽然那时海上的作业环境艰苦, 但新技术所展示出的魅力, 极大地激发了我们的探索欲和自己动手的尝试欲, 特别是当设备能够按照自己所设定的指令来工作时, 有一种无以言说的满足。从事一项工作, 如果有一种满足感, 人便会进入到一种愉悦的状态, 苦和累也便成了最好的风景。

1992年11月, 总部批复同意建造中远海测量船, 确认该船的使命是: 执行距海岸100海里以外海区的海洋测绘、水文气象调查和物理参数测量任

务。这是我军第一艘具有中远海综合测量能力的5000吨级专业测量船,也是研究所继上世纪80年代初期完成两艘3000吨级远洋测量船建造任务以来,再次作为总体技术责任单位承担建造的新一代大型综合测量船。批复任务书要求研制基于局域网络的全船自动化测量作业系统,实现全船测量系统近30项专业设备的同步控制、实时数据采集与显示、网络传输和在线数据处理与成图,这是在新的历史发展阶段及海洋测量技术发展进程中具有里程碑意义的标志性事件。研究所极其重视该船测量系统的研发工作,成立了由上级机关、所科技处和相关专业研究室领导组成的总体组,由李广建高级工程师担任组长,全面负责研制工作的总体决策与组织实施。

经过总体组与上级主管部门、船舶设计单位和船厂近三年的总体论证设计与紧张筹备,1995年,研究所成立了HC—1、HC—2和HQ-1课题组,分别负责测量定位与数据采集、测绘数据处理中心和气象显控台等分系统的研制、联调、安装、海试和全过程的技术保障等工作。课题组的人员主要来自仪器、测量、水文气象和资料室等专业研究室,全所约40余名专业技术人员参与了该船测量系统的研制工作。与此同时,国内外40多个科研院所、厂家和公司共同参与了该船测量系统研制的配套工作。

而毕业不到三年的我,也正是因为有上述的工作基础,有幸成为了HC—2课题组的核心成员,参与承担测绘数据处理中心分系统海洋水深/重力测量数据处理与成图软件的研发,协助HC—1课题组开展海洋重力数据采集子系统软件功能设计,并协助开展海洋重力仪引进技术规格书和厂商的相关协调与谈判工作。

从1995年课题组成立启动软件研制任务,到1998年完成扩大性试验交付测绘部队,再到1999年随船保障部队执行首次生产作业任务,这四年来,我频繁地从天津往返于北京、芜湖、舟山、三亚、广州等地,与众多国内一流的技术单位协同攻

关,不仅开阔了个人的专业视野,而且逐步将个人深度融入了领略、感受、实践和推动海洋测量自动化技术进步与发展的时代潮流;这四年里,每天都有新的任务在牵引,都有新的难题在等待破解。我们不畏困难,不惧挑战,按照既定的进度节点推进研发任务,以最恰当的方式诠释了青春飞扬应有的样子。我想,这一定不仅仅是我个人独有的感触,一定也是我们那一批年轻参与者共同的感受;这四年中,经历了技术方案论证与评审、软件开发编程与代码测试、陆地联调、设备装船、系泊试验、航行试验、扩大性专业试验和首次年度任务随船保障,系统接受了大型装备研制的科学范式训练,经历了规范化和工程化项目的历练,建立了测量装备工程研制的基本思维。

能够全程参与我军第一条中远海测量船测量系统的研制工作,是我的职业生涯之幸,这一时期的工作为我此后20年的专业发展奠定了坚实的基础。此刻,回顾这段历史,我要感谢时代给予的历史机遇,更要感谢研究所那一代的先行者们,他们为研究所后来人开创了不可多得的事业发展平台和成长机会,无论今后海洋测量装备技术与测量平台如何发展,我们都不能忘记他们这一代人在这一特定历史阶段为推动中国海洋测绘事业发展所作出的开创性贡献!

中远海测量船测量系统的论证设计与工程建设工作,为研究所全面持续推进海洋测绘数字化、自动化、信息化技术发展打开了一扇窗。从1995年至2006年的10余年间,在上级业务主管部门的支持下,研究所联合测绘部队先后向科研主管部门申报了“海岸地形快速测图系统”“海洋重力测量实时处理系统”“海洋测量信息处理工程”“波束数据处理与可视化系统”“海道测量数据库系统”“沿岸海道测量机动作业系统”“海洋磁力测量综合作业系统”等多个重点科研课题,通过这些课题的立项研究与攻关,逐一突破并解决了海岸地形、海洋地形、海洋重力、海洋磁力等专业测量在抗恶劣作业环



现场考核HC-2自动绘图功能

境、便携机动、一体化综合采集与测量导航、高精度数据处理与成图以及质量智能控制等方面的基础理论、关键技术方法与工程难点问题,初步构建了海洋测量较完善的自主智能化作业技术体系。在上级业务机关20多年的持续领导与支持下,上述课题中的软硬件成果“海岸地形快速测图系统”“海洋重力测量实时处理系统”“海洋测量信息处理工程”“无验潮水深测量系统”和“海洋磁力测量综合作业系统”先后定型列装,推广测绘部队使用。

20多年来,在测绘部队一批又一批一线科技工作者和研究所研发人员的共同努力下,他们持续以自身的探索、实践与思考,不断完善这些装备的软件功能,不断改进硬件设计,提升工作可靠性,形成了海洋测量先进而完善的装备作业技术体系,实现了从技术设计、测量作业、数据处理与成图,到质量

检查资料汇交与验收全过程的自动化作业与智能化处理实施,海洋测量工作进入到了作业技术标准统一、数据采集与处理软硬件平台统一的新的历史阶段。

1998年8月,“南测429船”交付部队,正式入列,并于1999年4月第一次正式承担年度测量任务。测绘部队向研究所提出,希望派一名技术人员随船执行保障任务。按照当时执行的技术标准要求,海洋重力仪的维护保障条件较为苛刻,我作为不二人选被所里委派随船护驾。从4月下旬到6月初,我和测量船的同志们共同工作和生活了约50天,这是一段非常美好的工作之旅。由于“南测429船”是新建的5000吨级现代化测量船,这次任务又是以海底地形测量和重力测量为主,测量工作正常情况下均无需人工干预,值班主要是查看设备

监视参数及检查有无报警信息, 人力得到了极大解放。与此同时, 船上生活保障条件上乘, 室内锻炼设施一应俱全, 在这个现代化的流动平台上工作, 海洋测量人第一次感受到了外业工作的舒适。这一年, “南测429船”充分展示了她强大的作业效率和可靠的工作状态, 两个多月的持续作业, 她完成了预定海区3万多公里测线里程的作业。那些年, 她是测绘部队当之无愧的明星舰。

1999年, 是我25年海测科研人生中, 出海作业持续时间最长和出海天数最多的一年。6月初, 在结束某型测量船两个航次的随船保障任务后, 我又赴湛江, 随“海洋十一号船”完成了“海洋重力测量实时处理系统”持续一个多月的海试。可以说该系统是伴随着第一艘中远海测量船测量系统的研制, 而在同时期推出的适合其他测量船舶的小型化海洋重力测量自动化作业系统。中远海测量船测量系统就像一颗“星星之火, 可以燎原”的火种, 引领和驱动了海洋测量自动化和智能化技术的发展。

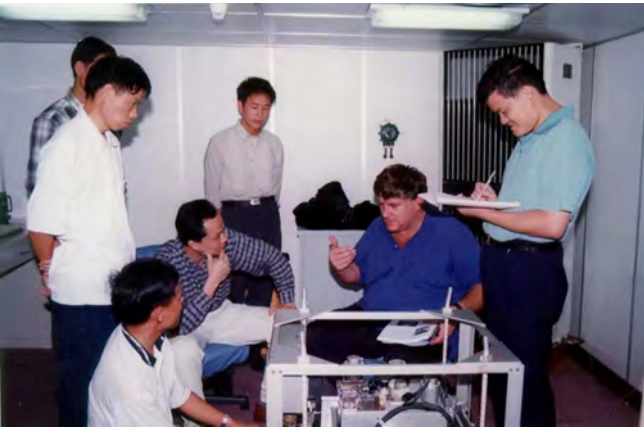
如今, 24年过去, 几经转隶, 她又回到了她最早出发的城市, 回到了珠江, 不同的是停靠的码头换成了江对岸, 由与黄埔军校旧址两岸相望变成了同岸相伴。何时可再出发, 她不得而知。

人来人往,
她在静候中……
一个时代结束了,
新的序幕正在徐徐启动……



【作者简介】

欧阳永忠, 曾在海军某海洋测绘研究所工作, 现自然资源部海洋环境探测技术与应用重点实验室就职



专业技术人员在培训



1999年6-7月, 海洋重力测量实时处理系统随海洋十一号船海试

一个微不足道的打捞故事

文 / 蒲进菁

“海洋调查最痛苦的工作是什么?”
“收放标。”
“有更痛苦的么?”
“批量收放标。”
“难道就没有更加痛苦的么?”
“标放下去, 收不上来……”
“……”

海洋科学是一门建立在观测、探测数据积累、处理和分析基础上的自然科学学科, 其最底层的技术逻辑就是“针对连续时空系统的模式研究”。“模式”是一个统计学概念, “连续时空系统”则表示所有现象在时间、空间上是高度统一的, 具体表现为其时间均值等于空间均值, 而海洋科学研究所涉及“现象”的基础统计样本就来源于依托海洋技术的“观测”“探测”。

说到观测, 天上的、岸上的、水面的、水下的, 四门功课, 讲究的是“原位”和“连续”。所谓原位, 简单来说就是现象在哪站位就要在哪; 所谓连续, 就是观测时间要完全覆盖现象存在的时间, 且观测数据空间分布要具有代表性。说起来好像挺简单, 但由于海洋系统三维流变性和时空差异性导致的复杂性, 想要做到这两点实

际上是有很大难度的。

所以, 即使在遥感技术, 以及ARGO、漂流浮标、GLIDAR、Wave GLIDAR等各种可长期运行的机动无人观测方法大行其道且日趋“白菜价”的今天, 浮标、潜标、海床基这“老三样”依旧是海洋观测技术手段中不可或缺的部分, 并不是大家不知道这种定点观测“守株待兔”和“刻舟求剑”的局限性, 但为了得到合规、合理、完整、准确的数据, 海洋观测的实践过程中必然需要用一系列系统性的手段来解决各种非系统性的问题, 所以在相当长的一段时间内, 多基动静结合的联合同步观测还是王道。

于是就有了引子中的灵魂拷问, 以及今天跟大家聊的故事(或者事故)。

2014年, 中国海洋大学承担的某专项, 在东海某海域进行针对冷泉喷口周边环境基线的原位观测, 简单来说就是一年时间内, 不断地批量投放潜标、海床基, 做断面。由于需要让各种传感器尽量接近海底, 其中一个潜标的设计比较“别致”: 最顶上是一个装向下发射300kHz ADCP的小浮球, 下面用100m凯夫拉缆连着一个装有浮力材料、并联声学释放器和温度、电导率、溶解氧、叶绿素、浊度、总碳等各种接触式传

传感器的4m³钢质框架制成的观测站,再下面是5m的锚链和水泥沉块。

这样的设计可以保证近底水体的观测效果,但投放、回收的难度也提高了。常规的水文观测潜标通常都比较“高挑”“细长”,就是一大串,顶上一个装ADCP(通常是一上一下两台)的主浮球,下面缆绳上分段布置并联小浮球、CTD、单点流速计,然后是声学释放器(通常是并联两个)、十几米甚至几十米长的锚链、沉块,整体结构比较简单,主浮球下水后,只要带设备的缆绳漂开且不打结缠绕,把沉块用机械脱钩器往水里一扔就可以了,收的时候只要勾住缆绳拖到船边把主浮球吊上甲板,剩下的一串东西拽上来就行。

而我们这“矮胖”“浓缩”型的大宝贝由于沉块锚链很短,观测站上精密设备又比较多,还巨怕磕着碰着,每回投放都得十分小心地放浮球,再吊放观测站,入水后用长杆撑住框架,最后释放沉块,回收的时候则是先吊起观测站,上甲板落稳了再收浮球。

而且由于部分站位所处海域比较敏感,干活只能用小渔船,不仅因为干舷低好操作,也是考虑到这样不容易引起敏感又有受迫害妄想症的某友邦的注意。

所以那一年我的主要工作就是每过一个半月(根据设备耗电量、耗材有效期决定的)带着一组人去一次岱山岛,坐一条600马力的渔船出海,收起潜标,导数据、检查设备、更换耗材、重新设置,做完没问题再投下去,落底之后用声学测距做定位,然后返航。

每次的布放、回收都让人精神高度紧张,释放器甲板单元碰出的一串略显尖锐的编码似乎可以直达脑额叶,让人心跳加速;单色液晶屏上随着输入密码跳动的光标就像定时炸弹上的计时器,令人呼吸急促;瞭望找标的时候一堆人眼睛瞪得像铜铃,那叫一个“望眼欲穿”……由于时间窗口有限,收上来之后的设备维护也必须争分夺秒,拆装、导数据、更换耗材、试机、设置……甲板上的灯光、机

器的轰鸣还有混杂着柴油味和鱼腥味的湿咸空气陪伴着我们度过了无数个夜晚,只为破晓时分能把标顺利地放下去。

正因为每次出去都如此“惊心动魄”,完成任务返航的时候,大家对酒精的渴望自然会达到一种令人发指的程度,以至于那几年岱山码头一带的饭馆中都盛传“来了一帮巨能喝的北方人……”。

2014年10月12日,我们抵达岱山,开始备航全年最后一个观测回次,10月14日出航,途中做了两个断面。

10月17日

05:00抵达上个回次的潜标布放站位,开始水下定位,释放器通信正常,遂决定等光线条件好一些之后进行回收。

08:30对一个释放器发出释放指令,等了半天没见上浮,测距定位后确定潜标还在原处没挪窝,于是对另一个释放器发指令,还是没动静。这时候伙计们就有点慌了,有点担心是浮球失效或者释放器故障导致潜标无法上浮,一边分析原因一边想办法,折腾了大半天。

16:30再次对潜标进行定位,发现还是没动,排除了浮球失效的可能性。但为啥没有浮起来呢?现场推测原因可能有两个:

(1)落底位置在冷泉附近,地质环境复杂,底质偏软,落底时水泥墩滑移、滚动,拉着观测站扎进了泥里,导致锚链无法脱离释放环;

(2)释放环偏小,铁链通过时发生缠绕导致无法脱离(供应商手头没有大环,临时给我们换了小环)。

事已至此,好在潜标没漂走,还有机会。于是现场设计打捞方案,站位处水深1000m出头,当时海大号正在附近做任务,上面有高精度的GNSS以及一些缆绳、机械转环等物资,于是呼叫海大号驰援。同时在渔船上东拼西凑凑起了20m近200kg锚链、200m拖网用的钢缆、8口小锚、200m的24mm缆

绳,紧着这些东西想办法。

方案一是渔船单船打捞:用锚链做配重,通过导航设备精确定位潜标,在100m范围内下配重,下放带有小锚的钢缆和缆绳,然后绕圈,通过钢缆上的小锚来勾住观测站,然后拉动它上浮;

方案二是海大号和渔船双船配合:海大号开DP下配重,定点不动,渔船围绕定点绕圈,目的与方案一相同。

入夜后接近海大号,由于海况较差,考虑到人员以及船只安全,决定等第二天天亮再实施打捞。

第二天海况还是不好,双船配合有难度,所以采用方案一。

10月18日

05:35,我们靠近海大号,将导航设备以及2000m的14mm缆绳搬上渔船;

08:00开始再次对潜标测距进行交汇定位,在定位期间船员按计划制作打捞工具,最下端用200m钢缆连接200公斤配重,钢缆上分段挂小锚,然后是200m粗缆,再往后是细缆绳;

11:00完成定位后,开始释放缆绳,进行打捞作业。由于水深太深,配重太轻,无法准确判断最下端配重的位置。考虑到开始时渔船绕圈太大,配重可能是在水下被拖着运动的,收缆绳的时机也不好把握;

17:00收缆完毕,发现部分小锚有被拉直的现象;

18:00开始第二次打捞作业,采取到达指定位置急转方向的方法,希望缆绳在这个过程中泄力下沉,底下钢缆能够触底并被渔船拉动,将观测站挂住。但是配重还是偏轻,距离的控制非常困难;

21:30收缆完毕,初次打捞宣布失败。

昏黄的灯光下,几个人站在甲板上真是一筹莫展……

标收不上来,折大几百万设备不说,一个回次的观测任务就泡汤了,这对于整个项目来说是要命

的事儿。当时只能强迫自己冷静、集中精神思考。在抽完两根烟之后,我感觉血压和心律恢复正常了,于是给船长布置了跑下一个断面的任务,然后开始检查那套打捞工具。

当我仔细看过了钢缆和几口小锚之后,我觉得心里有底了,首先渔船上的拖网用的钢缆为了防止刮伤网具,外面是缠了麻绳的,我发现末段钢缆的麻绳上有残留的黏土,说明这一段确实是沉底了,其次被拉直的锚脚上,残留有少量橘红色油漆,说明这些锚挂住了潜标上的观测站,只是强度不够所以拉不动。

好吧,那就再来一次!

10月19日~25日

10月19日14:00,通过释放器定位确认潜标未发生移位后,我们关闭释放器电源,开始全速返回岱山。

10月21日,抵达岱山。上岸后没顾上休整,跟船务公司、船长讨论了一下现场的情况,立刻开始设计打捞方案并分头准备物资,我们需要更大的配重、更长的钢缆、更粗的小锚、更长的缆绳。我的任务是设计打捞的拖曳路径和施工步骤,那时候已经入冬,海况越来越不稳定,做拖缆的数值模拟肯定是不现实了,只能硬算。

10月22日03:40,完成计算,并用软件做了3D放样和推演,天亮后跟项目负责人汇报完毕,就等物料备齐择日出发了。

(注:按200m匀速2.5kn的水层计算;缆绳形态采用长轴水平的椭圆模型修正;考虑到定位、流速估算误差,缆绳+10%放量)

10月23日,等来了48小时的海况窗口,我们出发了。这次准备了300kg的配重锚,400m钢缆,20口小锚,而且海况允许,海大号可以加入打捞配合,就是采用前文说的第二套方案。路上与海大号上的同事做了详细的沟通,把整个过程推演了一遍,关键环节的控制也做了预案。

10月25日, 到达站位附近, 再一次和海大号确定方案细节。总体思路是: 渔船和海大号之间牵引打捞工具, 海大号开DP, 在潜标东北侧下放末端配重锚, 渔船同步放缆, 并侧流慢速远离海大号以防止缆绳缠绕, 末端配重锚落底后, 进行测距评估是否达到设计位置, 一旦末端配重就位, 渔船开始快速放缆并向海大号西侧1330m处的转向点机动, 保证到达转向点时设计缆长完全放完, 然后以3km的速度向东南方向的拖曳点行驶, 渔船到达设计拖曳点位后, 开始向南行驶, 同时海大号抛下末端配重锚离场。

10月26日

10月26日, 海况良好, 让我们开始吧。

06:30打捞开始, 一切严格按照设计步骤进行。海大号顶流开动DP就位, 我们乘坐的渔船靠近海大号艉部, 将末端配重锚接上了海大号地质绞车, 然后拉着钢缆和小锚制成的打捞工具按照预设路线缓缓驶离; 海大号地质绞车开始下放, 渔船这端同步放缆, 通过声学测距确定配重锚落底后, 渔船开始一边放缆一边向预设转向点机动, 到达转向点位后, 放缆量也正好达到了设计长度, 计划运行平稳, 海大号确定配重锚未发生位移, 此时渔船开始向拖曳点机动, 到达拖曳点后, 看着缆绳偏出角度从60°逐渐变小, 最后与船顺向, 越拉越紧, 勒得系缆桩“叭叭”作响, 是时候收缆了, 海大号通过释放器抛下配重锚, 缓缓离场, 小渔船上则是用绞锚机一米一米收缆。

17:43, 这条600马力的渔船, 从1030m的海底, 捞起了潜标, 欢呼声响彻甲板。

从钢缆、小锚在观测站上的缠绕情况来看, 只能说阿基米德、牛顿、伯努利、祖冲之、刘徽以及老家队上的木匠大叔诚不欺我。

潜标捞上来之后立马开始检查, 分析起浮失败原因。从现场看框架底部横向加强的支撑杆变形, 且表面油漆严重磨损脱落, 整个框架无底泥附着,

结合种种迹象分析, 看来是换了小孔径释放环之后, 释放器钢链脱出的瞬间释放环在惯性作用下甩向一侧, 然后与框架底部横杆发生缠绕, 释放环又恰好卡住了下方的铁链, 导致潜标与水泥沉块无法脱离, 打捞过程可以说就是把缠住的铁链从横杆上生拽了下来。

好吧, 妥妥的小概率事件, 但谁知道呢……

总结一下, 正应了那句话——“重要的事情往往都是简单的, 简单的事情往往都是难以实现的。”一个小小的细节就可能产生一连串的变化, 只是临时换了释放环的规格, 就造成了这么大的麻烦, 所以后来的观测站在底部释放器脱离区都设计了隔离结构, 让释放环在一个完全不存在遮挡的独立空间中运动。

常说出海会遇到各种各样的突发状况, 只有想不到没有遇不着, 处理得好就是“故事”, 处理不好就是“事故”, 回想一下, 还是挺多感慨。

首先, 事发后整个项目组响应及时、措施果断。从第一时间的尝试、分析, 再到上岸24小时内迅速形成技术方案并制定实施计划, 每个节点都干净利落, 而不是开会“研究研究”“评估评估”“梳理一下”拖泥带水……用现在比较流行的一个词来说, 这才是“执行力”;

其次, 在巨大的压力面前, 全员上下保持了积极、乐观和谨慎的态度。越是具有挑战性的工作, 越是需要轻松、活泼的氛围, 我们可以对着茫茫大海眉头紧锁心情沉重, 也可以为了消失的酸奶在邮件里开玩笑、相互鼓励, 在紧张的压力下迅速思考问题做出决策, 这才是真正的“大心脏”。

多说两句, 几点收获想和朋友们分享一下:

首先, 数理基础真的很重要。“数理基础”不仅掌握各种专业、高深的计算方法和技巧, 更重要的是对数学、物理、化学等学科的基础原理有正确、深入、全面的理解, 并具备工程化应用能力, 也就是能

够把复杂的现象抽象化、模型化, 使其在某些角度上可计算、可定量, 从而可以利用数理方法描绘客观世界, 这就是“大道至简”, 也可能就是目前比较流行的马斯克提出的所谓“第一性原理(First principle thinking)”吧;

其次, 重视经验的作用。“经验”是对实践过程中感性认识的筛选、提炼和总结, 从这个角度上讲, 经验也是一种科学, 同时也要注意, 简单的重复性工作实际上是无法产生经验的, 宣扬“我干了一辈子XXX……”如何如何的选手实际上不一定有真正的经验, 就像被很多人推崇的“日本手工业匠人精神”一样, 那实际上是为了维护阶级稳定所采用的堆高从业者沉没成本的管理手段, 从事前沿的、具有挑战性的工作才是增长经验的正路子。

所以, 一手数理基础一手经验, 二者有机结合, 就形成了一种科学、完整、全面的思维方式, 然后指导我们的实践活动, 这就是思想。正所谓“有道无术, 术尚可求; 有术无道, 则止于术”。

后记

2014年那次打捞只是发生在广阔、深邃的大海上一个微不足道的小故事, 1030m水下目标, 没有ROV, 纯水面牵引打捞, 也不知道能不能申请个世界纪录啥的。

之前鲜有跟朋友们提起, 因为每次讲这种故事总有人问类似的问题, “你们成天出海干活就是给国家打工呗?”而我也只能微笑着纠正——“我们不是为国家打工, 我们是为祖国服务。”

全身心的投入, 源自使命感和热爱。

最后, 还是用那句烂大街的话来结束这个故事吧——我们的征程, 是星辰大海! 

【致谢】

由于班报、日志已上交, 本文主要内容根据事件参与者的回忆撰写, 在此对翟科先生、徐继尚先生、刘世东先生提供的协助表示感谢。

【作者简介】

蒲进菁, 2012年毕业于中国海洋大学海洋地质专业, 获理学博士学位, 主要从事沉积地质、海底探测、海洋工程等方面研究。

给海底做“CT”

文 / 朱纪翔

毛主席在《水调歌头·重上井冈山》写道：“可上九天揽月，可下五洋捉鳖，谈笑凯歌还。”这股战天斗地的革命豪情激励着一代代科研工作者将五星红旗插满深空和海洋。经过一代代科研工作者的自力更生与艰苦奋斗，我国海洋科技领域亮点频出，“中国智造”成为世界科技发展的第一梯队。今天我就来带领读者朋友们一起探秘水下龙宫，给海底做“CT”。

海洋给这颗星球带来美丽的蓝色，勾画出了绚烂的风采。海洋可以分为主要部分和附属部分。主要部分为洋，附属部分为海、海湾和海峡。洋或称大洋，是海洋的主体部分，一般远离大陆，面积广阔，约占海洋总面积90%，深度大，一般大于2000米。自古以来人类就对海洋特别是海底充满了好奇，不管是东方的龙宫还是西方的亚特兰蒂斯，都是先人对海底的浪漫想象。我们不要做狂妄的河伯，直到见识过海洋的磅礴才意识到自己的渺小，要勇闯海底龙宫，真正认识海洋的美。

其实海底的世界比陆上世界更为精彩，地形起伏远大于陆地。海底不是一幅静态的风景画，而是热闹得很。位于大陆边缘之间的大洋底是大洋的主体，由大洋中脊和大洋盆地两大单元构成。大洋中脊是指贯穿世界四大洋、成因相同、特征相同的海底山脉系列。它全长 6.5×10^4 千米，是世界上规模最大的环球山系。大洋中脊的轴部都发育有沿其走向延伸的断裂谷地，称为中央裂谷，中央裂谷是海底扩张中心和海洋岩石圈增生的场所，沿裂谷带有广泛的火山活动。大洋盆地是指大洋中脊坡麓与大陆边缘之间的广阔洋底，约占世界海洋面积的一半。在大洋盆地中



朱纪翔

还有星罗棋布的海山，它们绝大多数为火山成因。

地震就是地球的岩石圈发生突然的应力释放时产生的震动。海底并不是铁板一块，而是被分成了许多板块。地幔像沸腾的锅炉，板块就在下方地幔的热对流推动下互相挤压碰撞。在地幔热对流推动（10%动力）和俯冲板块自重拉动（90%动力）下，板块碰撞释放出巨大的能量，形成海底地震。

海啸是灾难片必不可少的主题。海啸是一种具有强大破坏力的海浪。人类面对海啸这样的天灾总免不了在内心生出一种无力感。以日本“3·11”大地震为例，该地震等级达到里氏9级，为日本国内观测史上的最大等级。日本气象厅测得地震引发的海啸波浪高达16.7米，15米的海墙袭击了福岛核电站，造成的核污染影响至今，海啸与地震共造成上万人死亡。

要想与海啸赛跑，从这个恶魔手中救出更多人，首先要了解海啸的成因。海底地震是引发海底海啸的最主要成因，但不是所有的海底地震都会引发海啸。根据中国地震局的相关数据统计，每1.5万次海底地震约有100次会引发海啸。一般来说，引发海啸的地震强度要大于等于7级，震源深度要小于50千米，还与其发生的构造位置和震源机制的形式相关。海啸携带着大量的能量，以极快的速度袭击陆地，造成大量破坏。地震目前不可以预测，但是可以预警。也就是在震中发生地震后，可以利用电磁波比地震波速度快的特点，让更远的人提前做出防护措施。对海底地震的探测以及对地震和海啸预测预警具有重要意义。要想实现对海底地震的探测，既要“下得去”，还要“测得准”。

相信很多读者朋友都对《海底两万里》中“鹦鹉螺”号的海底旅途心驰神往，但人类探索海底面临许多巨大的挑战，深潜器的动力、线型、结构、水声、通讯和生命保障都是需要突破的核心技术。黄旭华院士在我国第一代核潜艇成功极限深潜并靠岸后，难掩激动的心情，挥手下下了：“花甲痴翁，智探龙宫，惊涛骇浪，乐在其中。”正是在这种艰苦奋斗精神和革命乐观主义精神支持下，我国一代代科研工作者做出严酷卓绝的伟大努力，实现了深海海底下潜的重大突破。2020年6月10日，“海斗一

号”自主遥控潜水器在地球最深处马里亚纳海沟实现了最大下潜深度10907米；2020年11月11日，“奋斗者号”全海深载人深潜器在马里亚纳海沟成功坐底，坐底深度10909米，从此中国具备了全海深深潜能力，深海不再是中国人的禁区！

地震在地球内部以地震波的形式传递，人们通过地震仪对地震参数进行记录。其实，早在东汉时期，科学家张衡就研发了最早的“地震仪”——地动仪。CT（Computed Tomography）大家都不陌生，就是电子计算机断层扫描。借助CT技术，能够清楚看清物体的内部情况。通过给海底做“CT”，我们可以获取海底地层的分布，分析构造特征与演化，最终达到区域地质调查、海底灾害预防、能源资源勘察等目的，以造福人类。

传统的测量方式是借助声学浮标获得剖面数据，但是对于六千米以下的深海海底就显得力不从心，需要借助海底地震仪进行测量。海底地震仪是地球科学探测的重要设备，它通过记录海底地震波动信号，对海底深部地层结构进行地震波成像，为认识地球内部结构提供依据。海底地震仪除了要“忍受”极端的海洋环境，回收信号的难度也可以称作海底捞针。我国历经近20年自主研发的大深度地震仪，工作水深达到12000米，工作周期可以达到14个月，具有良好的耐压耐腐蚀性能。2017年3月4日，我国在马里亚纳海沟挑战者深渊成功布放并百分百完美回收地震仪，完成了两条万米级人工地震剖面，并获得极为珍贵的一手数据资料。我国也成为世界上第一个成功获取万米级海洋人工地震剖面的国家。

井蛙不可语于海，秋虫不可语于冰。中国人在深海的脚步不会停止，随着深渊科考的推进，更多深海奥秘必将通过持续创新的设备更清晰地呈现在世人眼前。希望读者朋友们一起关注海洋技术发展，加快建设海洋强国，一起守护这颗蔚蓝星球。 

【作者简介】

朱纪翔，天津大学海洋科学与技术学院在读研究生。

在平凡的岗位创造不凡

——访全国测绘技术能手何宗友

文 / 本刊记者 洪智超

扎根测绘一线,二十年间何宗友走遍了广东省124个县(区),从一名普通的水准测量作业员成长为教授级高级工程师。他在成长之路上,收获了“全国测绘技术能手”“广东省技术能手”“南粤技术能手”“全国技术能手”等荣誉称号,是测绘人当之无愧的劳动模范。在年轻测绘人才培养方面,何宗友更是不遗余力,充分给予年轻人锻炼的机会,让测绘精神代代相传。这位测绘技术能手是如何炼成的?他为年轻测绘人指引了怎样的方向?下面让我们一起走近这位技术能手,听听他是怎样说的。

秉持“匠心”,将平凡的工作做出色

2002年7月,何宗友走出校园,入职广东省国土资源测绘院(以下简称“测绘院”)。工作第一天他就收到了一项水准测量任务。

“在我看来,水准测量是最辛苦的测绘外业工作之一。”职业生涯的首次外业工作让何宗友印象深刻,这次工作就是由测绘院两位领导亲自带队的番禺黄阁水准测量项目。据何宗友回忆:“广州7月天气湿热,测量员们还要背着几十公斤的仪器在太阳地里奔跑。跟校园里点到为止的实训不同,真正的测量工作更加辛苦也更有成就感,当时我感觉自己随时都要中暑,只要停下脚步就很难再走得动



何宗友

了。看到同组的老前辈们的衬衫已经被汗水浸透,但没有一个人说苦、说累,我想自己作为一个年轻人更应该咬牙坚持。”老一辈测绘人身体力行,何宗友耳濡目染,在一个个项目的磨砺中养成了不怕吃苦、坚韧不拔的精神。在接下来的8年间,何宗友不断从老一辈测量人身上汲取经验,从一名青涩的扶尺员成长为测绘院的水准测量行家。

何宗友进步快速,工作认真细致,作业成果质量好,极少出错,因此测绘院领导将大部分水准测量方面的任务交给了他。何宗友也没有辜负领导的期望,出色地完成了各项工作,他常说:“测绘工作讲究的就是精度,一个水准测量读数不准或错误都会引起连锁反应,导致系统性误差,可能出现不可挽回的损失。所以,作为测绘人,要一直把精益求精、认真细致作为读准每一个数据,绘好每一幅图的重要前提。”

2010年,台风“凡亚比”来势汹汹,给广东带来一系列强降雨,这导致了信宜市银岩锡矿尾矿库发生溃坝。

何宗友所在的测量组在接到任务后,连夜赶往矿区测量。据他回忆,当时溃坝的矿井有十多米深,再加上雨后路面湿滑,土壤松动,完成测量的难度和危险系数颇高。“队员们需要把标尺架在矿井内测量高程,有些同事恐高,不敢站在井壁,我作为组长这个时候不能退缩,先把自己固定在井壁上,拿起标尺就开始测量井壁内测高程点。”测绘人不怕吃苦,敢干敢做在这一刻体现得淋漓尽致,关键时刻何宗友站了出来,发扬了带头作用,鼓舞了团队的士气。

在20年的测绘生涯中,何宗友参与众多广东省重大测绘项目,如珠海1:2000调绘测量、地理国情监测、“二调”“三调”等,均出色地完成了单位交给他的任务,参与的项目产值超过了6亿元。“回想过去的职业生涯,最让我感到光荣的就是在工作中,我走遍广东124个县区,测遍了

广东山山水水,水准里程突破了1万公里。”

积极创新,积极融入自然资源事业发展

当被人问及如何才能将测绘工作做得更好时,何宗友常说:“测绘人不仅要有吃苦耐劳的精神,还要乐于钻研,不能只知道闷头苦干,还要灵活巧干。”其实,何宗友乐于钻研的精神早在他学生时期就有所展露。当时何宗友生活在安徽枞阳的一个村子里,村子没有通自来水,村民们取水用水极为不便,而打一口水井又极其昂贵。于是,何宗友在学业之余,就琢磨自己怎么能打一口井,看到村里有人家在打井,他就在一边学习。看了几次之后,何宗友就试着在自家的院子里打井,靠着自己勤观察、多琢磨,真就把水打了出来。村民听说后,也纷纷找他帮忙,不久后几乎全村都可以方便地用到井水了。到今天,何宗友当年打的水井依然有清甜的水流出。

从事测量工作后,何宗友也将这种钻研的劲头带到了工作中。为了提升测量效率,何宗友想出来不少高招,他认为:“效率提升来自于多方面的努力,就水准测量而言,这项工作需要人工观测和记录,效率较低,还容易出错,于是我认真总结生产中的经验,提出提升水准测量效率的工作需求,联合同事开发了一款应用程序,将作业流程优化,数据观测的人员由4人减少3人,效率提升了,由程序记录,人为干扰少,成果更可靠,错误少了,质量也提高了。”

在外业生产中,更快更好地获得一手数据是何宗友钻研的强大动力,根据丰富的经验,他不断改革创新,优化生产方法,提升作业效率。随着测绘事业发展,测绘技术进步,测绘院面临的项目也越来越复杂。

为了适应测绘院业务升级的需求,何宗友也与时俱进,从外业测量员向内业工程师转型。在此过程中,领导、同事毫无保留地将经验、知

识传授给何宗友,经常手把手指导他解决难题,让他懂得面对复杂问题“不仅要能埋头苦干,更要能灵活巧干”。在内业工作中,动脑成了主要的劳动方式,他认识到内业更需要充分发扬钻研精神:“一些创新应用的一项功能可能代替了过去几个人几天的工作量,效率提升非常明显。”

在服务生产单位期间,何宗友注意到测绘院各单位分散,作业人员为了办一件事常常需要去不同部门盖章,效率低下。作为业务管理部门,怎样优化生产流程,提升办事效率成了何宗友日思夜想的问题。“我利用OA自动化办公系统编制业务流程需求,创建业务流程,让懂技术开发的人员编制程序,真正实现让数据在线上多跑路,让办事员少跑腿,提升了办事效率。”

在做好本职工作的基础上,何宗友也不忘给自己充电,针对生产工作中的疑问,他系统地学习业务相关的规范知识,不断进行总结,他多次在《测绘科学》《测绘通报》等学术期刊上分享技术经验,也从其中收获不少前沿的专业技术知识。

践行传帮带,发挥模范带头作用

回忆起自己初入测绘行业,何宗友感慨颇深:“当时的测绘技能、测绘精神主要是通过参与项目实践,观察老师傅的作业方法进行传承。正如我入职的第一天就被安排参与了水准测量工作,我的经验和技能也大多是从项目实践中获得。”

面对当下越来越丰富的测绘技术,越来越复杂的项目需求,何宗友认为自己当初的成长路径已经不适合现在的年轻人才培养了。为了做好“传帮带”工作,2020年,测绘院成立了“何宗友技能工作室”。

作为带头人,如何把自己的一技之长传承下去,一直是何宗友思考的问题。何宗友技能工

作室将项目经验记录下来,编写成专业的作业指导书,让生产流程更加规范、标准。此外,他也常常利用自己的休息时间,协助培训、辅导职工开展注册测绘师资格考试,积极组织省技能竞赛参赛选手的理论知识和实操培训,为测绘院“人才一流”发展战略作出贡献。



何宗友认为:“新一代测绘人是我们测绘事业的传承者和践行者,是未来测绘事业的主力军,思想和能力比我们更先进,更容易也更愿意接受新鲜事物。”何宗友希望新一代测绘人继续发扬好测绘精神,虽然时代变化了,测绘也不像初创时期那么艰苦,但不怕苦不怕累的测绘精神需要测绘人始终坚守,在成长中学习、成长中锤炼、成长中创新,只有持之以恒地学习才能永葆青春,才能在测绘事业中做出自己的一片天地。作为技能工作室带头人,何宗友认为培养测绘新人需要注意以下几点:

一是要培养新人的职业精神。要帮助新人树立信心,更要培养新人不畏艰难的精神,要让新一代测绘人认识到测绘是很辛苦的工作,不能遇到一点困难就退缩,只要一心一意积极投身事业,踏踏实实做好本职工作,努力一定有回报。

二是要增强新人的集体荣誉感。测绘工作从事外业很辛苦,每年都有人员变动,要针对每个新人个性和特点,组织、激励与发展新人,激励新人主动沟通交流,给新人表现的机会,增强新人的团队归属感与集体荣誉感,给予新人做好工作的自信心。

三是要激发新人的学习积极性。测绘行业要组织好培训,鼓励新人多学习,践行“传帮带”精神,把优秀单位文化和工作经验传承给新人,让新人成为发扬测绘文化、测绘精神的主力军。

2020年,也就是何宗友技能工作室成立的第一年,测绘院注册测绘师通过人数居全省同行单位首位,5名高技能人员从广东省测绘地理信息行业职业技能竞(大)赛中脱颖而出,荣获“广东省技术能手”称号,“何宗友技能工作室”也成为了展现测绘院高技能人才队伍建设能力的一张亮丽名片。

何宗友一直致力于人才培养事业,近年来取得了一系列令人瞩目的成就,先后为单位培

养了高级工程师3名、工程师8名、助理工程师20余名……每年技术培训超过200人次,16人获得了省技术能手称号。测绘院里的年轻人提起何宗友,都要称一声“何老师”,以他为榜样激励自己努力奋进。

面对荣誉,何宗友非常谦虚,他说:“党旗下,我是一名普通的党员,榜样的旗帜引领我成长;工作上,我是一名小小的工匠,脚踏实地传承测绘精神,匠心筑梦为党旗增辉。”在他眼中,自己只是测绘事业大厦中的一颗螺丝,能够成为测绘工匠,凭的是传承与钻研,靠的是专注与创新。初心不改,匠心惟坚,在测绘事业的漫漫长河中,何宗友正朝着心中准确的定位稳步向前。





马超, 南方测绘集团创始人, 也是南方测绘转型升级的掌舵人, 曾被评为“感动测绘人物”、入选成为国家“万人计划”科技创业领军人才、荣膺首届“全国十大测绘科技创新人物”。

马超：南方测绘转型升级的舵手

文 / 中国地理信息产业协会

“2021年是南方测绘大地信战略的第六年, 六年间, 新业务合同额从不到一亿, 如今已接近十亿, 三维激光、测量机器人、地理信息软件等新产品已进入行业先进行列, 如果把南方测绘这六年大地信历程比作长征, 我们现在已经到达陕北了! 也许若干年后回顾这段历史, 我们会深感其中的不易。”在年终总结会议上, 马超总结了南方测绘转型升级的曲折历程与重要成就。

从测绘仪器销售到测绘仪器国产化, 再到国产仪器高端化, 马超和南方测绘见证了、参与了中国测绘仪器

行业的诞生与成长。经过几十年的追赶, 中国测绘仪器已经在国际上达到较高水平。但另一道考题是, 目前传统测绘仪器的生产与销售已经是一片红海, 南方测绘如何才能顺应时代成功转向, 又将驶向何方? 让我们听听南方测绘“传奇舵手”马超是怎样规划的。

国产测绘仪器从无到有

“修仪器、造仪器、引进进口仪器。”短短十二个字, 是马超对自己30岁前职业生涯的总结。改革开放后, 国

内基础设施建设欣欣向荣, 国家测绘需求与日俱增。马超曾在广东测绘仪器厂、广州市经济开发区工业发展总公司等单位负责国际贸易业务, 这项业务让他看到了国际测绘装备的先进, 也让他体会到进口仪器垄断国内市场, 价格昂贵, 我国测绘行业发展受制于人的辛酸。

“想要改变这一局面, 就必须推进测绘仪器的国产化。马超带队研发测绘仪器的主要方式是拆解分析进口仪器。在广东测绘仪器厂从事研发工作期间, 有一个十公里测距长的激光测距仪项目让他印象尤为深刻, “为了解决一个周期误差的问题, 我花了一年零三个月时间, 把整个仪器拆了几十遍, 不断尝试着修改线路、软件。”当时这个项目获得了广东省级技术进步奖。

万事开头难, “上世纪80年代, 广东省在精密光电技术领域几乎是一片空白, 我们通过研究进口仪器, 培养出了较早一批的光机电人才。另外, 当时获取信息的途径非常少, 除了有限且笼统的书籍知识, 大部分还是要靠实践总结。”在一次次的拆了装, 装了再拆的过程中, 马超和他的团队终于成功推出了国产电子经纬仪、国产全站仪等光电仪器。在此期间, 原武汉测绘科技大学校长、著名大地测量学家周忠谟先生建议马超, 可以着手研制国产测量型GPS。马超说: “听到这个建议后第一反应就是异想天开。”

当时GPS是测绘行业的高端产品, 一套设备动辄上百万元, 国家采购需要耗费大量的外汇储备, 因此几乎一个省才能有一套。但是, 马超清楚地知道, GPS将是测绘仪器接下来的发展方向。后来周校长又进一步向他解释了设备的相关原理。经过一番学习研究, 马超发现, GPS研制并非遥不可及。

马超率领技术团队先后攻克了测距技术中最关键的距离数据离散度大、出大数差、周期误差大、相位不均匀等技术难题, “第一台国产测量型GPS诞生, 震撼了整个行业, 中国测绘人等待自己的GPS太久了!”

此后, 他又带领团队陆续成功研发了RTK系统、CORS系统等导航定位设备, 掌握了大量知识产权, 打破了基础测量仪器的技术壁垒, 填补了国产测绘仪器的空白。

要改变进口设备垄断测绘仪器市场的局面, 只有技术突破还远远不够, 生产成为摆在马超面前的另一道难题, 于是南方测绘公司应运而生。南方测绘诞生之初的使命之一就是让广大测绘人用得上、用得起高性价比的国产测绘仪器。“现在的科研单位和公司遇到的难点之一就是规模化的市场推广, 比如全站仪, 从研发出来, 历时近二十年, 才完全实现规模化的普及应用。”马超说。

为了让科研成果落地, 马超带领团队在全国范围内选址建造生产基地: 如在当时中国最大的光学市场——北京建立了生产光学测绘仪器的南方电子经纬仪及全站仪厂; 在从事光学棱镜研究的中国地震局地震研究所仪器厂附近设立武汉南方棱镜及激光仪器厂; 在全国先进制造业基地常州设立了常州南方附件及水准仪厂、常州南方激光全站仪及测距仪厂; 在广州设立了南方卫星导航仪器有限公司, 专门负责卫星导航定位类产品研发生产……

2008年, 南方测绘五大生产基地全面建成。一座座工厂拔地而起, 一台台国产仪器从流水线上走向全国的测绘单位、企业, 南方为测绘行业提供了更具性价比的国产仪器。至2010年, 第十万台国产全站仪在南方测绘生产线上组装完成, 标志着我国测绘仪器生产能力已位居世界前列。

从实现零的突破到实现规模化、产业化价值, 马超和南方测绘引领着中国测绘仪器产业大步追赶, 形成了自己的竞争优势。2002年, 南方获准863计划申请, 标志着经过十年的国产化进程, 南方测绘仪器制造水平已达到国家高新技术发展计划要求的国际级最高水平。2004年, 通过由当时国家测绘局组织的部级鉴定, 南方测绘系列产品和综合技术达到了国际先进水平。在国内市场取得了一系列成绩后, 马超认为在国际市场上检验国产仪器的时机已经到来。

国产测绘仪器从“引进来”到“走出去”

南方测绘生产的测绘仪器价格低, 品质可靠, 在国内市场取得了不小的共振, 那么在国际市场上, 南方测绘的仪器会有怎样的表现呢?

2003年,马超率队参加了业内著名的德国INTERGEO展,主流国产测绘仪器第一次走出国门。当时,跨国进行测绘仪器销售并无先例可循,南方测绘营销团队通过频繁参加展会,了解海外销售渠道,在美国、德国、印度、越南、日本等地开设办事处,同时发展海外经销商,凭借着较高的性价比,国产测量仪器占据了一定的海外市场。

在对外贸易过程中,马超发现,相比于发达国家,发展中国家基础设施建设需求大,同时更注重测绘产品的性价比,更适合国产测绘仪器开拓市场。2016年,南方测绘与老挝合作伙伴共建的老挝卫星定位综合服务系统项目首个单基站建成。该项目成为测绘服务“一带一路”的示范性工程,马超对此颇为自豪;再如,印度尼西亚开展全面国土确权项目,RTK使用需求大幅增加,南方测绘在印尼测量仪器的销量逐步增长,2019年更是拿到了全球数量第一的RTK大单,全年总数量超4300台。

南方测绘与一带一路各国合作紧密,南方产品得到了各国测绘用户的认可,应用广泛,在各种大型项目建设中都可以看到南方产品的身影,南方的星级服务也受到海外市场的肯定。一个全方位、全区域、多品牌、多层次的中国测绘技术装备“走出去”的格局形成,重点在非洲、东南亚、拉丁美洲、东欧等地区开拓市场。

其中有一部分发展中国家,不仅需要测绘仪器,还缺少测绘技术人才。南方测绘不仅派出专业团队为这类国家提供技术服务,还对当地人员进行了专项培训,获得了用户的好评。疫情期间,大量回国航空客运线路停运,导致项目实施同事被困在国外,仅有的归国机票几乎是天价且一票难求。对于这些同事,马超表示,“注意个人防护,不要担心机票贵,只要有就尽量订,费用由公司承担。”这给南方测绘海外技术人员带去了信心和温暖。

如今,南方测绘成立了9家直属海外服务中心,拥有500余家区域代理商,产品远销全球100多个国家和地区。“积极响应国家‘一带一路’倡议,是南方测绘开拓海外市场过程中顺应国家发展大势的积极探索和使命担当。”

南方测绘转型升级

随着国内测绘仪器制造行业不断发展,传统测绘仪器

生产、应用已十分成熟,在海外,国产测绘仪器占据的往往也是附加值较低的中低端市场;高端测绘装备市场,如机器人全站仪、三维激光扫描仪等长期被国外仪器垄断,国内测绘单位不得不付出高昂的仪器费用,承担不可控的维修成本。

转型势在必行,马超将时空地理信息服务和高端国产测绘装备作为未来发展的新方向。2016年,南方测绘开始实施“大地信”战略。

转型升级必然伴随着阵痛,但马超认为南方测绘转型具有几项优势:“南方测绘技术积累丰富,南方产品、品牌市场接受度高,并且此前开发的一批软件,在市场上有良好的实用性,为由‘硬’转‘软’打下了基础,南方测绘也尝试做了一些项目,既磨合了产品又锻炼了队伍,为我们转型提供了人才基础。”

在高端产品研发方面,马超表示南方测绘研发人员占总员工比重的30%。在智能化测绘时代,他们是实现测绘装备的智能化发展,掌握高端核心技术,实现整机国产化的重要力量。

机器人全站仪大量应用于高铁、地铁、大坝监测、单人测绘等场景,每年需求量2000余台。这一市场长期被日本、美国、德国等传统光电技术强国的企业占据。在我国,研发机器人全站仪对高校、科研院所来说缺乏研发动力,企业总体研发实力相对薄弱,马超曾在多个会议和活动中强调机器人全站仪国产化的重要性。

“机器人全站仪研发的主要难点在于光电技术积累,国外企业起步早,具有先发优势,国内企业追赶首先要有扎实的基础。”在马超的带领下,南方测绘研发团队一一攻克了ATR、Ps、自动控制等难题,成功推出了0.5"高精度机器人全站仪,达到国际最高水平,打破国外垄断局面,满足行业测量规范最高等级,取得中华人民共和国计量器具型式批准证书。“从技术上讲,南方机器人全站仪主要参数已经达到世界先进水平,我们的下一步攻坚,要在微动阻尼方面与进口产品媲美。”马超说。

三维激光扫描仪的市场需求约为每年4000台,市场体量约为20亿元,大部分被国外企业垄断。一套进口三维激光扫描仪售价动辄上百万甚至数百万,再加上维修周期长、维

修费用高昂,一般单位很难购买,即使购买后,也很难常态化应用。

如果说机器人全站仪汇集了南方测绘数十年光电技术的“毕生所学”,那么在三维激光产品的研发上,马超和他的研发团队面对的则是一个崭新的领域,三维激光设备组成结构复杂,涉及光学、机械、电子、算法、工程等多个领域,其技术融合主要包括:光电技术融合、FPGA+arm+安卓系统融合、点云分类+轨迹解算+点云拼接+DLG作图软件融合、激光扫描+惯导+GNSS技术融合、算法+设计+工艺等,需要协调大量人力物力共同完成,需要从头开始。

面对庞杂的系统、超高的难度和看似遥遥无期的研发周期,南方测绘一步步摸索着前进。市场逼着研发走,根据优先级安排工作进展,南方攻克了12项主要技术难题,解决各类具体的技术细节更是不计其数,终于取得了一批可喜的成果:研发并批量生产出脉冲式三维激光扫描仪、机载三维激光扫描测量系统、轻型长测程车机载一体化移动测量系统等产品。

除了产品的高端化升级,马超还强调南方测绘需要加快步伐,实现测绘装备制造向地理信息服务转型。近年来,测绘在自然资源管理能力提升、自然资源管理体系和治理能力现代化方面的作用越来越显著。一方面,南方测绘为用户提供服务,高端国产装备得以在实践中发展改进,其功能更贴合国内用户需求,避免了产品研发与一线生产实践脱节;另一方面,项目需求推动南方测绘实现高端测绘装备的规模化生产,也降低了国产高端测绘装备的使用成本,使其面对进口装备更具有竞争力。

2017年,南方测绘正式开始承接地理信息服务项目。“经过近几年的实践历练,南方抓项目、干项目的能力已今非昔比,依靠丰富成熟的软硬件产品体系,南方测绘的项目实施能力上了台阶。目前,南方实施中的项目总金额超过16亿元。”马超说,“有了项目实施的经验和能力,接下来我们在自然资源风险普查、新型基础测绘、实景三维中国、历史建筑测绘建档等方面才能获得更多机会。”

实景三维中国是近期测绘行业的热门话题,未来可能将成为比肩高铁、北斗系统的重大基础设施。建设实景三维中国就需要使用新工具生产新成果。2022年,南方测绘成立

了南方遥感公司,从而拥有了空天地海一体化、室内室外一体化的信息获取与处理能力。马超说:“接下来南方测绘将进一步整合内部资源,形成体系化的解决方案,更好地为实景三维建设服务。”

除了服务自然资源体系的各类需求外,马超也鼓励业务团队打开“脑洞”,积极寻求更多测绘应用场景。如南方测绘上海分公司较早开拓了测绘技术在历史建筑保护方向的应用,马超得知后给予该分公司大力支持,在总部召开会议推广其经验做法,同时在各类行业会议、论坛中为其争取推广资源;济南分公司在北斗应用方面成绩突出,主动寻找当地重大项目,锻炼自身实施能力,马超与总部职能技术部门在政策、人员、技术等方面给予大力支持,如在卧虎山水库大坝安全监测项目中,总部技术人员与当地同事合作设计出一款上下对中器和一体化监测柱,并取得了专利;得知杭州分公司在某电力线路项目中积极使用集团的三维激光新设备,马超安排了三维激光技术团队为其提供设备支持和软件培训;此外,马超为了提高分公司体系承接数字项目的能力,分别在长春、长沙、成都、北京、杭州等地成立南方大区技术中心,实现数据业务本地化服务……近两年,南方高精度地图业务已经初具规模,为支持南方三维激光团队高精度电子地图业务进一步发展,成立了独立运作的高精地图事业部,其主营业务为高精地图制作、数据采集、数据标注。在南方测绘的用户大会、内部会议上,马超也将黄金时段留给各业务团队分享新的业务方向。“每个分公司面临的市场环境都不尽相同,我们鼓励分公司根据当地需求主动开拓一些力所能及的业务方向。”

如今,南方大地信战略已经取得了阶段性成果,这条测绘仪器制造行业转型升级之路确实像长征一样充满挑战,就像那首脍炙人口的《愚公移山》所唱“无路难,开路更难”,越是难走的路越不能失去方向。马超作为测绘国产化、高端化的先行者,始终以振兴民族测绘产业为目标,以测绘科技规模化应用为目标,他将带领新南方,走向新测绘。

南方测绘

(本刊执笔记者 洪智超)

山间林海中“乘风破浪”的激光雷达

——访福建省森林碳计量技术开发应用工程研究中心曾宏达博士

文 / 本刊记者 尚美岑



中央财经委员会第九次会议强调，我国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和，即国家和地区通过产业结构调整 and 能源体系优化，通过坚持节能减排战略、发展绿色低碳经济、增强森林碳汇等途径调控二氧化碳排放总量，最终实现二氧化碳在人类社会与自然环境内的产销平衡，构建“零碳社会”。我国的生态文明建设目标与碳达峰、碳中和目标基本一致，保护生态环境成为了先决条件之一。

保护生物多样性是维持大自然生态平衡的基本支撑点，也是建立自然生态保护区的重要意义之一。自然生态保护区可以为人类提供研究自然生态系统的场所，便于进行连续、系统的长期观测以及珍稀物种的繁殖、驯化的研究等，在涵养水源、保持水土、改善环境和保持生态平衡等方面发挥重要作用。

三明格氏栲省级自然保护区位于福建省三明市，总面积1101.6公顷，是亚热带典型的天然常绿阔叶林，也是世界上最大的格氏栲天然林区之一，为动植物的生息繁衍创造了良好的条件。

那么，看似与其关联性不大的激光雷达技术，又将如何在三明格氏栲省级自然保护区的自然生态环境保护工作中发挥重要作用？南方测绘特邀福建省森林碳计量技术开发应用工程研究中心、福建师范大学生态学专业副主任曾宏达博士，为我们介绍激光雷达技术助力森林生态系统监测的应用。

森林生态系统监测 在生态环境保护中占重要地位

提起生态环境保护，大多数人能想到的都是各种补救措施，如垃圾分类、降低一次性物品的使用频率、乘坐电力交通工具、退耕还林等做法。实际上，直接从源头对当地的生态环境进行调研，找到最适合其动植物的繁衍条件，并根据调研结果建设它们的“家园”，同样能够行之有效地实现对生态环境的保护。

森林作为陆地生态系统的主体，在涵养水源、保持水土、维持生物多样性，以及减缓大气中二氧化碳等含碳温室气体浓度上升、调节全球气候变化等方面具有不

可替代的作用。为给生态文明建设和应对气候变化提供科技支撑，不断增强我国在全球气候变化谈判中的话语权，福建师范大学科研团队致力于森林生态系统与全球变化的研究，依托福建三明森林生态系统与全球变化国家野外科学观测研究站和福建省森林碳计量技术开发应用工程研究中心，重点研究湿润亚热带山地森林生态系统对全球气候变化响应与适应、人工林碳汇经营与计量等课题。无人机激光雷达技术在植被监测方面发挥了重要的作用。

一是对森林冠层结构参数进行定量遥感。搭载激光雷达的无人机采用优化后的“标准”航线扫描研究区，使得森林结构参数（如林分密度、树高、冠层覆盖度，叶面积指数）的监测从点扩展到面；同时也减少了主观的人为观测误差，提高了估测精度。“例如，通过定期持续监测冠层叶面积指数变化，我们初步获取了植被发芽、展叶、落叶的时间变化规律，结合气象数据，有助于进一步了解植被生长与物候对气候因子年际变化和愈加频繁极端天气事件的响应；同时，这些定量的森林参数也为全球碳循环的模型提供了关键的参数和验证样本。”曾宏达介绍说。

二是研究人工林碳汇功能时空格局及对气候变化的响应，即通过建立基于遥感参数的不同树种人工林生物量/生产力估测模型，研究其时空格局及其对模拟环境增温、干旱的响应。他继续补充道，“我国是世界上人工林面积最大的国家，现在的很多人工林都来源于2000年建设的林业工程，大多处于青壮年时期，生长速度较快，有非常可观的固碳能力，然而，伴随气候变暖而来的干旱已不同程度地影响森林生态系统，所以我们需要结合生态学地面观测，研究湿润亚热带山区人工林碳汇功能在原位模拟气候变化控制实验下的响应特征与机制。”

激光雷达技术 在植被监测领域得到广泛应用

曾宏达说，研究团队曾尝试过使用高分辨率多光谱卫星图像和无人机成像高光谱代替人工监测，开展了对

生化和结构参数的遥感定量研究,虽然数据的获取效率得到了提升,但地形对图像畸变的影响、遥感信号在植被茂密区饱和度等问题,限制了森林植被参数遥感反演精度,直到启用激光雷达技术后,这些问题才迎刃而解。

在课题的研究过程中,测树高是人工监测植被的基础工作,有经验的林业工作者采用传统的目估测量仍存在米级误差,采用测高杆捆绑摄像头的树梢探测法精度明显提高,但调查速度慢、体力消耗大,估测精度也受到杆子弯曲和人为操作误差的影响。由于野外调查的时间和人力成本高,在高空间异质性的亚热带山区,获得地面实测样本数量十分有限,所以曾宏达开始带领团队寻找精度更高、具有一定区域覆盖能力的数据采集方式。

激光雷达技术作为一种主动遥感方式,所发出激光脉冲能够穿透森林冠层到达地表,从而获取植被的三维结构特征,即高精度的森林高度、密度等冠层结构和林下地形等信息,与传统森林样方调查相比,具有数据采集速度快、数据准确性高、野外作业成本低和区域覆盖广的优势。

在作业效率方面,比如精确调查一片森林每株树的树高,需要7-8个人同时作业一周,而激光雷达技术只需2个人30分钟就可以完成飞行任务,后续只需将数据传输至电脑,半天即可完成数据解算,获得可视化的监测结果,大大降低了作业成本,提高了作业效率。同时,激光雷达技术统一的航线规划、固定的入射角等参数设置能够消除不必要的人为误差,让数据精度得到质的提升。

除了数据采集设备本身对监测数据精度及可靠性的影响,外界因素的干扰也会影响监测数据的质量。传统的光学遥感需要稳定的太阳直射光,而福建三明地处亚热带季风气候区,温暖湿润,雨量充沛,多云的天气,制约了光学遥感对森林生态系统季节性的定期动态监测。特别是遇到雨季,一个月几乎都是阴和多云天气,导致直接缺失该月的观测数据,而激光雷达作业时则几乎不会受制于光照条件。

目前,该项目的研究已经进入收尾环节,各项数据都能够应用于多个环境监测的研究课题。曾宏达坦言,

激光雷达技术在植被监测中的应用日益受到植物学、生态学、农学等研究的推崇,成为多学科交叉研究的热点,十分具有挑战性。

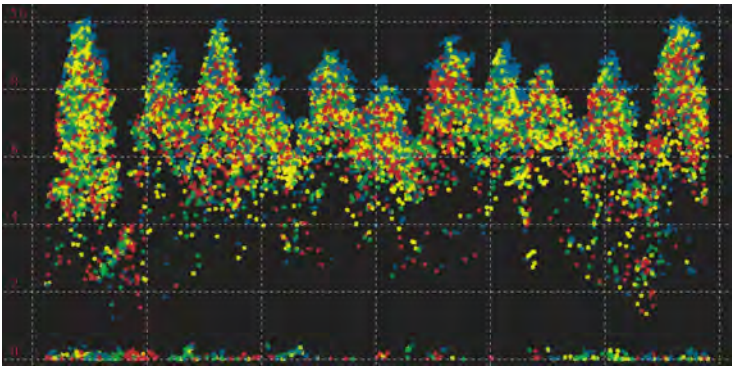
植被监测 与激光雷达技术的多次磨合

“激光雷达技术确实有很多优点,但因进入国内市场的时间并不长,所以还不够成熟,外行人并不能很快上手,需要借助专业团队的帮助。”曾宏达提到,在项目开展的初期,研究团队就曾经遇到一个很棘手的问题。

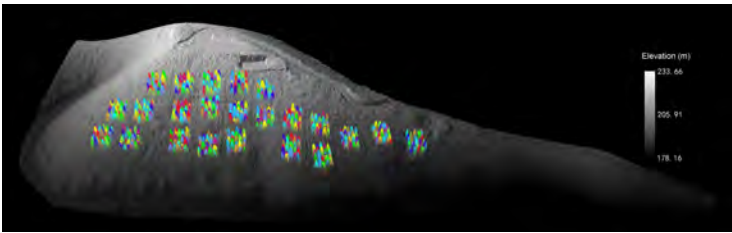
福建师范大学于2019年6月与南方测绘福州分公司签订了为期3年的项目合同,在当年8月试飞的过程



模拟增温杉木林研究区三维彩色点云



杉木人工林季节生长变化



研究区固定样地分布及单木识别



作业团队在外业现场

中,原始点云的数据精度满足了项目要求,但福建师大课题组发现最终的点云数据会漏掉两个很重要的参数:一个是扫描角参数,一个是多回波参数。“缺失了两个参数虽然对监测植被的三维体积、树高影响较小,但无法通过不同方向穿透率了解冠层的垂直分布特征。”

为了能够解算出这两个变量,福州分公司的陈佳一直积极协调福建师大课题组和总部的技术团队进行沟通,查找多个文献,尝试多种方法,多次对整个激光雷达系统做修改和升级,最终满足了数据用于计算定量森林冠层结构参数的要求。

除了前期的点云成果不够完善,在后续正式进入生产作业后,双方又发现了另一个问题,那就是因天气、地形限制及当天卫星信号较弱等外界因素导致多时相点云间的误差。“这就要求航测和数据解算的人员将当次作业数据与上个月的数据进行比对,调整系统误差;但如果是不同航线间点云出现明显分层,导致硬覆盖地面点云厚度(模糊误差)超过了10厘米,或与不同高程控制点之间存在一定的随机误差,则需要重新采集数据。”

尽管新技术和新领域的磨合过程并不算特顺利,但曾宏达说,自合作达成起,不管出现了什么问题,南方的技术团队都能第一时间响应并着手解

决。“目前我们课题组申请的国家重点研发计划《山地生态系统全球变化关键参数近地面立体观测实验体系研发》刚刚启动,通过研究地形因子对森林结构参数遥感反演的影响发现,优化无人机激光雷达数据采集方案十分重要。南方丘陵研究区海拔落差常常达到150米甚至超过200米,高程对点云的数据属性影响很大,如点密度和穿透率均随高程下降而降低。我们现在正在跟陈佳他们探讨新的合作方向,通过重叠率设置、变高飞行等对比实验,优化航线设计方案,降低地形对点云质量的影响,提高山地森林参数定量遥感精度。”曾宏达继续补充道。

激光雷达技术在国内应用还没有形成统一的技术框架,很多行业也还没有形成完整的应用解决方案,但其自带的多种特点为激光雷达技术铺就了足够广阔的发展前景。生态环境保护是一个全世界都共同面对的大课题,不仅需要我们从现在开始保护环境,还需要有可行性较高的、可持续的环境监测方式。多源多时相无人机遥感技术等新兴技术的智能应用未来有望能够实现这一目标,助力生态环境保护。相信经过一次次的升级与蜕变后,激光雷达技术也能够走出一条独属于它的平坦大道。

南方测绘

追忆我的导师

——北斗二号卫星导航系统星座设计者许其凤院士

文 / 丛佃伟

许其凤院士是我国著名的卫星导航定位专家,长期从事卫星大地测量和卫星导航定位领域教学科研工作,1997年,他提出发展我国第二代卫星导航系统(北斗二号)的建议和主要技术途径,是北斗二号卫星导航系统的星座设计者,为发展我国独立自主的卫星导航系统作出了卓越贡献,并于2005年12月当选中国工程院院士。受信息工程大学测绘学院委派,我从那时起便一直担任许院士的秘书工作,后来又攻读了他的博士研究生,也是跟他一个教研室的同事。由于许院士长期独自在郑州工作和生活,除了作为学术助手外,我也兼顾下院士的日常生活,跟院士一块相处和交流的时间便多了起来。

在北斗卫星导航系统完成全球组网之际,2020年7月2日13时55分,许其凤院士因病逝世于北京。当天郑州的中午本来艳阳高照,突然就雷雨交加,下起了暴雨,不免寄托了我们对院士逝世哀痛的心情。许其凤院士是解放军测绘学院大本六班毕业,是测绘学院从东北搬迁到北京后的第一批学员,在学校学习和工作了67年,为国防和教育事业奉献了自己的一生。许院士的弟子们在网上为他建立了专门的纪念网站,展现社会各界、院士好友、单位领导和同事等对他的思念。回想往日点点滴滴,且把我心中对许院士工作和生活的几个侧面记录下来,让文字留存我对他永远的怀念。



许院士与本文作者在一起

生活简朴,科研攻关迎难而上

许其凤院士出生在天津,父亲毕业于南开大学,后来在天津的河北大学任教,应该说许院士从小就生活在相对优越的环境中,但他生活却十分简朴、处事十分低调,衣食住行都不讲究。许院士平时最爱穿军装,自己从不主动添置衣服,便装衣服都是夫人和孩子们购置。吃饭从来不讲究,常常粗茶淡饭就把自己打发了,院士爱吃饺子,出差回来一般都是陪他找个饺子馆就好了。工作以后许院士一直住在学校分配的公寓房里,家里陈设大多都是二十年前的物品,若干个破洞的沙发和过时的小电视机他都不在意,估计也没注意过好不好看、舒不舒服的问题,都习以为常了,按照师母的话说,“跟了老许一辈子,快80了才第一次住上新房子。”

许院士最在乎的应该是他的计算机,在计算机上花钱是从来不计代价的,那是他的“法宝”。许院士也是当时学院最早一批使用计算机进行科研计算和验证的人,他头脑中的大量设想就是通过大量熬夜在计算机上仿真验证出来的,有时需要计算机连续运转好几个小时才能

得到一个初步结果,后来计算机性能的提升显著减少了他等待的时间。时间可是知识分子的命根子,要干的事太多了,能省出来就省出来。在进行星座设计仿真验证最紧张的那段日子里,数不清的方便面和香烟陪伴着他度过了无数个不眠的夜晚。许院士抽了几十年的烟,一天约能抽两包,记得每次他乘火车前和下火车后都要先点上支烟,去机场接他时我们总自觉带上打火机,这样下飞机出来院士就能抽烟了。都说戒烟很难,更何况他这样的老烟枪,但2009年一次住院时,院士突然决定不抽烟了,从此真的再也没抽过一根烟,从这件事情上也看出了院士的毅力和自控力,下决心做的事情就一定能做到。

如何面对科研工作中的瓶颈,是一个科学家必须面对的考验,那么是不是只有迎难而上这一条路?面对这个问题,许院士有自己独到的科研创新思路和小诀窍,并将这种思路非常好地应用到了科研工作当中,最典型的莫过于北斗二号卫星导航系统的星座设计方案了。在进行北斗二号星座设计的时候,主流方案是采用



许院士在计算机前办公



许院士研制的WCX-1卫星测向仪

与美国GPS类似的中轨道高度卫星(MEO)星座设计方案。但我国没有能够监测卫星并对卫星进行定轨的海外监测站,当时短时间内也不能制造出高精度的星载原子钟,国外高精度原子钟又对我国禁运。这两项问题对建卫星导航系统会有什么影响呢?用许院士的话说,如果按照当时的主流方案建设,我国虽然会是第三个拥有卫星导航系统的国家,但建设的系统也将变成“第三流”的。为避开或暂时搁置这两个短时间难以解决的瓶颈问题,许院士在大量仿真验证的情况下,提出了建立符合我国国情的“区域卫星导航系统”设想,避开了两个瓶颈问题,或者说给瓶颈问题的解决留出了至少十年的缓冲期,走出了一条适合我国阶段需求且异于GPS、GLONASS等系统的星座建设方案,我国也成为全球首个采用地球同步轨道卫星(GEO和IGSO)建设卫星导航系统的国家。

2012年12月28日,北斗二号卫星导航系统正式提供运行服务,采用5GEO+5IGSO+4MEO的星座,MEO卫星主要用于下一代卫星导航系统技术验证用,北斗二号星座就是采用许院士的设计方案。许院士的方案与主流方案比较,卫星数减少一半,不仅大大节约了建设经费,而且在导航定位精度和可靠性上还远高于当时的其它方案,为国家节约建设经费数十亿元。“北斗二号卫星工程”在2016年获得了国家科学技术进步奖特等奖,其中非常突出的创新点便是院士提出的这种区域卫星导航系统星座设计方案。后来日本准天顶卫星导航系统(QZSS)和印度区域导航卫星系统(IRNSS)也采用了类似的设计方案,可以说许院士的方案是建立区域卫星导航系统星座设计的杰出方案。许院士这种“避短扬长”的科研思路在其主持的“WCX-1卫星测向仪”“GPS接收机综合检定场”“GNSS快速定位定向仪”和“北斗导航动态定位检定基准”系统研制上均有非常明显的体现,我们把“避短扬

长、独辟蹊径”戏称为“面对困难、迎难而上”之外的又一种优秀科研攻关精神。

原则鲜明,凡事必躬亲

当选院士后,慕名来邀请做项目评审、人才推荐、项目合作的人比原来多了,院士给我定了个死规矩:但凡联系到我们的,材料一律收下,礼物一律拒绝。我印象最深的一次,一个单位来谈项目合作,临走时为表达尊重要送院士一幅画和两盒茶叶,当时我们断然拒绝了,后来送客人到火车站,当时年轻的我没挨住这位客人的反复游说,让我把茶叶一定拿给许院士,当推脱不过的我拿着茶叶到院士面前时,我看到院士明显生气了,那是许院长第一次对我生气,他是一个哪怕自己受委屈也不会轻易发脾气的人,从那之后我对原则问题的把握就非常好了。院士不喜言辞、不善推脱,有时实在难以招架来访客人的推让,在参加某次科技奖项评选前,他还专门让我躲在他办公室的里间里,告诉我如果他推脱不掉没辙的时候让我出来帮他挡掉,那天我从里间出来了几次,只让对方把评奖材料留了下来。

许院士是2015年5月18日在青岛疗养时查出的肺癌,5月27日首次入住北京301医院,此后便开始了长时间住院、短时间出院,长期吃药、定期检查的生活,断断续续住在301医院的时间加起来超过3年,生病5年来有3个春节都是在医院度过的。许院士一直能够以积极和科学的心态去面对疾病,每次面对不同治疗方案选择,他总会选择那个最积极的方案,从最初住院积极要求肺部手术切除肿瘤、选择头部开颅手术,后来在插管情况下也选择积极配合进行放射治疗。

许院士生日是1月5日,2020年生日时他的身体状态就已经很差了,但知道我们要去看他,一大早一定让儿子许毅早早地把他扶到沙发上



1991年许其凤开展GPS控制测量



许院士年轻时出国学术交流时留影

等我们。即使是在弟子们面前,院士也一直尽力呈现最好的状态,那是一名长者的自我要求和期望。许院士作为病人还总是会照顾家人和身边人员的情绪,其实每次大的治疗方案开始前他都是做好了各种准备的,他愿意相信现代医学的能力,也愿意为了只要活着,就要更好、更自由的状态去冒险。

许院士有个习惯,他每次一定要让学生按照他的规则提供项目试验原始数据,然后利用自己编制的程序进行关键技术成效的独立仿真验算,这些工作在住院期间也不曾改变。301医院的主治医生和护士们也多次跟我提过一个场景,打开病房门,院士一个人在病房餐桌上对着电脑在编程,一个科学家的形象跃然于脑海。许院士常说,有些工作如果不是自己亲自算过、试过,不容易得出深刻的体会,他也经常用基层科研一兵自称。许院士的科研思路总能先行一步,北斗卫星导航系统已经进入工程建设阶段,他开始担忧万一哪天大规模战争打起来,现有主要天基、地基导航系统都不能用了该怎么办?住院期间,我给院士送去过《惯性测量系统的理论与应用》

《Fortran 95程序设计》等多本书,送去过按照院士格式要求准备的高精度激光捷联惯导数据,给他的计算机上专门安装过高精度卫星导航系统处理软件Bernese 5.2版本,一起商量过采购摄影测量相机镜头的规格,一起讨论过LED灯的曝光时间及光强度曲线试验效果。每次去医院看他,我也尽量聊会现在卫星导航系统的相关进展,每次只要谈到学术,他就很兴奋,学术就是他的第二生命,为之努力了一辈子。

身体好转期间,在2018年的中国卫星导航学术年会上,许院士作了“新概念导航”的学术报告,阐述了紧急状态下战场时空基准快速传递的思路和仿真结果,那些成果都是他在医院里思考和仿真出来的。许院士知道时间紧迫,北斗卫星导航系统副总设计师杨元喜院士和中国卫星导航系统管理办公室冉承其主任也专门赶到会场,他们均感到院士的这个思路对国家综合PNT建设非常意义。许院士的弟子们有时候也骄傲地跟同行们说,我们的导师80高龄还能自己编程搞科研,科研同行都是深深的敬佩与赞叹。



许院士图书馆查阅资料

关心后辈，一生踏实做科研

许院士是在69岁的时候学习开车并顺利拿到了驾照，按照规定，70岁以上老人需每年提交一次身体健康证明。有段时间由于工作繁忙错过了提交身体健康证明的时间，许院士的驾照过期了，记得当时他很着急，年龄大了自己开车能少麻烦子女。许院士有严重的肺气肿，2012年以后走路和上坡会喘得厉害，生病前几年出差，为了避免乘火车出站进站的上上下下，哪怕是去北京，都选择坐飞机去，就是因为上坡时喘得太厉害。记得当时他跟我说，袁隆平院士年龄大了还能自己开车，我也要自己开，那样更自由，省得麻烦别人。后来我们通过积极申请与复核，驾照恢复了，他很开心。之后每年我都会按时陪着院士去郑州市交警支队第三大队进行驾照年

审，即使在2015年确诊肺癌后也没有间断过。我最后一次陪他去体检是在2018年9月，当时他出院回到厦门不久，专程从厦门赶回郑州参加学院的党代会，中间有2天的空闲时间，我随口提醒了句：“今年还去驾照年审吗？”许院士说：“去，我回头还要买辆小汽车自己开呢。”第二天我与许毅一起陪许院士去提交了健康证明，那年他已经82岁。再后来，由于癌细胞转移到头部，经历了开颅手术、急性心梗等紧急情况，许院士躺在病床上度过了大半年的时光，虽然病情好转后出过一次院，但我跟许毅商量好，再也不提驾照的事了。

由于许院士在北斗卫星导航领域作出的突出贡献，2018年9月中国卫星导航定位协会授予其“卫星导航定位终身成就奖”；2019年5月，中

国卫星导航年会科学委员会授予其“北斗奖”；2019年10月，中国测绘学会授予其“测绘地理信息杰出成就奖”。当中国卫星导航年会组委会要给予其颁发10万元奖金时，许院士多次让我跟组织汇报，他说北斗卫星导航系统星座设计工作是大家一起完成的，这奖金一定要上交给组织。我当时两次找院校领导表达许院士的想法，都被拒绝了，说这笔奖金实实在在属于许院士个人，并表达了学院对院士的关心。许院士70岁和80岁时，单位想按惯例组织个学术思想研讨会，测绘同行们聚在一起，总结和回顾院士的学术生涯和学术思想，被许院士坚定拒绝。

我跟随了许院士十五年。前面五年我还在当教学参谋，保障多，协助科研少；中间五年扎扎实实跟着院士一起做学问、搞研究；后面五年基本上是照顾他并在他的授权下负责几个科研课题研究。许院士在做课时，愿意放手让我们挑担子，记得当时做“北斗导航动态定位检定基准”的北斗大系统专项课题，主要任务就全交给了我跟他的博士生董明，经历了这样的锻炼，我们的收获和体会也比较多，逐步成长为单位的科研骨干。

因为跟许院士认识的时间长，两个家庭走得也比较近，他也比较关心我的家庭。记忆最深刻的是2020年1月13日，我去医院看望许院士，当时他已经不能清晰地说话，肢体活动也受到很大限制。当时许院士努力地表达，我以为有重要的事情要交待，看到他在纸上写下的“老阎”“阎先生”，我才明白院士自己病重至此还在关心我的家人。当时我父亲和岳父都生病，我是几个地方来回跑，许毅将这一情况告诉了许院士，他就很关心，我跟他说家里一切都好，院士写了个“好”。由于疫情原因，春节过后无法去医院再去探望，这是我最后一次见到许院士，他写的这几个字也是对我永远的关爱，我将好好保存。

许院士在最后几年讲课时，经常引用习主

席在院士大会上的一句话：不能总用别人的昨天来装扮自己的明天！做学问、做事业要能够实实在在地创新，而不要总走引进、消化、吸收的老路，更不能只是造新名词、搞假创新！

《空间大地测量学-卫星导航与精密定位》是许院士2001年出版的专著，是“九五国家级重点教材”，里面有很多他对卫星导航系统建设的深刻思考，应测绘出版社的邀请，许院士生前已决定要重新出版这本专著。由于当时书稿的电子稿已丢失，测绘出版社和我在这两年里完成了文字录入和编辑校对工作，专著今年将正式出版，也是我们表达怀念的一种方式。

许院士一生执着钻研、只为真理、奉献科学的精神，永远值得我们后辈去怀念、去尊敬；许院士脚踏实地、亲力亲为、淡泊名利的高尚品格，永远值得我们后辈去践行、去追崇。

【作者简介】

丛佃伟，任职于战略支援部队航天工程大学

SOUTH

创享 极点 云帆

南方RTK 开机秒固定

BDS	B1I B3I B1C B2a B2b
GPS	L1C L2W L5Q
GLONASS	G1C G2P
Galileo	E1C E5a E5b
QZSS	L1C L2S L5Q

*橙色部分为新增的卫星及频段/信号



SOUTH

1+X 职业技能 等级证书

2020 年，南方测绘获批《测绘地理信息数据获取与处理》与《测绘地理信息智能应用》两项职业技能等级证书，基本情况如下：

- 《测绘地理信息数据获取与处理》证书分为初级、中级、高级三个等级，重点考评测量装备操作熟练度、内业处理软件掌握度。
- 《测绘地理信息智能应用》证书按照建筑物监测、土方量计算、自然资源普查等九大应用领域，分为初级、中级、高级三个等级，重点考评测绘工程（应用）项目实施能力、内外业一体化掌握水平。

职业技能等级证书样式



南方测绘积极联合测绘行业相关中职、高职及应用型本科院校推动 1+X 证书制度试点工作，同时诚邀行业各单位参与证书的优化与推广，为测绘职业教育“赋能提质”。



SOUTH



南方无人机航测 内外业一体化云平台



- 中远距离 精准高效
- 精准定位 把控分毫
- 模块设计 快速部署
- 真实色彩 瞬间还原
- 多目标探测 秋毫可辨
- 专业软件 专业表现

六组智能锂电池协同工作, 一键开关机、智能电量返航、80 m毫米波雷达避障, 200 m实时仿地飞行, 续航时间70 min@1 kg载荷/50 min@5 kg载荷, 拥有超高作业效率。

- 中远距离 精准高效
- 多传感器 高度集成
- 小巧轻便 一手掌握
- 高清屏幕 一触即连
- 真实色彩 瞬间还原
- 专业软件 专业表现

测绘地理信息、交通路网管理、
林业调查规划、灾害应急、电力行业等



云系统

全系装备

领先技术

一体化平台

实战经验

星级服务



SOUTH

NTS-591/592

国产智能化高精度测量机器人



高速马达



ATR+超级搜索



1"高精度



智能系统



IP65防护



——南方智造 精测四方——



SOUTH

新型基础测绘综合解决方案

—— 更全面 更智能 为高效而生 ——



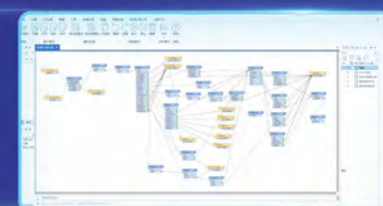
新型基础测绘标准体系



地理实体智能化生产



全空间模型构建



存量数据升级改造



新型基础测绘服务平台

