

SOUTH

品牌焕色 全新而至

国产替代 自主可控 南方品牌 焕色升级



© 2024



广州南方测绘科技股份有限公司

总部地址：广州市天河智慧城思成路39号南方测绘地理信息产业园
电话：020-23380888 邮编：510663

销	广州(020)85628528	北京(010)63986394	上海(021)34160660	天津(022)24322160	沈阳(024)24811088	重庆(023)63890302
售	长春(0431)85054848	哈尔滨(0451)87971801	太原(0351)2112099	呼和浩特(0471)2208528	济南(0531)67875111	郑州(0371)58636011
网	南京(025)58599015	杭州(0571)88061065	合肥(0551)65188061	福州(0591)87300986	武汉(027)87738359	南昌(0791)83889995
点	长沙(0731)84467289	成都(028)83332105	昆明(0871)64150389	贵阳(0851)86820411	西安(029)85418542	南宁(0771)5701113
	兰州(0931)8811761	乌鲁木齐(0991)8808507	石家庄(0311)85687894	银川(0951)6012794	海口(0898)65220208	

400-7000-700
www.southsurvey.com

南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

2024年 总第125期

南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

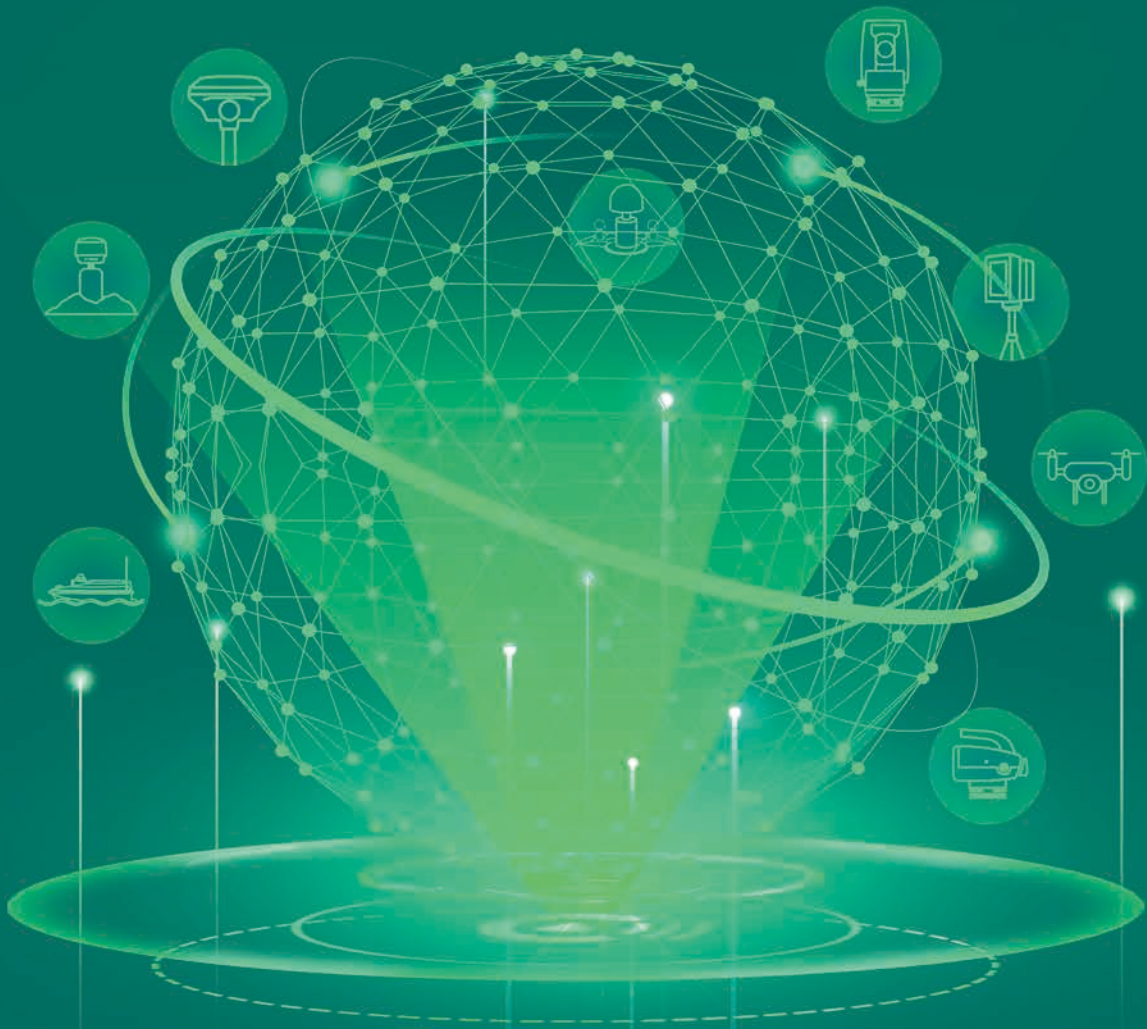
南方视角 经纬情怀

SOUTH

· 季刊总第125期 · 2024年12月出版

智能化测绘技术装备 自主可控与规模化应用

更高精度、更加可靠、更能融合的新兴和高端智能测绘装备的国产化和规模化应用，是实现测绘技术价值跃升和整个行业转型升级的重要方向和着力点。



视角：
大国重器之匠心：测量工匠的创新与实践 P46

热点：
测古建激光显法，绘楼塔点云赋能 P52

全面国产 高端替代

南方测绘全系高端智能测绘装备实现全面国产、自主可控，支持DBD高精度定位服务



NT05

国产高精度超声波马达全站仪
中国第一台超声波马达全站仪



NT10(0.5'')

高精度测量机器人
国产全站仪“桂冠”之作



NTS-562

工程型智能全站仪
开启工程全站仪智能化时代



SA130

轻小型机载激光雷达
助力激光航测智能化



SPL-1500

地面站三维激光扫描装备系统
国产替代 服务实景三维、数字孪生



RobotSLAM

手持三维激光扫描仪
轻小型、高精度、测绘级SLAM扫描机器人



创享V2

实景双摄RTK
开启RTK AI时代



MR3

一体化北斗位移栈
高度集成、智能感知



SU20

多波束智能无人船测量系统
实现水下地形三维扫描



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底

测绘装备深度国产化迈入快车道

文 / 缪小林

我国测绘装备的国产化一直在突破和创新，形成了很好的技术积累和规模化产业价值，在智能化测绘时代，智能、融合、泛在化的测绘装备研制与技术体系构建是当前测绘地理信息领域科技创新的关键与核心。更高精度、更加可靠、更能融合的新兴和高端智能测绘装备的国产化和规模化应用，是实现测绘技术价值跃升和整个行业转型升级的重要方向和着力点。

近年来，随着测绘地理信息技术与人工智能、大数据、5G/6G等新一代信息技术的深度融合，测绘数据的获取方式、处理技术和产品提供形态已经发生了深刻变革，测绘装备已不单纯是一个空间点位获取的工具，多形态、多方式、多源信息融合成为发展方向。

如今，智能化测绘技术推动测绘地理信息数据获取、处理与服务的技术升级，从传统测量仪器的几何信息获取拓展到泛在智能传感器支撑的动态感知。智能化测绘新需求驱动测绘装备不断朝着技术高度融合、软硬件高度集成、设备高度自动化、数据生产即时化等特征为主的高端智能测绘装备新时代迈进。

从测绘地理信息数据获取技术和服务应用产业发展趋势看，目前我国高端智能测绘装备国产化的重点聚焦在无人智能测量技术、三维激光扫描技术、航空摄影测绘技术、北斗高精度定位系统及技术等方面的创新，提升全天候、全天时、高精度、一体化地理信息数据获取能力，同时加强物联网、大数据、人工智能等技术的融合应用，不断丰富地理信息数据获取手段。

高端测绘装备的国产化是当前的热点话题，也是政府主管部门关注并在政策上予以支持的重点。现在有一个量化的指标，叫“国产化率”，目前来说，一般达到95%及以上的国产化率就可被认为是实现了国产化，这里面的核心指标包括核心关键技术、关键元器件、算法及软件系统，当然还有更多的细节化的国产化认定标准和要求。国产化与自控可控密切相关，可以说，可持续的深度的国产化就是自主可控的国产化。

从工程化、产品化和使用端来说，真正的国产化，不仅要解决“有”的问题，还要解决“好”的问题，稳定可靠，便捷好用，好的使用体验也是

衡量国产化水平的重要指标。

目前,我国高端智能测绘装备部分产品已经在研发层面实现突破,且技术指标接近或达到世界先进水平,并开始在国内市场进行规模化推广,但总体而言,在高端智能装备层面,我国仍处于规模化应用和全面国产化替代的初级阶段。

在高端测绘装备国产化方面,发展水平不一。国产测绘无人机以其完全自主知识产权,在性能、精度和应用范围方面已经远超进口产品,不仅完全满足国内需求,而且大量出口国际市场。

国产机器人全站仪和三维激光扫描仪也取得长足进步,但由于其光学、机械和电子系统精密复杂,受一些关键元器件和技术的制约,国产品牌与国际知名品牌还存在一定差距,国家重大工程建设和高精度测绘需求还主要依赖进口产品。

究其原因,由于高端测绘装备的技术复杂性,研制工作周期长,需要人才、资金、时间和精力等多方面的投入。研制过程中,技术路线选择正确与否,关键技术能否突破,生产工艺能否满足,器件配件是否达标,供应链是否可持续等,都存在一定的不确定性。另外,产品的市场推广得到用户认可,也是一项艰巨的任务。

回顾我国测绘装备发展进程,每一时代的新产品,都是首先由进口品牌打开应用市场,然后才有国内企业跟进,促进装备的国产化和应用的普及化。

目前,高端测绘装备的国产化也处在这个过程中。相信不用太长时间,在高端测绘装备领域,国产品牌与国外品牌的差距将进一步缩小,并且依靠高性价比、操作维修方便、市场服务周到等优势替代进口产品。



共融共享智能化测绘生态——教育

文/袁小荣

近日,“南方测绘创新奖学金”在武汉大学评出,这是南方测绘面向武汉大学测绘地理信息相关院系专设的博士研究生奖学金。

“南方测绘创新奖学金”覆盖武汉大学信息学部测绘遥感信息工程国家重点实验室、测绘学院、遥感信息工程学院、资源与环境科学学院在读博士研究生,主要奖励在科研攻关、科技创新方面取得显著成果的学生,每学年度评选不超过10名。

今天,就让我们通过创新奖学金的评选,看看近期高校学生在科技创新方面的思考和构建:

在投票评出的10名博士生中,其中男生5人,女生5人,专业覆盖摄影测量与遥感、地图制图学与地理信息工程、资源与环境、土地资源管理、大地测量学与测量工程等,其中7人在SCI期刊以第一作者身份共计发表论文8篇,多名学生曾荣获中国大学生创业计划竞赛、中国研究生数学建模竞赛相关奖项,多名学生在专利发明中取得成果,多名学生在遥感领域重

要会议口头汇报中获得佳绩……

武汉大学是测绘地理信息的教育高地,“南方测绘创新奖学金”的设立,正是希望通过校企合作,在深度科学研究、技术创新、成果转化、测绘教育等领域进行增强,充分发挥校企优势,同频共振,共创共赢。

“把论文写在祖国的大地上”,既是对高素质综合型人才从实践中来,到实践中去的呼吁,也是做好学问为人民的美好生活服务的情操,更是要勇于创新 and 突破,推进国家科技自立自强的使命要求。

南方测绘愿与全国高校同行一起,建设产教融合共同体,面向测绘地理信息领域急需的高素质技术技能人才,打造全行业贯通、跨区域统筹、多主体协同的枢纽型平台,全方位整合产教资源,构建产教供需对接机制,联合开展人才培养,协同开展技术攻关和创新,共同开发教学资源、实践能力项目和教学装备,实现政行企校有效衔接,提升社会服务能力,支撑行业发展。



总 编: 缪小林

主 编: 袁小荣

执行主编: 姜 丹

责任编辑: 洪智超

关晓晴

韦彩云

美术编辑: 欧阳佳

网络运营: 蔡奕霖

封面设计: 杨迎江

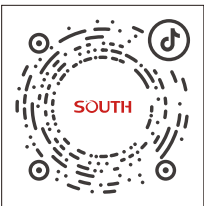
南方测绘官方网站:

<http://www.southsurvey.com>

官方微信



官方抖音



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



P14 | Topic
主题策划

智能化测绘技术装备自主可控与规模化应用

- 16 / 宋超智:大力推动智能化测绘技术装备体系的构建势在必行
- 18 / 刘先林:新一代空天(地)融合遥感制作空间智能基础
- 22 / 陈锐志:城市大型室内空间音视频一体化安全感知与精准定位系统
- 26 / 燕琴:AI引导的遥感监测作业模式与平台
- 31 / 张文晖:时空信息智能化质检技术、装备创新与应用实践
- 36 / 赵齐乐:北斗天地一体化高精度增强服务系统发展前景可期
- 41 / 文述生:以自主高端研发促智能化测绘装备产业化发展



Preface 卷首语

- 1 / 测绘装备深度国产化迈入快车道

Points 编者的话

- 3 / 共融共享智能化测绘生态——教育

South 观察

- 6 / 观察

Vision 视角

- 46 / 大国重器之匠心：测量工匠的创新与实践
——“测绘大讲堂”第五期沙龙记录

HOTSPOT 热点

- 52 / 测古建激光显法, 绘楼塔点云赋能
——从《黑神话·悟空》看三维激光技术在历史建筑数字化建档的应用

Witness 现场

- 56 / 聚焦比赛季

Read 阅读

- 63 / 考研不香了, 背后的缘由有哪些?
- 66 / 青藏高原测图会战及其启示
- 70 / 我的大学——读同济大学工程测量函授的回忆

聚焦 >>

品牌焕色 全新而至 南方新品牌色首次亮相 中国测绘地理信息技术装备博览会



2024中国测绘地理信息科学技术年会暨中国测绘地理信息技术装备博览会在郑州举办。坚持大地信2.0战略，南方测绘转型升级进入新阶段，在高端测绘装备国产化方面取得了显著的成绩。顺应测绘装备国产化需求，南方测绘重新梳理产品矩阵，全站仪、三维激光、RTK等系列产品采用了绿色全新配色。本次博览会，正是南方测绘全新品牌配色的首次亮相。

现场，集团最新技术装备及时空信息应

用多行业解决方案吸引了众多行业领导、专家、同仁，以及央视、地方台等媒体的关注。其中，首次亮相的国内首台超声波马达全站仪NT05成为全场的焦点。

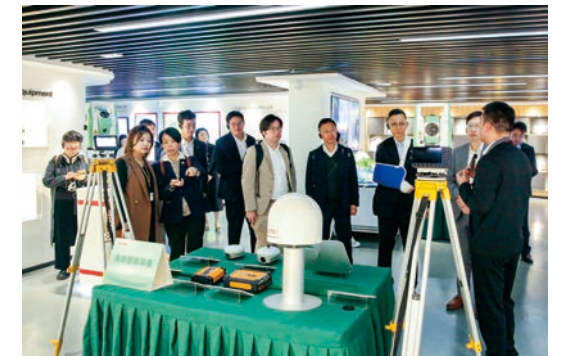
自然资源部副部长刘国洪在参观南方自主研发的国产第一台超声波马达全站仪、无人机及架站式三维激光等高端装备后，对南方测绘在高端测绘装备国产化方面取得的成就表示赞赏，期待南方测绘在高端测绘装备研发上加大投入，不断填补国内空白。

粤港澳大湾区专家团到访南方测绘 调研国产智能测绘装备情况

广东省国土资源测绘院院长刘小丁、香港测量师学会义务秘书徐开源、澳门特别行政区政府地图绘制暨地籍局处长黄健谦等二十余位领导专家莅临南方测绘总部，考察并调研国产智能测绘装备发展情况。

粤港澳大湾区专家团重点了解了机载激光雷达、测绘无人机、高精度超声波马达全站仪、室内外一体化导航定位终端、城市地下管线探测仪、轨道交通系列装备等智能化数据采集获取设备和成熟应用解决方案，并与技术人员交流了解相关装备和方案的应用场景与市场应用程度。其中，专家团对南方自研北斗高精度产品以及室内外一体化位置服务解决方案颇为关注。

本次参观交流发挥了粤港澳大湾区的地域优势，



增进了现阶段国产高端智能化测绘装备研发与应用成果的了解，共同寻求多方在测绘装备、地理信息、项目应用方面的契合点。

2024中国地理信息产业大会，五项大奖花落南方

2024中国地理信息产业大会在昆明举行。这场汇聚了新思想、新视角、新成果、新技术的行业盛会群英荟萃，共话数字激变之下的新质生产力，共探地理信息产业的无限活力。

南方测绘集团旗下南方智能亮相大会，带来“全空间数据采集”“实景三维中国”“优化治水生态”“城市有机更新”四大展区，成为备受瞩目的焦点，展位人流不断，实力出圈。展会期间，南方测绘集团创始人、董事长马超受邀出席大会企业家论坛，发表了“聚力高端装备发展，驱动高质量转型升级”的主题报告。

本次大会表彰了多项重磅大奖，南方测绘荣誉满载，不仅获得了“2024地理信息产业百强企业”荣誉称号，参与建设的“5G室内定位核心技术与应用”项目更



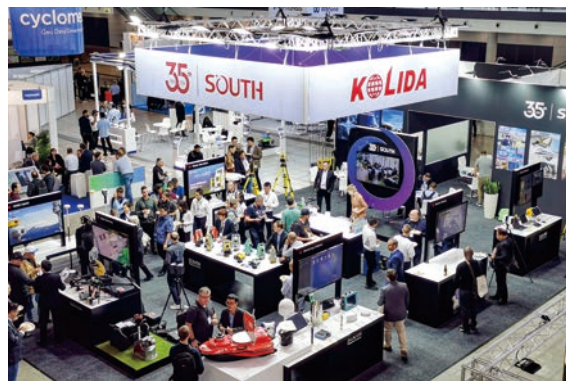
荣获2024地理信息科技进步奖特等奖，“行业引领的测绘地理信息职业教育人才培养体系建设与实践”与“智慧测绘数字化管理平台”项目荣获二等奖，“江苏省内河船舶导航便民服务”项目荣获优秀工程银奖。

南方测绘亮相INTERGEO 2024, 多个领域产品成果显著

第30届德国国际大地测量学和地球信息技术展(INTERGEO 2024)在德国斯图加特开启。南方测绘用众多的高端装备+行业解决方案, 将中国装备和方案的创新力带上国际舞台。

展位上, 南方测绘举办了35周年庆典和新产品发布会, 全站RTK ALPS1和SLAM RTK DotLas一亮相, 便受到参观者广泛的关注与赞赏, 大家近距离观摩和体验新品, 南方测绘技术人员详细演示产品功能, 帮助大家深入了解产品性能与功能特点, 并获取相关反馈。为更好地展示产品优势与技术能力, 南方测绘在展会前举行了经销商大会, 增进合作伙伴对南方最新产品和技术地了解, 增强合作关系, 发掘更多的发展机遇。

自2003年跨出国门, 南方测绘一直在国际市场精耕细作。2024年正值南方测绘立业35周年, 测绘产品更是异彩纷



呈, SOUTH展位展陈大地信2.0转型升级的丰硕成果, 与来自世界各地的行业专家、技术创新者以及全球合作伙伴, 一起探讨行业前沿技术与发展趋势, 一起开展市场新合作。南方测绘

首届联合国地信周开幕, 南方测绘亮相引关注

首届联合国地信周在浙江德清开幕。活动以“地理空间智慧造福世界”为主题, 聚焦地理空间信息应用场景创新交流研讨。地信周活动为期4天, 重点围绕联合国综合地理信息空间框架建设, 举办数字孪生和智慧城市、智慧农业和粮食安全、自然资源调查与国土空间治理、清洁能源与绿色发展、气候变化应对与防灾减灾、地理建模和地理空间智能6个专题论坛。全球地理空间知识领导力国际研讨会、地理信息创新及应用展同期举办。

本届地信周由联合国全球地理信息知识与创新中心主办, 德清县人民政府、莫干山地信实验室协办。来自联合国有关机构、中国有关部委单位, 以及美国、加拿大、巴西、英国、芬兰、奥地利、澳大利亚、印度、沙特阿拉伯、南非、坦桑尼亚等40多个国家和地区相关机构的代表700多人参加。

作为中国地理空间行业的领军企业, 南方测绘集团作



为集中参展商参加了此次活动, 展示了激光雷达、机器人全站仪、RTK、虚拟仿真教学系统等众多产品和解决方案。联合国助理秘书长纳维德·哈利夫、联合国全球地理信息知识与创新中心主任李朋德等领导莅临展台了解相关技术, 南方测绘展台产品和技术吸引了多国代表前来观摩和体验。南方测绘

第八届全国激光雷达大会, “南方测绘激光之夜”受瞩目

第八届全国激光雷达大会在桂林理工大学举办, 本次会议针对激光雷达的基本理论、硬件系统研制、数据获取与处理、软件开发、行业应用等热点问题进行交流, 探讨了激光雷达领域的关键技术问题和最新研究方向。

南方测绘携系列激光产品亮相大会。从手持、架站式到多平台、无人机载, 南方测绘系列产品不仅在精度、稳定性上达到了国际先进水平, 更在成本控制和定制化服务上展现出了独特的竞争优势, 为激光雷达在国内市场的普及应用奠定了坚实的基础。

激光雷达市场的繁荣, 离不开广泛的行业应用与产业融合, 紧跟这一趋势, 南方测绘也在自然资源、电力、水利、交通、教育、安监等领域实现项目应用落地。会议期间, 南方测绘受邀作《激光点云虚实融合技术赋能测绘地理信息+人才高质量培养》报告分享, 与行业同仁共同探索激光产品在各行各业的更多可能。



未来, 南方测绘仍将持续推进技术创新与产业升级, 期待与更多高校、研究机构、合作伙伴深入交流, 相互促进, 用更智能的产品、更优质的方案、更广泛的服务, 推动激光雷达在各行各业更大范围的普及应用。南方测绘

南方测绘亮相多行业展会, 深入细分领域

2024年下半年来, 为实现多行业的业务开拓, 南方测绘陆续参展中国水博会、中国国际应急装备技术博览会、水利科技与生态建设博览会、国际智能建造产业博览会、民航数字技术及智能装备展、中国住博会、粤港澳大湾区(广州)智慧交通产业博览会、中国(武汉)国际管网展览会等多行业展会。得益于国产化替代优势以及核心技术自研成果, 南方测绘继续深入各行业细分领域, 寻求生态共建。

迈入大地信2.0, 南方测绘已实现系列高端测绘装备的国产化和初步产业化, 产品业务涵盖光电测绘装备、高精度卫星导航定位、激光雷达测量系统、无人机航测、海洋测绘、精密监测及精准位置服务、遥感数据服务、数据工程、GIS平台软件系统及智慧城市应用等。

为激发产品矩阵最大效能, 依托不同垂直细分领域的展会参与经验, 南方测绘洞察当下新业务发展格局, 着力布



局多行业应用, 推出全流程、场景化、高服务的产品集成方案, 解决方案涵盖自然资源、水利、矿山应急、交通四大基础行业, 以及地震、气象、航道、住建等新兴领域, 以精准满足工程需要, 输出核心技术服务行业应用。南方测绘

“摩羯”之下，南方智能驰援澄迈县防御抢险工作

2024年9月，第11号台风“摩羯”以超强台风级别在海南文昌市登陆，海南多地电力中断、城镇内涝、交通受阻、房屋损毁。位于台风正面袭击路径上的海南省澄迈县，受12级风圈影响达5个小时，全县过程累计最大降雨量347毫米，最大风力17级以上。

为应对“摩羯”的到来，南方测绘集团旗下南方智能澄迈智慧水务项目组主动请缨，协助澄迈水务局临时指挥中心实时监测水利设施运行情况，防止重大水灾风险的发生。

台风过境后，项目组借助澄迈县南部片区城乡供水一体化智慧水务工程项目成果——“水务一张图”，生成水务设施隐患清单，制定隐患排查计划，协助澄迈县水务局对全县54个水库开展现场巡查，水位勘查，确保水库安全。其中，项目的流域防洪“四预”系统可生成流域态势一张图、进行洪涝模拟推演，在此次澄迈县防御抢险工作中发挥了关键作用。



依靠“水务一张图”相关信息，南方项目组完成了检查水库水位及溢洪道溢洪、堵塞情况，检查水电站泄洪情况，检查水电站灾后运行情况，及时防御水库溃坝、溢洪等次生灾害的工作。

南方测绘

合作 >>

南方测绘与清华珠三角研究院产业互联网研究中心签订战略合作协议 探索超视觉感知新应用

清华珠三角研究院产业互联网研究中心主任、研究院产业化公司总经理陈雁群一行到访南方测绘总部，南方测绘集团创始人、董事长马超等接待来宾一行，双方就超视觉感知、装备场景AI化、工程大基建等方面进行交流并签订战略合作协议。

南方测绘在行业产品、方案、市场等方面有着一定的影响力和生命力。清华珠三角研究院产业互联网研究中心在不可视结构领域有着深厚的技术实力和拔尖的创新能力，双方的合作将迎来全新的市场机遇，带动相关技术的创新、行业的应用，为用户提供更加全面、高效、便捷的解决方案。

座谈会后，马超和陈雁群作为双方代表签订《超感知+工程健康智慧检测战略合作协议》，约定充分发挥双方科技、智力、人才优势，通过建立长期协作、共同研究，建立互



动、互补、互助型的合作关系，共同推动我国工程建设及运营的高质量发展。围绕新质生产力提升及高质量发展，共同打造工程建设与运营的安全预警监测、检测、试验生态圈，共同探索基于超感知智能传感器的相关产品及技术在基建场景下的检测、监测业务应用及示范。

南方测绘

南方测绘成工软信创实验室首批成员单位 关键技术自主化

广东省工业软件创新中心信创实验室成立仪式举行，工信部电子五所、广东省工业软件创新中心、麒麟软件、南方测绘等作为工软信创实验室首批成员单位企业代表上台见证启动仪式。

工软信创实验室以加快我国工业软件关键共性技术的突破为核心使命，面向工业企业的数字化转型升级及应用需求，加强国家信创标准牵引力，为政企用户、生态厂商提供工业软件适配验证及测试等公共服务，出具测试指导意见并颁发联合认证证书；加速工软信创生态圈构建，针对工软行业应用迁移卡点，为生态厂商提供专业的迁移工具、技术服务，加速行业应用迁移；针对装备制造、工程建设等典型场景的需求输入，联合上下游生态打造行业解决方案；基于实验室产学研协同创新模式，服务信创人才培养和认证。

作为工软信创实验室首批成员单位企业代表，南



方测绘高度重视信创产业发展，不断加大信创产品研发投入，逐步实现信创产品国产替代，将以SouthMap、SmartGIS等拳头产品作为有力支撑，从数据采集、编辑、成图到质检等为广大用户提供一整套测绘数据生产解决方案。

南方测绘

南方测绘参加新疆生产建设兵团地震应急救援演练

新疆生产建设兵团抗震救灾指挥部举行“兵团卫士—2024”地震应急救援综合演练活动。南方测绘应兵团号召，调遣总部、各产品线事业部、新疆分公司专业人员，迅速组建团队，携带一系列监测预警、灾害应急、救援支持等专业技术装备，支援综合演练活动。

本次演练模拟伊犁州伊宁市境内发生7.1级地震，造成部分人员受伤，震区建筑倒塌损毁严重，多道路、桥梁严重受损，露天矿边坡垮塌，水库坝体受损，城市内涝等次生灾害。演练围绕灾情研判快报、先期处置、现场指挥系统运行、应急通信体系构建、应急力量投送与调派、各方力量协同救援等内容共32个科目，以上演练动作实时同步进行。

南方测绘团队出动自主研发四旋翼无人机SF1200搭载五镜头相机，对倒塌建筑、塌方体等重点区域进行快速扫描，并结合瞰景一体机将受灾地区影像



和建模数据实时发送至救灾指挥部，实现了飞行采集、影像传输和三维建模同时进行，五分钟内快速生成三维模型，为指挥部及时提供精准受灾数据。

近年来，南方测绘多次在自然灾害等突发事件中快速响应，提供高时效、高精度、全方位的测绘技术保障，为应急决策、救援指挥、灾害评估提供支持。

南方测绘

南方测绘与四川天一学院合作共建智能测绘产业学院成立

南方测绘与四川天一学院合作共建的智能测绘产业学院成立暨揭牌仪式举行。

四川天一学院智能测绘产业学院的成立,为培养高素质智能测绘人才搭建了坚实的平台,学校能够更好地整合企业优质资源,将实践教学与理论教学深度融合,为学生提供更广阔的发展空间和更优质的学习机会。同时,产业学院的成立也将推动学校的专业建设和教学改革,提升学校的整体办学水平和社会影响力。

智能测绘产业学院作为校企合作的重要载体,将充分发挥双方在人才、技术、资源等方面的优势,南方测绘集团将围绕测绘地理信息产业链,在四川天一学院投入价值近



1200万元的新型测绘地理信息装备,并展开专业建设、课程开发、实践教学、师资培训等方面的系列合作,为学生提供更加贴近市场需求的教育资源和实践机会。

成果 >>

南方创享V2获2024年测绘地理信息自主创新产品认定

中国测绘学会2024年测绘地理信息自主创新产品认定结果正式对外公示,南方测绘创享V2通过专家评审,被认定为测绘地理信息自主创新产品,是唯一被认定上榜的硬件类产品。

创享V2作为南方测绘新一代的旗舰RTK,融合了多种技术,利用先进的全域秒固定技术、摄影测量技术、智云AI算法等,不断提升RTK更智能化、更高效化的作业体验,

让智能随心而动,跟着用户的需求而迭代。

从RTK到CORS、无人船、无人机等,南方测绘依托高精度定位装备的独特优势,全面拓展地理信息应用,深化产品应用,将北斗融合到多项技术中,大力开展高精度卫星导航定位测量系统与应用、基于高精度位置服务的系统集成与行业应用、基于精密测量技术的应用系统等。经过多年发展,北斗应用遍布国内、登顶珠峰、走向海外。

南方测绘多款实景三维软件产品通过官方测评

为推进地理信息产业高质量发展,助力数字中国建设,为相关行业或重大工程提供成熟、合格的地理信息软件产品,根据市场、用户、相关部门、行业的需求,中国地理信息产业协会开展了地理信息相关软件测评工作,结果于近期公示。南方测绘多款自主研发的核心软件产品,涵盖测评七大类,经现场测评和专家组集体审定等环节,均通过测评!

南方测绘本次测评通过产品涵盖Mesh三维模型数据生产、二三维基础地理实体数据采集生产、数据可视化与分析应用、数据管理、轻量化处理、通用地理信息数据检查等七大类。软件应用覆盖实景三维数据“生产、处理、质检、管理、应用”等环节,可提供一站式、全流程、多层次、可定制的软件平台方案。

塔吉克斯坦鲁班工坊师生取得南方测绘1+X职业技能等级证书

为期1月的塔吉克斯坦鲁班工坊(以下简称“塔工坊”)2024年师资培训结业仪式在天津城市建设管理职业技术学院举行。为期近一个月的师资培训画上了一个圆满的句点。此次培训进一步助推了“塔工坊”高质量运营,有效深化了中塔两国在职业教育领域的交流与合作。

本次培训,中塔两校还组织了技术“比武”和1+X技能考核,检验培训成果。技能“比武”使用了南方测绘生产的测量仪器。塔方教师表示:经过本次师资培训,塔校师生在测绘仪器和软件的使用方面得到了显著提升,对测绘技能的理解和运用更加透彻。他希望在今后的教学中,把所学知识和技能传授给学生,培养塔校测绘学生的实践能力和创新思维。



考核项目为南方测绘“1+X测绘地理信息数据获取与处理”中级职业技能等级考试,是该证书的首次中俄双语同考。“塔工坊”21位师生顺利通过考试,成功取得“1+X测绘地理信息数据获取与处理”职业技能等级证书,实现了1+X证书国际化认定新突破。

南方测绘北斗高精度电子裁判系统助力首届津冀港口职业技能大赛

由天津港(集团)有限公司工会委员会与河北港口集团有限公司工会委员会共同主办的“首届津冀港口职业技能大赛”——门机司机技能竞赛正式开赛。竞赛采用南方测绘北斗高精度电子裁判系统,实现门机大赛全程自动化评判,得到了天津港及河北港口集团领导的一致认可。

为求此次比赛更客观公正、结果更自动准确,主办方依照竞赛标准按现行的国家职业技能标准中的三级/高级工技能水平命题,分设理论知识考试和实际操作技能两部分;并在实际操作技能环节采用南方测绘北斗高精度电子裁判系统。现场,由各2名裁判协助南方测绘北斗高精度电子裁判执裁。

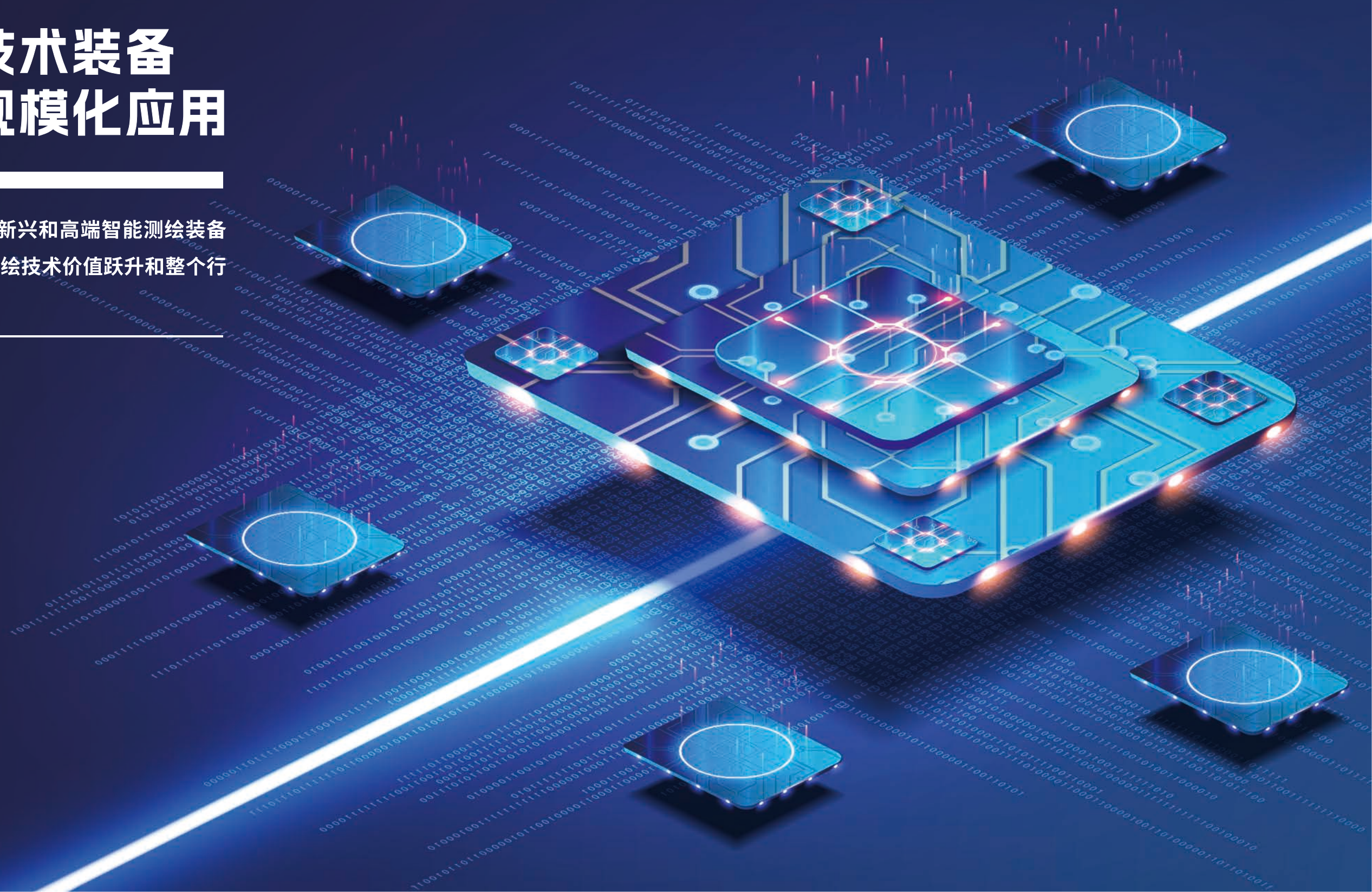
此套北斗高精度电子裁判系统由南方测绘技术团队根据港口职业竞赛自身特点和比赛内容量身打造,自2018年起陆续在天津港、唐山港等相关竞赛中被采用,多次助力比赛顺利进行。



系统在精准记录轨迹的同时,实现了出界评判,蛇形绕桩和定位打靶等环节的结果可视化与全自动化评判,简化了场地布设难度,降低了系统建设成本,减少了人为主观评判,使赛程更科学人性,赛果更公平公正,系统也得到了港口系统用户的高度认可。

智能化测绘技术装备 自主可控与规模化应用

更高精度、更加可靠、更能融合的新兴和高端智能测绘装备的国产化和规模化应用,是实现测绘技术价值跃升和整个行业转型升级的重要方向和着力点。



宋超智：

大力推动智能化测绘技术装备体系的构建势在必行

文/本刊编辑部综合整理

测绘地理信息领域的科技创新，正在以前所未有的速度推动行业的变革和发展。作为从模拟测绘时代走到数字化、信息化，下一步向智能化测绘时代转型的见证人，我自己有一个非常重要的体会，测绘行业如今的发展源于装备技术能力的提高，装备决定能力，比如卫星导航定位系统取代过去常规的大地数据处理中心，也取代了之前很多地面使用的装备。

计算机、物联网、人工智能取代传统人工制图的手段，所以测绘技术装备的智能化无疑是这场变革的核心关键所在。

回顾过去数十年，我们在测绘技术装备领域取得了瞩目的成就：自主卫星遥感对地观测系统的快速发展，使得我国在轨遥感卫星数量目前在世界排名靠前，200多颗在轨遥感卫星，遥感影像空间分辨率等关键指标也已经达到了国际先进水平；北斗三代卫星导航系统的全球服务以及核心元件的国产化，彰显了我们装备自主创新的能力，可以说中国智造的测绘技术装备正在进军国际市场。

2018年，在自然资源部企业座谈会上，马超董事长汇报时谈到一次向印度尼西亚出口了3000多台套的RTK，这也是我国测绘装备进军国际市场的证据。

看到成绩的同时，我们也必须清晰认识到，目前不管在硬件还是在软件上，我国装备制造还面临着很多的挑战，尤其部分的核心技术还受制于人，国外品牌占据我国高端测量装备市场的局面还没有从根本上改变，在我们发展的同时，西方发达国家也都在快速地在推进技术的突破。

2024年10月，SpaceX火箭回收的新闻大家也看到了，他们称之为“筷子夹住火箭”，实际是发射塔上的架子准确回收5000吨的庞然大物，这很不容易。我之前看过一组世界各国卫星的载荷数据，SpaceX如果成功了，它的每一次发射成本是200万美元，世界上卫星发射的平均价格是6000万美元，带上去一公斤的物质平均成本是6000~7000美元，SpaceX是13美元，马斯克火星云运人计划，现在也在一步一步推进。



中国测绘学会理事长宋超智

这个简单的例子，说明我们和国外先进的技术还有较大的差距。尤其在测绘地理信息这个领域里，我们很多核心的元器件、地理信息的平台测试软件还都受制于国外。

与此同时，测绘科技与经济社会的发展要求、自然资源两统一两支撑的需求也有一定的差距，比如说高精度的遥感影像获取的能力、自动化的处理能力还不能完全满足自然资源调查监测等项目的需要，现在非常热的实景三维影像虽然在支撑生态文明和经济社会发展方面起到了一定作用，但仍面临耗时长、成本高、实施

难度大等问题。

而今，人工智能、大数据、新一代的通信技术等给解决这些问题带来了机遇，所以大力推动智能化测绘技术装备体系的构建，实现了测绘科技关键领域的创新突破和自主可见，应该说势在必行。 

（本文为中国测绘学会理事长宋超智在分论坛的致辞稿，根据论坛现场录音整理，未经本人核实，如有出入，敬请谅解。）

编者按：中国工程院院士刘先林作《新一代空天(地)融合遥感制作空间智能基础》报告，他介绍了国内外空天地融合遥感制作的现状和发展趋势，强调了其建设的重要意义并提出建设方案意见，他希望测绘行业能够齐动手，掀起我国超低轨卫星发射的热潮。本文根据论坛现场录音整理，未经本人核实，如有出入，敬请谅解。

刘先林：

新一代空天(地)融合遥感制作空间智能基础

文/本刊编辑部综合整理

一、国内外的现状和发展趋势

现如今，航空摄影已从二维迈向了三维，单独进行二维航空摄影的地区已寥寥无几。过去，全国各省大规模的影像拍摄比例尺都是采用1:10000，而现在采用的是1:2000。目前，各省都需进行1:2000正射影像的数据采集，多数省份经过评估决定，既然要进行一次大规模航空摄影，不如直接做实景三维(Mesh)。

二维和三维有什么区别？二维航摄的情况下，一个地物最少要被拍到2次，最多可达6次，所采集的影像数据只可建地形三维(称不上真三维)。而采用三维航摄的方式，一个地物最少被拍到5次，最多可达10次，可建实景三维(Mesh)，采集数据所需要付出的代价大，可预期的收益也大。

因为新成果将产生更多的收益，有关部门更是专门发文，明确要求今后所有应用都要基于实景三维数据，测绘行业因此也得到了更多的经费。这一举措无疑将推动测绘行业迈

向新的高度，为国家的建设与发展提供更加精准、全面的地理信息支撑。

过去的航空摄影高度在4-5公里，卫星高度500多公里，存在着很大的差距，而现在的航空摄影与超低轨卫星摄影，二者分辨率和飞行高度都更相近，航天摄影从二维走向三维，突破口就是超低轨卫星，100-150公里的距离。如果航天测绘能生产前述1:2000的Mesh数据，项目建设所需要的经费还将大幅度缩小。

最近网上看到AI方面的技术大咖说：“真正的下一个前沿领域，极其难以攻克挑战，是将这些AI技术带入三维世界，而人类的空间智能正是建立在对三维世界的原生理解 and 操作能力之上的。”这句话正好点到这次的报告题目。还有一个技术大咖说：“测绘遥感界，要高度关注‘空间智能’(space intelligence)。”本报告提出的“三维航空航天摄影”，有远见地为AI(DL)由二维转向三维提前作了准备。



中国工程院院士刘先林

实景三维Mesh模型所产生的不能局限在给人眼带来的视觉震撼，必须发展成云存储、云分析、云发布(产出决策)。以前，我有一次去开会的时候遇到过一位军事专家，他跟我说：“我们对测绘成果的要求不一样了，过去是‘看着打’，现在是‘算着打’。”

那么要达到这样的效果，就需要我们去提供结构化的数据，而不是混沌的一大片二维影像或者三维模型。根据我的理解总结，结构化测绘成果有如下的要求和属性：

1) 每一类都管理到实体，这叫对象化也叫

单体化。如果没有管理到实体，就会出现如下的情况：我们告诉林业部门哪个地方的树需要重新栽，但是没办法告诉他是哪一棵树，那这个成果就没发挥出足够的作用。

2) 有三维矢量。既然管理到实体，就必须有实体的三维矢量。

3) 每个对象挂接有它的几何属性。在测量的时候，需要具体到一个对象距离马路中间多远、它本身有多高。

4) 数据必然是分类存储的，为了便于后端使用。



活动现场

二、新一代空天(地)融合遥感的目的意义

相比传统遥感，AI需要深度学习，如果原始资料的分辨率和时效性大幅度提高，AI深度学习处理后得到的结果会变得更加可靠，精度更高，所需费用也更少。

特别是如果三维AI能够得到推广，航天遥感相关技术和成果将更好地服务于各行各业，落地应用，实现高速增长，这将产生巨大的社会效益，加上应用方案能够更好地服务大众，这也可称为新质生产力。三维航空航天摄影所涉及的传感器与后处理都会注入AI技术，这也符合国家2030年占领全球AI高地的科技规划。

如果我们采用更好的方式来运作超低轨卫星，可以扭转我国“卫星发射强、卫星制造中、卫星应用弱”的局面，发展成卫星应用强国。相比马斯克只关注通信、定位的星链计划，我们将开辟一个新的超低轨卫星遥感竞争领域。

三、研究内容

我们需要研究的内容首先是传感器，通过与一些专业

人士深入沟通交流，针对最终的应用描述我们的需求，他们都表示，这些思路如果能实现，将会产生巨大的价值。

1、超低轨卫星光学传感器研制的3种方案：飞思后备+天文镜头、微单相机+长焦镜头、手机拍照+长焦镜头。前两种方案，传感器自重约10kg，不可能在超低轨卫星上同时安装5台设备，因为超低轨卫星负荷能力80%-90%主要是为卫星维持高度服务，在这个基础上我们能放置的负荷只有10kg。若是方案3能实现的话，一台超低轨卫星上可以放置5-10台，一台超低轨卫星就可能建立Mesh模型。

实际上在国外用卫星来做Mesh也不是新鲜事，法国和美国也在进行，他们的方案是使用众多低轨卫星同步拍照，但这个成本非常高，我们设想的方案3如果能成功，在超低轨卫星上实现3颗星即可建模，成本会大幅度降低。

2. 超低轨卫星设计与实现

我们与卫星发射方已进行过一些沟通，从传感器功能和应用角度提出相应的要求。

3. 传感器对超低轨卫星的要求和互通

需要实现对传感器供电，维持轨道高度，微小的轨道修正，维持传感器所需的工作环境，卫星总线与传感器总线互通、数据传输，软件控制传感器参数，星上处理等。

4.改造航空斜片资料建模软件使之适应于卫星斜片相机所获得的影像

目前的Mesh模型建模软件都是航空的，卫片单星建模如果成功的话，软件必须进行更改去适应需求。

四、团队已取得的成果

1.在二维数码航空摄影的时代，我们已经完成从跟跑向领跑的过渡。进口相机只有一种焦距，它是完全靠镜片来实现测量相机的研制，所以它焦距固定，在80到100左右。而我们将现有市面上的高档相机来进行紧固和标定焦距，我们标定它的这个斜片差，我们可以从50、80、100、150、200多种焦距任选，高程精度也高。并且在国际上首次实现了1m分辨率的数码航空摄影（当时还没有G7），在拉萨的航摄项目中，GSD要求1m，进口数码相机需要飞20000m高才可以实现，国产SWDC-4只需飞8000m左右高度即可实现。

2.在三维数码航空摄影的时代，我们有获得过测绘科技进步奖特等奖的SWDC-6，该设备在我国三维航空摄影市场占有率高达80%以上，碾压所有进口相机。这个相机生产供不应求，即便不是由我们团队去执行飞行任务，也是用我们的相机，因为这个设备，飞行效率提高了50%，这是我们的优势。而数码航空Mesh模型的飞行费用很高，因为飞行效率很低。目前我们所了解到的瑞士徕卡的相机ADS-80、美国Pictometry公司的五镜头相机、以色列的A3、奥地利的Vexcel公司都有三维航飞应用的虚假宣传，实际与宣称差别大而市场反馈不够好。

3. 关于超低轨卫星，我们已经论证了近3年，并且还成功对第二方案进行了校飞，通过校飞，取得了可喜的成果，感受到几个变化：曝光时间从1/1000秒提升为1/30000秒，

ISO感光度提高至25600，焦平面的全局电子快门使传感器各类参数都大大提高，从量变到质变。卫星上所用的可见光传感器从线阵可以改成面阵，从而回避了制造复杂的TDL。可以以极低的成本把GSD提高到0.2m，发射商业超低轨卫星所需费用大幅降低，适合大规模运作。

4. 全域融合建模的分级方案

非城区17cm GSD的Mesh建模即1:2000的正射影像，用超低轨卫星斜片，因为三维航空摄影、卫星摄影兼容二维，按照设计思路，它在后处理的时候还可以出点云和模型；城区楼房四十米以上建模，用3cm GSD的航空斜片；城区楼房四十米以下建模，用车载激光建模测量系统；室内建模，用轻扫系统。

五、应用前景

从应用场景、应用前景来看，超低轨卫星对地高频、高精度实时航空遥感能够实现的应用考验着我们的想象力，没有它做不到，只有你想不到。

最近应急管理部发包的“重大灾害现场遥感协同感知”，类似项目若使用超低轨卫星，将使该课题所要求的协同感知能力大为提高。

现在各行各业AI使用度极高，如果以二维/三维AI分类提取，取代传统的监督分类，超低轨卫星的高精度、高频度、低费用，将大幅提高与水有关的各项卫星应用、动态交通流量实时监测、移动目标实时监测、雪崩预报甚至足球比赛的卫星免费实时转播等应用性能。

若想要该项目能够得到大力推广，这需要政府和市场的共同参与，我们设想的是利用各地产业园优惠政策立项来建设机构，争取足够多的风险投资进场，建立新型空天地遥感股份有限公司，并注册上市。上市之后可销售空天地可见光数据、定制超低轨卫星及航空平台上的专业传感器（如扫描激光、SAR、多光谱……）、定制各类后处理软件、超低轨卫星所用私有云平台的设计与实施。

在这里我承诺，该项目不保密，不申请专利，希望大家一齐发力，掀起我国超低轨卫星发射热潮。



编者按：芬兰科学与人文院院士、武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室教授陈锐志作《城市大型室内空间音视频一体化安全感知与精准定位系统》报告，该报告介绍了突破音视频一体化的“安全感知与精准定位系统”的融合，该技术利用单网布设，实现“视频监控”与“导航定位”的双网功能，构建室内北斗定位一张网，为室内公共空间提供视频监控和高精度定位服务，全面助力北斗规模化应用从室外迈向室内。本文根据论坛现场录音整理，未经本人核实，如有出入，敬请谅解。

陈锐志：

城市大型室内空间音视频一体化安全感知与精准定位系统

文/本刊编辑部综合整理

从2016年回到武汉大学之后，我一直专注音视频室内定位研究，同时也一直在关注国际室内定位导航技术的发展动态，这项技术非常重要，我相信未来室内定位导航技术一定能够实现规模化和产业化应用。

我很赞同南方测绘马超董事长的理念：“一个产品研发成功可能要投入1000万元，但是真正要做到产业化规模化应用，就要再多投入十倍甚至百倍的资金与精力。”在亲身参与室内定位导航技术的规模化应用推进过程后，我现在对他的理念更有感触，也更加认同。

高精度室内定位技术的发展现状

首先，向大家介绍国际上室内导航定位技术的发展情况。在美国人马斯克的构想中，汽车行驶不需要方向盘，做到真正的全自主驱动，他的构想跟目前行业较多关注的高精地图方案、车路协同方案完全是两码事，如果他的这个设想得到实现，相关的技术推向市场，将会是行业一个非常重要的里程碑。

马斯克构想的未来汽车离不开定位，未来汽车能够做全自主制驱动，就因为有GNSS定位做路径规划。在室内定位技术应用方面，马斯克进一步提出，未来将有15亿数量的服务机器人。“在空间智能技术下，人与机器人如何实现交互”是实现这一愿景的重要课题。

在这个课题中，人机交互面临一个物理世界和一个虚拟世界。三维建模先是建立一个虚拟世界基础。人与机器人在物理世界和虚拟世界中做的第一件事就是空间感知，即定位，是我们对物理世界的观测；第二件事是空间计算；第三件事是空间认知，即导航、数字孪生等。

更加泛在、融合和智能的导航需求也推动着新型导航理论的快速发展。我认为，卫星导航（包括高、中、低轨卫星导航）可能会成为地下空间室内PNT网的基础。北斗时空体系是北斗卫星网和室内（地下、水下）自主PNT网群的优化组合，卫星导航系统在室内、水下、地下等特殊环境应用受限，需要进一步统筹综合PNT体系设计。“十二五”“十三五”期间国家做了不少工



芬兰科学与人文院院士、武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室教授陈锐志

作，最后还要努力形成“网中网”时空体系。

目前比较常见的室内定位导航技术有以下几个：iBeacon曾成功掀起了室内定位的高潮，但是现在应用推广基本陷入停滞，因为好多系统不能够延续。所以苹果公司又推出超宽带技术，iPhone11之后的机型可用。但是目前超宽带技术依托于基站，这对手机制造

商也是个难题。

谷歌公司过去推出过视觉室内定位方案，即在手机上安装小激光雷达，这个方案可能因为激光雷达成本较高，后来最终昙花一现。

2024年4月，高通在巴塞罗那物联网大会发布一款芯片，这个芯片使用了谷歌的Wifi RTT技术。现在Wifi RTT是苹果、谷歌主推的室内定位导航技术。国内研发的ESP32芯片也支持Wifi RTT技术，对比超宽带技术，Wifi RTT技术可能测绘精度稍低。

听过Bluetooth Channel Sounding技术的人可能稍少一些。目前该技术还未进入推广应用阶段，相关芯片有可能在2025年或者2026年推出。它与刚才说的Wifi RTT的技术路线完全不一样，所谓的Sounding，是用测量信号的传播时间乘以光速来计算距离的，现在行业应该有公司在研究这个技术匹配的硬件产品。

这个技术在测量的过程中存在一个距离模糊度差，这跟卫星模糊度是同一个道理。但是对大多数室内空间来说，这个模糊度并不重要，所以我认为这是一个比较好的技术，它还利用测量距离这个概念来辅助模糊度求解。

如果有硬件产品支撑，它将会成为比较热门的室内定位解决方案，甚至有可能会替代超宽带技术。因为蓝牙是移动终端非常常见低功耗、低成本的标配功能，推广成本较低。

与蓝牙设备相关的还有AoA技术，它可以测棱测角，是一个高精度的室内定位技术。但是AoA在安装的时候对水平面水平度要求很高。有一点倾斜就造成角度变化从而定位误差大，安装是一大难题。此外，AoA很多室内空间里面角度覆盖只有60度左右，覆盖的范围很窄，设备要安得非常高或非常多才能够覆盖较大的室内空间，成本比较高。

国内大家说得比较多的“户外北斗，室内5G”。应用5G技术实现室内定位是一个非常好的思路，但利用5G做距离测量挑战很大。现在利用5G八个频段指纹匹配的方案很多，有方案最高可以达到亚米级精度，实践中精度大约在1-3米。

国内外主流的室内定位解决方案主要是这些,我个人对5G是非常期待,希望未来5G能够提高测量精准度。据了解,针对这个问题,有一个新的技术标准正在制定中,希望能够帮助5G达到30厘米的精度。

音视频一体化定位

2016年我回到国内,承担了一个国家重点项目。项目目标是不改变手机硬件的前提下,实现一米精度的室内导航定位,将重点放在了音频定位上。

我是怎样提出音视频一体化室内定位方案的呢?之前我跟顺丰合作在鄂州机场一起做了音频室内定位的项目,鄂州机场的一个副总裁希望我们未来就地取材,就在摄像头旁边安装信号发射设备。他说:“如果能把定位的设备塞到我们现有的摄像头里就好了,能实现我们先采购600台。”

做以手机为终端的室内定位最大的问题是入场困难,大型室内空间中重新布设拉线很困难。顺丰让我们在摄像头上增加音频的发射功能,形成音视频一体化的方案,这样我们把机场所有摄像头换一遍,就可以完成布设。

当前大空间里大多有两张网,第一张网就是通信网即5G网,这个网络所有空间都有;第二张网就是这个视频监控网,所有大空间都有。目前这两张网是现成的,我们设想,有没有可能在这两张网上叠加音频信号,如果能做出室内一张网,这将是一个伟大的事业。

音视频一体化定位导航的基本原理来源于雷电,日常生活中,我们根据看到闪电和听见雷声之间的时间差,可以判断这个雷有多远,我们这个定位系统,是通过摄像头的光学信号充当“闪电”的角色。

我们希望从技术层面来支撑以上构想,这两张网在室内定位的距离大概30到50米,其实理论上,正好跟音频定位相匹配,音频加这两张网都可以做到。我们希望室内北斗技术(音频)叠加在这两张网上,实现室内空间的人、车、物定位,支撑智慧空间应用。

在音视频结合室内定位导航方案中,我们结合影视终端做了一个新产品。在影视监控系统下调用音频定位基站数据,当然这个产品是一体化的,为了解决部署问题,里面是同样的电路、数据线……目前该系统依然以音频定位导

航为主,视频更多起到辅助作用。

相比于GNSS定位,音频定位系统里面也包含三件套:第一是“卫星”;第二是定位信号;第三是结合用户终端。音频定位的功能原理跟北斗是相通的。

音频定位是广播式的,信号一直存在于室内空间。这跟我刚才讲过的所有方案都不一样,前面提及的几个方案为了规避时间同步,都用交互式的方式,这种方式的最大问题是不能同时支持大量用户。而我们跟北斗系统一样,有用户信号存在,没用户信号也存在,借助用户自己的终端计算位置信息,因此用户数量是不受限制的。

音频定位还要满足两个要求,第一不能扰民;第二不能受场景的噪声影响。这两个要求将我们用的带宽限制得非常窄。我们在国家光电测距仪检测中心做比测,音频测距的平均精度是12厘米左右,这个理论精度比超宽带方案的理论精度稍微低一点,但比谷歌的Wifi RTT精度要高很多。

达到了预期的精度要求后,我们就开始应用一种数模双驱动融合定位方法。在数据驱动部分,构建一种基于深度学习的PDR神经网络。

传统PDR方案以每步为单位,统计人的步频和步长,PDR的位置更新频率是在1.5~1.8Hz,基于数据驱动的PDR可以学习人体迈步的全过程,以20Hz速度矢量输出,实现高频PDR位置更新,充分发挥惯性传感器数据更新率高的优势。

在模型驱动部分,通过扩展卡尔曼滤波,紧密耦合高精度音频测距观测量与PDR神经网络输出的高频速度矢量,以20Hz的位置更新率,实现更高的定位精度。与传统的纯模型驱动融合定位方法相比,该方法在定位更新率、定位精度和定位稳定性等方面,都具有明显优势。

通过速度驱动的PDR把所有传感器放在一个大模型里学习步行的速度,不管用户的定位终端握姿是怎么样的,只要能训练,模型就能学习,这是模型的好处,可用性非常广。

怎么实现大模型学习呢?我们使用动作捕捉系统,把各种手机的握持姿态,以及各种走路方式都输进去,形成一个模型,这个模型的精度大概能达到1.5%,即走路100米误差1.5米,如果用传统的方法可能应该还有3%左右的精度提升。精度提升是其中一个优势,更重要的是通过深度学习可

以支撑手机的各种握姿态,在实际使用中,终端用户可以无论是将手机放在兜里、还是打电话,不管用怎么样的握姿,定位精度都可以达到要求。

产品低功耗、低成本是模型方案最核心的部分,也是我们开发团队一直在致力优化的部分。

音频室内定位技术获得了测绘科技进步奖。在颁奖时,我对该音频定位系统的核心技术作了一个总结:

一颗芯片:拥有高精度音频弱信号检测方法,时分-空分-频分的信号混合调制机制,基于RISC-V架构的高精度音频测距定位芯片。

一套理论:高精基准控制,紧耦多源融合智能混合定位,高可用基于深度学习的数据驱动航迹推算方法和数据模型双驱动智能耦合定位新方法。

一整套系统:自主可控、跨软硬件平台的人-车-物室内定位导航系统。系统依托现有公共空间的视频监控网络,在监控摄像头头上叠加音频定位信号发射功能,构建全场景室内PNT系统,与室外北斗定位无缝对接。

从芯片到定位系统全链条自主可控,这个方案正在规模化应用的路上。

音频室内定位导航方案的硬件设备一体化定位基站,应用16.5KHz-23.5KHz环境友好波段,能实现7×24小时不间断音频信号覆盖。

在多模定位终端方面,不仅支持智能手表、智能手机等较为普及的电子终端,甚至还包括小朋友常用的电话手表。此外还支持从定制智能头盔、电子工牌、电子标签、智能执法仪等终端。还有其他可穿戴设备,只要有麦克风和一点算力、内存,我们就可以实现不改变硬件实现定位。

当然我们的室内定位技术如果跟室外北斗联合起来,就能成为一个很好的室内外无缝定位系统。

音频定位应用

在应用方面,音频室内定位导航系统整个硬件生态上文已提及,广泛支持手表、工牌、芯片到手机等终端设备,且音频定位基站、音视频一体化定位设备成本也相对较低。在平台软件层面,我们的系统支持嵌入式



线下手机门店

软件、微信小程序(安卓和苹果操作系统都可以),在应用推广方面具有成本优势。

我们也做了一些产业化尝试,例如拿了深创投两轮融资,软件算法也植入高德导航隧道业务。我们开发的应用,例如手机防盗系统已经在马来西亚、泰国以及印度等地商业落地。

手机防盗应用,是一个面向C端的应用,我展开讲一讲。现在线下手机门店多使用防盗绳,防止手机被窃,使用手机防盗系统就可以在手机远离台面一段距离后自动报警,能够省去防盗绳,提高手机试用的体验。

我们还在杭州东站做了to C的室内导航服务,过去司乘双方在车站附近因为定位不准,沟通困难,不仅浪费时间还容易造成交通拥堵。现在乘客在杭州东站预约网约车,就会被引导到休息室,等车辆进入匝后,软件才会提示乘客乘车,并为乘客提供步行导航指引,这个方案未来将会在更多交通枢纽推广。

室内定位导航潜在需求很大,政府管理、企业服务运营、消费者的体验都需要我们进一步挖掘室内定位数据的核心价值,室内定位一张网需要很多人参与,大量资源的投入。曾经有人问过我“一张网”的标准问题,制定标准需要技术实力来支撑,我自己目前没有能力独立去完成这么大的任务,希望国内的从事研发、生产的同仁们可以一起合作。 

编者按：中国测绘科学研究院院长、国际测量师联合会(FIG)副主席燕琴作《AI引导的遥感监测作业模式与平台》报告，介绍了以构建遥感AI业务大模型为核心的遥感监测业务模式，并结合“长牙齿”硬措施的耕地遥感监测、开发区建设用地节约集约利用和城市生态遥感监测等案例，介绍遥感智能解译平台及其应用，以期为广大同仁提供成功借鉴。本文根据论坛现场录音整理，未经本人核实，如有出入，敬请谅解。

燕琴：

AI引导的遥感监测作业模式与平台

文/本刊编辑部综合整理

正确认识AI、应用AI

2023年，人工智能(AI)技术的创新与应用突飞猛进，ChatGPT等大模型爆火出圈，AI热潮席卷全球。因此，2023年也被很多人称为“AI时代开启元年”。

作为人工智能基础研究大国，我国人工智能产业发展蓬勃。世界知识产权组织在2024世界人工智能大会前夕发布的报告显示，2014年至2023年，中国生成式人工智能专利申请量超3.8万件，居世界第一，创新成果不断涌现。

人工智能是一个高度交叉复合、快速发展的领域，技术落地需要和各行业、各场景进行广泛结合、深度渗透。测绘地理信息科技作为科技前沿领域，是我国科技事业的重要阵地，一直发挥着关键的支撑和保障作用。测绘地理信息科技与AI的广泛结合、深度融合是可预见也是在实现的未来。

燕琴以及她的团队同样使用AI，助推测绘

地理信息的转型升级。人人都在讲AI，人人都要用AI——面对这股热潮，燕琴分享了自己的看法：“我希望大家能辩证看待AI、认识AI。AI很好，但AI目前(在测绘地理信息领域)与应用结合得不够紧密，在实际应用上可以说‘理想很丰满，现实很骨感’。”

什么是AI?国内AI之父张钹院士作人工智能方面的报告时，就多次抛出这一问题作为开场。显然，大家怎么认识AI、怎么理解AI是应用AI的前提。大多数人对AI的了解可能源于1956年美国Dart Mouth夏季论坛，著名科学家图灵提出来的问题：机器会思考吗?而现在我们所讲的AI都是说怎么用AI，用机器代替模拟人的思维、决策，能够替代人的一些工作。逐渐地，行为主义学派形成如今主流学派，它便是主张用机器来模拟人类的智能行为(Intelligent behaviors)，追求机器行为和人类行为相似性(Similarity)，不追求工作机制一致性



中国测绘科学研究院院长、国际测量师联合会(FIG)副主席燕琴

(Consistency)。

阿里云创始人王坚院士曾如此说道：“人工智能有一个非常长的过去，但是有一个非常短的历史，长到什么时候呢?长到其实你可以追溯到100多年以前。但是，短到什么时候呢?短到GPT的出来。”燕琴认为此言发人深省，很有哲学的思维，能够帮助大家辩证地看待AI、认识AI。“很多时候，我们的目标不应该是‘炫耀’AI，一窝蜂地跑到AI那边去。业务自动化程度不高、通用模型适应性不强、缺乏高质量样本等是我们工程化应用中常见的难点痛点。针对这些难题应该如何建立较好的作业模式呢?通过现有技术条件，例如在AI等技术的帮助下，最大限度地降低劳动强度、减少人工重复劳动、降低生产成本、提高生产效率、挖掘提升生产力等才是我们需要思考的重点。”

因此，燕琴在介绍AI引导的遥感监测作业模式与平台时，多次强调：“在和大家分享AI引导的遥感监测

作业模式与平台时，我不是在强调AI、不是在强调遥感监测，更是在强调一种模式和平台。”她引用了自己在南方测绘智能化测绘技术与装备分论坛时曾说过的一句话：“如果说我们的论文、我们的技术不能形成软件、不能形成硬件、不能形成平台、不能形成在生产作业可供人手使用的生产工具，那么生产力很难进行成功转化。”

在创新遥感监测作业模式上，燕琴与她的团队就成功应用AI，构建实用平台来真正支撑日常的生产和作业。

遥感监测是测绘地理信息领域中，大家熟悉到可谓“亲切”的技术领域，是自然资源、生态环境、农林水利等遥感应用领域的共同需求。各个省马上要开展的国土变更调查、每年度都需开展的耕地执法检查等基本都涉及遥感监测业务。为此，燕琴协同研究院团队针对遥感监测进行了调研。

在调研中，团队发现当前业内常规的作业模式处在“地毯式监测”阶段。燕琴补充：“这个说法实际上是研究院从陕西测绘地理信息局下属某具体生产单位调研得来，他们将他们的常规作业模式定义为地毯式监测模式，具体涉及以下步骤：影像挑选-影像镶嵌-地毯式人工筛查。”

燕琴为听众详细地梳理着“地毯式监测模式”的流程：“当技术人员接收到任务，任务需要某一个区域的地表变化信息时，即通过遥感监测提取地表变化。进行遥感监测的第一步，技术人员需要将涉及的区域影像调度出来。这些影像怎么找呢？完全靠人工寻找再进行镶嵌操作，初步形成后续作业的数据范围。”她指出，在实施过程中，这样的筛选调度需要在全范围进行，即使现在有了部分自动变化提取的引导，还是需要全方位区域进行搜索查看。这便是陕西测绘地理信息局作业同志所定义的地毯式监测模式作业流程。显然，这样的模式存在耗费人力物力、实施强度大、作业流程长等问题。

“现在有了AI！在这样一个阶段，AI的介入或辅助肯定能降低大家的工作量。”燕琴强调，“结合AI能够使遥感监测、变化信息自动提取，边界自动提取等实现系列自动化，解决以上提及的痛点问题。”但正如燕琴所说的那样，“理想很丰满，现实很骨感”，在具体应用中还是需要人工逐一查看，包括今年的国土变更调查、年终图斑审查无一例外出现了这样的情况。为什么呢？

燕琴给出了答案。

“每个地表、地块土地利用规定有了更新。换言之，是否合规的定论不仅需要提取地表变化的准确性，更需要判断。AI与应用结合不够紧密，使得成果难以满足业务需求。例如，AI提取边界失误，这个失误极大可能会成为重大违法案件，在实际作业中存在极高的风险。”她如是说。

遥感影像人机协同智能解译系统Feature Station

基于以上困境，明确创新、实用的目标定位，燕琴和她的团队坚定了要创建AI智能引导的遥感监测新模式的决心，提出了人机协同智能这一概念。人机协同智能，即将人的感知、认知、决策能力辅以机器强大的智能计算能力，从而形成人机解译知识实时利用和机器智能提升的能力。“当

然，这只是技术应用的其中一个方向，此次论坛汇报者所提及的智能多体协同等新方案、新思路也非常好。”

要形成AI智能引导的遥感监测新模式，首先要搭建起人机协同的智能解译技术框架以及研发出遥感影像人机协同智能解译系统。在燕琴的设想中，新模式既能实现共建共享遥感监测业务模型，又能实现多用技术少用人，解决生产中的难点痛点堵点，提升生产效率。在这个过程中，燕琴还希望作业生产工具的提供也可以帮助更多技术人员构建合适的、定制化的业务作业模式，来支撑完成多元业务。

燕琴总结，人机协同即与机器协同配合，通过自动化技术让大部分业务流程实现自动化，让人类从重复枯燥的工作流程中解放出来，通过智能化技术补充增强人的能力边界，协助人类作出精准清晰理性的判断，通过人类视觉感知及认知决策技术，反馈给机器，提升机器智能水平。

“我多次强调，不能满足于直线的操作，我们应该实现结果的闭环。”燕琴还指出，AI引导的遥感监测业务流应是“样本生成-模型训练-模型预测-智能推送-交互精编”迭代闭环。

遥感影像人机协同智能解译系统Feature Station（以下简称“系统”）就是基于这样的思路、目标、业务的痛点和难点所研发的生产工具。Feature Station包括AI智能解译子系统、图斑筛查精化子系统以及人机交互采编子系统。

燕琴介绍，系统具备强业务、可定制；全流程、自迭代；轻量化、易上手三大特点。

第一，强业务和可定制。强业务指的是，该技术逻辑一定要和业务逻辑进行融合。如果不融合，即使这个技术再好，也发挥不出实际效率。因此在团队研发和集成过程中，一直在强化技术和业务两个逻辑的融合，实现针对不同的业务定制化作业流程，做到真正意义上的作业效率提升。

第二，全流程和自迭代。正如前文所提及，这个系统一定不是单向单线执行，最终生成的结果需要回到样本库里面进行不停地迭代。因此，系统包含了样本制作管理、精化、迭代、训练等功能，实现不停迭代，从而打通深度学习“数据-模型-应用”鸿沟，充分挖掘数据潜能，不断提升精度，助推业务应用。

第三，轻量化和易上手。燕琴敏锐地指出，现阶段市面上存在很多AI系统，但很多都需要使用者拥有非常强大的后台配置、硬件配置、软件配置、环境配置等，使用门槛非常高，使用起来不甚便捷。“如果不是相关专业，很多用户其实搞不懂这些东西。针对这个问题，我们的解译系统也给出了解决方案，也就是其轻量化的特点。”燕琴直言系统不需要大家做很复杂的后台配置，一个硬盘直接安装就能使用了。

此外，团队特地向遥感行业的生产作业人员进行功能定制、使用引导开发。“大家一看就能懂，马上能上手。”燕琴如是说。

“基于以上功能特点，AI智能引导下的遥感监测新模式形成。”燕琴介绍，依照遥感监测作业流程，系统成功实现了四大关键功能：数据就绪处理、智能变化发现、图斑快速筛查、人机协同编辑。

首先，实现数据就绪处理。系统能够在数据库里自动挑出相关影像，即不需要人工手动寻找影像。哪个地方用哪一幅影像，怎么样把影像拼合在一起等操作只需成功连接数据库即可实现。

其次，实现智能变化发现。“在生产过程中要注意样本的构建，尤其是高质量样本库的构建。像（智能变化发现）斑块的关键点就在于需要高质量的样本库，来确保提取变化的图斑是比较准确的。”燕琴格外强调了高质量样本的重要性。“也许这个样本库有一千万个样本，但可能还没有广西遥感院一百万个样本的样本库质量高。广西遥感院的样本库选用的均为高质量样本，因此生成的效果非常好。因此，在系统建设过程中，务必注意采用高质量的样本，贵精不贵多。”

第三，实现图斑快速筛查。燕琴坦言，目前这个版块在实际作业中还是没办法实现全自动化，还是需要靠作业人员去判断。“但系统已经成功升级，能够自动剔除特征差异程度小的图斑，大大缩减了作业人员的工作量。如从前完成这项工作需要判断10万个图斑，现在经过系统的初步筛选，最后需要判断的图斑数量可能只有100个，这个事情也很轻松做完了。”

最后，实现人机协同编辑。燕琴通过最常见的例子为大

家说明，假设AI提取的涉及面积高达10亩，10亩面积在实际执法中属于违法、重大问题。但经过人工判定，涉及面积可能需要剔除住房面积，即涉及面积只在9.5亩，不属于重大问题。因此，在流程的最后，人机协同编辑功能可保证判读的准确性。

和过去的作业模式相比，作业人员在新模式下需要关注的重点也发生了变化。“陕西局的作业人员对这样的变化进行了总结——从影像人工地毯式监测转变为图斑智能引导式监测。我认为这个名称总结得很到位，因此在此次汇报中进行了引用。”燕琴补充道。

至此，借助Feature Station系统，遥感影像智能解译业务流成功构建：通过数据就绪处理、智能变化发现、图斑快速筛查、人工协同精编，最后成果整理形成报告报送。值得一提的是，在数据就绪处理环节的成果可以实现直接复用。换言之，该区域需要后续多次监测的时候，不需要从头开始，可复用此前数据就绪处理环节中的对应数据和形成结果。

应用案例

目前系统已在多地成功实践，并根据地区建立了相应的样本库，针对不同业务需求实现定制化功能。“我们前期与广西壮族自治区自然资源遥感院、黑龙江测绘地理信息局、南京市测绘勘察研究院股份有限公司等都建立了合作，共同打造定制业务模型。系统基本涵盖自然资源管理领域的业务需求，包括耕地和生态保护监测、耕地非农化监测、卫片执法监测、生态空间保护监测、国土变更调查、主要农作物提取等。”燕琴透露。

1、耕地和生态保护监测

燕琴介绍，面向耕地和生态保护监测的应用从2023年就开始实践并延续至今。团队每个季度会针对重点生态区域、重点监测区域利用该系统软件进行扫描和采集，排查重大违法图斑。正是通过这样高频的应用，这个软件获得了许多的训练机会和真实反馈，实现优化迭代。

按照刚刚所介绍的图斑智能引导式监测模式，燕琴及其团队根据实际项目做了生产效率分析。数据显示，在数据就绪处理环节，全自动、无人工干预的条件下，一般性能机

器10个小时可以自动处理30万-50万平方公里;在智能变化发现版块,8GB显存显卡10个小时可以自动处理30万平方公里(依赖固态硬盘和高性能显卡);在图斑快速筛查环节,1人1小时完成约500个图斑的快筛(依赖解译经验)。作业效率的提升一目了然。

燕琴还分享了背后一则有趣的小故事:研究院内部的网络信息监管团队偶然被推送到了一则抖音视频。这是一则广告视频,主播在现场实地拍摄,热情地销售自家的草皮。而视频的定位、视频的背景特征都与一块重点监测区域相重合。“视频里,主播费劲地吆喝自家地皮多么好、多么实惠……可大家知道,国家规定不允许在耕地种植大面积的草皮,这会对耕地造成严重损伤。结合视频定位和实地特征,技术人员几乎实时就锁定了该区域——种植草皮的位置确实与重点监测耕地区域重合。现在,图斑的举证必须要到实地拍摄照片进行上传。而这则视频恰好包含了时间、地点、图片认证,他们为自己违法破坏耕地的行为提供了完整的证据链。”

最近,燕琴在各地进行交流时就留意到大家十分关注图斑举证问题。现行的机制下,一个完整的图斑举证流程需要花费约120~150块钱,一年中涉及举证的图斑数可能高达上百万个,且非某省个例。由这个抖音视频出发,燕琴希望大家可以共同思考能否构建一些举证新模式。

2、生态空间保护与全国小宗地内建筑物提取

值得一提的是,团队今年承接了自然资源部全国小宗地内建筑提取的任务。“通俗地说,小宗地内建筑就是小别墅。系统在该项目中得到了比较好的反馈。”据悉,系统依托四大功能,可以实现在全国万景影像里快速检索定位;万景影像批量裁切,1小时内即可完成全国万景影像对应图斑的快速裁切;SAM大模型辅助提取,可利用大模型零样本迁移能力精准提取建筑物边界;人机协同边界精化,可对边界进行精修。南京市生态空间保护红线监测项目更是全面采用了该系统软件,及时发现违法违规问题,为优化城市生态布局、预防生态空间“非生态化”提供支撑。

3、主要农作物提取

“这是与黑龙江测绘地理信息局合作完成的农作物提取成果图。在主要农作物提取方面,黑龙江区域所生成的效果是比较好的。因为黑龙江有着大面积的农作物耕种区域,能够确保成果精度。”结合多地项目实践,燕琴指出各地所呈现业务特点和专项需求不同,各地样本的优劣也会存在极大差异。各地存在异性问题,但也存在共性问题。团队希望利用开放样本标注精化、模型迭代训练等功能,让用户基于系统内置的变化检测、地类提取基础模型,利用业务中积累的多传感、多时空、多地类的高价值样本进行双循环迭代训练、质量精化,构建强时空自迭代的遥感监测业务本地化模型,实现本地化稳定时间迁移,减少用户在共性问题上耗费的经费和精力。

在完成此次合作后,黑龙江测绘地理信息局的同事们提出了很多反馈和想法,他们认为这样的模式还可以支撑全球测图项目。

燕琴解释,全球测图项目要求生产DEM,该模式下所解译提取的林地结果就可用于DEM降高区域分析,相比传统作业方式,降高区勾画可提高80%~90%的工作效率,整个DEM生产流程可提高20%-25%的工作效率;此外,该模式还支持按幅超大面积自动处理,能够减少要素操作与拼接。另外,还可以根据任务区DOM成果影像特征,分区域分类型制作水体解译样本,开展模型训练,助力水体分布较多的任务区提升测图效率。经试验,通过该模式所自动提取的水体边界已经基本符合采集要求,作业员只需在部分区域进行简单编辑修改;与传统采集方式相比,作业效率可提升约70%,尤其在加拿大等水体分布较多的任务区。

在交流的最后,燕琴又一次重申报告的重点——平台和模式。平台指的是要将先进的理论、方法、技术形成软件、硬件、平台、生产工具,成功提升生产效率;模式指的是根据技术逻辑和自身的业务逻辑,将二者紧密融合,依托创新、前沿的科学技术方法,构建符合自身业务逻辑的作业模式,为一线测绘人去构建实用的平台来支撑生产和作业。

编者按:国家测绘产品质量检验测试中心主任、中国测绘学会监事长张文晖作《时空信息智能化质检技术装备创新与应用实践强化产业质量竞争力,助力新质生产力发展》主题报告。聚焦质量强国战略及测绘地理信息转型升级质量保障需求,介绍了时空信息智能化质量检验平台研制、质量检验大模型构建、大数据支撑库建设、外业巡检装备研发等方面的创新与研究。本文根据论坛现场录音整理,未经本人核实,如有出入,敬请谅解。

张文晖：

时空信息智能化质检技术、装备创新与应用实践

文/本刊编辑部综合整理

“质检技术也提出转型升级,高质量发展迫在眉睫”

当前,时空信息已成为重要的战略性信息资源和核心生产要素,支撑治国理政,赋能各行各业,服务千家万户,在推动高质量发展中具有基础性、先行性的重要地位和作用。

在政策引导和国家支持方面,2021年3月,我国印发《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》,明确提出“打造全球覆盖、高效运行的通信、导航、遥感空间基础设施体系”;2023年2月,中国中央、国务院印发《数字中国建设整体布局》,提出“即夯实数字基础设施和数据资源体系‘两大基础’”;2024年7月,中共中央、国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》,明确提出“推进实景三维中国建设与时空信息赋能应用”……无一例外,在各大文件纲要中都明确了时空信息在推动高质量发展中具有基础性、先行性的重要地位和作用。

此外,质量强国也是国家一以贯之的发展理

念。质量强国战略,即“国家强,则质量必须强”。

2023年2月,中共中央、国务院印发《质量强国建设纲要》,标志着质量强国建设迈入了系统化、战略化推进的新阶段,并提出“以提高供给质量为主攻方向,以改革创新为根本动力,着力提升产品、工程、服务质量”,细数过往数年的政策工作报告都对质量提升做出明确要求。

张文晖开门见山,直接点明了时空信息迈向智能化质检的必要性和重要性。“测绘地理信息正处于转型升级的关键节点,我们更应该以高质量时空信息供给,支撑数字中国建设、社会经济持续健康发展、自然资源治理、百姓生产生活福祉等。”

“相信大家都听过NQI。”张文晖细致地为听众讲解着质检体系的方方面面。NQI是国家基础质量设施的缩写,基础质量设施是推进质量强国战略的技术支撑,包括计量、标准、认证认可、检验检测等几个方面。在这个体系里既涉及软件,也涉及硬件。

软硬件都跟测绘地理信息行业密切相关,如检



国家测绘产品质量检验检测中心主任、中国测绘学会监事长张文晖

检验检测、仪器设备、实验室等。张文晖强调，在2024年的政府工作报告中，NQI更被赋予了重要使命，即支撑现代化产业体系的高质量发展。

在NQI当中，标准是非常重要的一个方面，它具有引领和规范的作用。经研究，质量的检验标准体系框架被分为了五大类、三十二小类，其中五大类包含管理类、要求类、检验评价类、检验技术类、检验检测鉴定类等。在标准体系指导下，测绘地理信息质量检验国家和行业标准已达60余项，包括《测绘成果质量检查与验收》涵盖了47种测绘成果，《基础地理信息服务质量评价》《互联网地图服务质量评价》等标准提出了服务质量评价模型，为测绘新成果、服务及重大工程质量检验提供了重要依据。

张文晖指出，“大家都知道，2023年正式提出加

快测绘地理信息事业转型升级，更好支撑高质量发展。现在，各地、各单位都在进行转型升级的工作，地理信息的转型升级与之相适应的，对检验能力也提出了新的要求。所以质检技术也提出转型升级，高质量发展迫在眉睫！”

“智能化质检技术和装备应积极拥抱变革，实现创新”

近年来，人工智能呈现爆发式增长，2022年11月，全新大语言模型ChatGPT问世，2024年2月，文生视频大模型Sora问世，成为人工智能发展进程新的“里程碑”。2024年9月，被誉为“AI教母”的顶流人工智能科学家李飞飞创办的World Labs正式成立，其目标是打造「大世界模型」——空间智能AI，她提出让AI在3D世界中感知、生成、互动。她将人类智能归结为两大智能，一是语言智能，另一个便是

空间智能。

面对人工智能技术的快速发展，张文晖认同时空信息质检也应积极拥抱变革，以通用大模型和空间智能等为基础，加大技术创新与研发投入，推动智能化质检技术发展，以期在未来的竞争中占据有利地位。

为此，2024年年初，质检中心联合陕西局、黑龙江局、四川质检站、浙江质检中心、同济大学、武汉大学、中国地质大学(北京)以及土豆数据公司，编制了智能化质检的总结规范。质检中心经集中研究提出了《智能化质检的总体规划》(以下简称“规划”)。

张文晖介绍，规划研究的内容包括开展质检理论与质检大模型、智能化质检技术方法、质检装备、政策法规与标准体系研究，重点突破一批智能化质检关键技术，包括智能化质检平台构建技术，质检大模型构建技术、质检大数据支撑库构建技术、自动化智能化质检技术等，建成优化质检装备体系以及智能化智检平台等。

“因为在现有的智能化条件下，时空信息的转型升级、实景三维中国等实施都对质检提出了更高的要求，传统质检的理论不足以对新兴基础测绘的产品来开展质检。因此我们决定从质检理论开始全面展开研究。”张文晖透露。

● 构建国省共享的智能化质检基础设施

针对质检机构规模小、智能化基础设施差等问题，《规划》提出构建国、省共享的基础设施专用网络、存储和计算等基础设施及环境，为智能化质检技术创新和实践提供环境支撑。

● 国省共建数据基础设施

围绕真实世界的快速变化，以及全球、全时空范围的快速检测难题，《规划》提出要研制空天地海网等时空数据获取装备及数据处理技术，为智能化质检技术创新和实践提供数据支撑。其中包含收集和分析时空信息及其赋能应用中相关的政策法规、标准规范、专家检查与评价记录、检验检测与统计

分析报告、为智能化质检训练的正确数据样本和错误数据样本，为质检大模型构建提供数据支撑。

● 构建国省联通的智能化质检平台

智能化质检平台主要包括四个方面：1.质检业务引擎；2.质检的大模型；3.大数据支撑库；4.质检的智能库，以此实现国省质检机构互联互通和高效协同。张文晖坦言，各类成果产出还需要进行很多的训练，研制很多的智能体，包括实景三维、全球时空信息、调查监测、海洋监测等。

质检业务引擎面向重大的测绘地理信息质检项目。它可以帮助质检管理人员实现数据、人员、计算等资源的智能化分配与调度，以及实现流程、方案、自动生成等。提高质检效率，为快速开展质检、合作分配和使用资源等提供支撑。

质检大模型构建则是以地理空间大模型、遥感大模型等为基础，融合质检领域政策法律、标准规范、专家检查评价记录、检验检测报告等文本数据，以及质量管理体系、质检业务流程等质检业务数据，以及各类数据正确表达方式和错误表达方式作为训练样本数据，进行结构化表达、训练，形成质检专用的知识模型、语言模型、业务模型、抽样模型、检查规则、统计分析模型等构成的质检大模型，支撑智能化质检的全流程。

质检大数据支撑库则是面向智能化质检技术应用，收集开源共享、高可靠样本、专家检验经验、检验报告等数据，设计质检大数据支撑库，研发管理系统，探索数据-信息-知识转化、数据查询检索、最优数据推送、基于大数据的检验等技术，支撑自动化智能化质检技术实现。

质检技能库是智能化质检平台的重要组织部分，提供数据抽样、质量检查、质量评价、报告生成、统计分析等全流程的检验能力，同时提供数据处理、多成果联合展示技能，用于辅助质检，并具有高度灵活性，可实现快速按需组装，形成新成果、新品质质检能力。

在质检技术开发方面，一方面，传统DOM、

DEM、DLG仍是重要的基础测绘成果，张文晖希望利用新技术、新方法，提升这些成果的质检效率，如DOM、DEM、DLG的自动化智能化的精度检测技术，基于大比例尺检测DLG成果自动检测中小比例尺DLG的地形精度、地形地貌表达等。另一方面，为了推动测绘地理信息的转型升级，满足各行业对时空信息的特定质量需求与特性，充分利用地理空间大模型蕴含的空间智能优势，研发空间关系、地理精度等质检技术，也能支撑全域范围数据高可信质检，以高可信时空信息支撑数字经济建设及赋能行业及民生应用。

张文晖透露如质检技能库里实景三维数据等的智能化质检技术，质检中心也正在研究技术标准、规范等，以助力各省的实景三维中国试点工作落地。同时，也在研究如何对软件完成质检。当然，要实现智能化存在相当长的距离。

还有分类与变化监测正确性检验技术，主要是针对自然资源调查监测。目前的成果质检还是以人工为主，像她们常常为部里的相关工作提供支持、保障，最多的时候要请到100多个专家共同来开展。鉴于此，该领域亟需自动化、智能化的技术应用，解决集中性需求。

数据一致性验证技术，这个主要是面向地理实景、遥感检测、大数据等众多成果一致性检测需求。那么，研究一致性验证的技术，比如说针对MAAS模型、城市三维模型数据、一致性验证等，为不同应用能够提供一個最优的数据支撑。

在线质检技术，主要是针对互联网地图，导航电子地图，尤其是自动驾驶高精地图等时效性、准确性要求高的数据，研究在线实时质检技术，实现在线地图监管，保障监测的时效性及准确性。“我们定义为，车路协同数据质检。大家知道现在自动驾驶发展得如火如荼，‘在线’‘实时’的质检怎么做是个新问题，更是大问题。”张文晖如是说。

● 安全与质量评估

张文晖指出，目前国检中心在这一方面做了大量的工作，包括时空信息安全量化的评估，时空大数据质量评估以及地理信息要素价值评估等。“大家知道，如果地理信息数据要素要实现流通，它有一个关键的环节：质量评估、安全评估，这是上市流通前的‘必经关卡’，目前我们也正在开展这一方面的工作。”

● 研制质检智能体

初步决定以智能化质检平台为基础，构建智能化质检技术架构，研制实景三维、自然资源调查监测、全球地理信息、统计分析等成果质检智能体，以数据飞轮机制，实现人机交互、人机协同逐步进化为全自动智能体。相信大家也能想象到，目前还有很多工作要做，去慢慢进行一个训练。

质检技术装备的应用实践

一、构建了信息化质检平台

自2015年起，质检中心就开展了信息化质检平台研究，构建了“检查规则+参数”即插即用架构模式信息化质检平台，定义了一套通用质检软件接口规范，实现了近400个检查规则，提升了平台的灵活性与可定制性。张文晖反馈目前在实际应用中获得的评价都不错，可以说为快速支撑重大工程质检奠定了基础。

二、研发了实景三维数据成果质检系统

此款二三维一体化的新型基础测绘成果质量检查系统，能够设定并运行基础地理实体、城市三维模型、LiDAR与DEM/DSM数据一致性等自动化、人机交互检查规则，已在国家层面，以及浙江、北京、广东等地实施应用，支撑了1:50000、1:10000、1:2000基础地理实体检查和LOD1.3数据质检，发挥了很好的质量支撑和保障作用。

三、支撑自然资源调查监测成果质检

张文晖表示自然资源调查监测质量管控体系和过往测绘质检体系存在一定的差异，这是大家的共识。针对差异，质检中心研究设计了自然资源调查监测质量管控体系，同时，完成了质量管理的导则编制，质检规则制定，并匹配了对应软件。可以说为自然资源的全面保护、系统修改、有效利用提供强支撑。

四、地理信息安全检测技术及软件

“（软件方面）我们也拥有地理信息安全统一监管的平台。针对地理信息安全检测与监管难题，质检中心研究制定了国家地理信息安全防控和综合监管技术体系总体方案，升级了地理信息安全统一监管平台，研发地理信息安全检测技术，提出了地理信息数据安全加密防控技术适用性检测评价规则。”张文晖也在会上透露，目前平台已经完成了第一批保密处理技术认定工作，正在开展第二轮保密处理技术认定。

五、研发质量信息系统，支撑全国质量监督抽查结果统计分析

为支撑每年的全国重大工程质量督导检查工作，质检中心研发了质量信息系统，支撑全国质量监督抽查结果统计分析。“这项工作每年都有专题，分方向对全国重大工程开展质量督导检查。那么，今年（的主题）是针对强化质量监管和推行‘双随机，一公开’的监管要求，我们研发了随机抽查软件和质量信息系统，全面、动态收集国家、省、市三级质量监督抽查结果数据，融合资质信息、信用信息、质量信息等。”系统通过多元质量信息联合分析，已形成年度质量统计分析报告，有效支撑了质量监管、质量决策，提升了质量监管和行业监管能力。

六、外业巡检软件研发

为提高外业质量效率，四川、黑龙江等省开发了外业精度检测和外业巡图等软件，外业精度检测

软件与RTK等设备连接，实现进行快速展点、实时计算，及时发现问题，及时补充验证；国家质检中心、浙江质检中心、广东质检中心等质检机构则采购了无人机、移动测量车等设备及数据处理系统，持续获取变化区域数据，为减少外业巡检工作量，提高质检效率，提升数据准确性和时效性奠定基础。

七、构建高精度检测点库

高精度检测点库能够支撑高精度的检测，各个省份围绕这方面做了大量高精度的检查点，建立高精度检测点库。

八、构建基于大数据质检的方法，解决境外真实性验证难题

针对境外或难以到达区域的信息真实性验证难题，质检中心构建了“多源数据交叉验证+高精度、高分辨率、高时效性数据定点验证”的真实性验证方法，在全球地理信息资源建设、军民融合等项目中应用，提升了成果之间的一致性，实现了成果可信度评价，反馈较好。

九、开展质检知识体系和知识图谱构建

张文晖强调，要实现智能化质检，知识体系和知识图谱的构建是必须的，才能实现从人工到智能的一个转变。

智能化测绘技术装备自主可控与规模化应用主题下，绕不开的就是质量检测和效能检验，装备是否合规、安全、可信、质量过硬……每一项都需要质检技术来检验、来证明。正如张文晖所说，智能化质检正迎来技术创新、装备创新，也需要有标准化引领和政策法规完善作支撑。智能化测绘技术装备和智能化质检技术的共同发展，将强有力助推测绘地理信息事业高质量发展和时空信息要素价值实现，进而支撑数字中国建设、数字经济发展。

编者按:武汉大学卫星导航定位技术研究中心主任、二级教授赵齐乐作专题报告,详细介绍了融合地基增强和天基增强的天地一体化导航增强系统的关键技术,以及面向全球各类海量用户,提供高精度定位服务的分级智能增强系统,并基于实测数据验证其服务性能。本文根据论坛现场录音整理,未经本人核实,如有出入,敬请谅解。

赵齐乐: 北斗天地一体化高精度增强服务系统发展前景可期

文/本刊编辑部综合整理

多场景对定位精度高要求

在万物互联的时代,高精度定位正在成为刚需。大家对于定位的需求已经不仅仅停留在粗略的轨迹和导航功能服务,而是需要能够快速、准确地获取移动物体的位置信息。近年来,北斗高精度位置服务体系的建设取得了瞩目的成就,以北斗三号精密单点定位服务(PPP-B2b)为代表的增强系统已经开始为北斗用户提供实时快捷的高精度导航定位服务。

自动驾驶、无人机、机器人导航等技术的快速发展,对北斗卫星导航系统实时高精度定位有了更高、更迫切的要求。以自动驾驶为例,车辆行驶在隧道、高架桥及高楼林立的“城市峡谷”等场景中,往往因信号遮挡、干扰等因素,无法保持稳定的高精度定位。尽管现在北斗卫星导航系统实时定位精度已经可以达到厘米级,但是需要确保增强信息的传输和更新速度。目

前的增强信息主要通过卫星或地面站播发,带宽有限,且相对独立的星基或地基通信方式无法适应自动驾驶复杂多变的定位场景。

正如赵齐乐所说:“不管是传统行业还是新兴行业,对高精度定位的需求(这里主要是室外)是明确和迫切的。”现阶段北斗落地应用已聚焦多个关键领域,覆盖交通运输、农林渔业、水文监测、气象测报、通信授时、电力调度、救灾减灾,以及自动驾驶、电子商务、共享经济等行业,北斗的应用场景也是遍地开花,且各场景对定位精度的需求呈现出较为明显的差异。在自动驾驶、铁路定位等场景,对高精度定位技术的要求相对更加严苛,需要达到厘米级甚至毫米级来匹配行业应用的灵活性与精确性。相对地,机场调度、共享车辆管理等场景虽然对定位技术的精度同样有要求,但通常亚米级精度就能够基本满足服务需求。



武汉大学卫星导航定位技术研究中心主任、二级教授赵齐乐

高精度定位是北斗卫星导航系统的一大特色,伴随着数字化和智能化转型加快,各产业深度互嵌,位置服务需求急速攀升。据《2024中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》显示,2023年,北斗定位服务日均使用量超6000亿次,峰值超过万亿次。

当前,依托北斗卫星导航系统,中国高精度定位领域已成功部署一系列前沿技术,包括但不限于RTK(实时动态差分定位)、PPP(精密单点定位)、NRTK(网络RTK),以及融合PPP与RTK的创新PPP-RTK等主流技术路径,来实现室外环境下的高精度定位。

“GNSS(全球导航卫星系统)高精度定位技术发展不断迭代,形成区域网络RTK技术,目前绝大部分应用场景都是使用这个技术。”赵齐乐指出,现在的RTK、PPP、PPP-RTK性能对比,PPP-RTK技术更有优势,它集成了PPP与RTK技术的优点,可实现高精度、实时、快速定位。

PPP-RTK技术利用全球分布的GNSS基站网络来确定卫星的精确轨道和钟差,同时借助区域基准站对电离层、对流层等区域性误差进行精细建模。这些全球和区域的误差产品被实时传输至移动终端,结合流动站的实时观测数据,进行高精度定位计算。这种技术融合不仅保留了RTK技术的快速定位能力,还扩展了PPP技术的全球覆盖范围和独立定位特性,为测绘、建筑、农业、无人机导航等多个领域提供更为灵活、高效的高精度定位解决方案。

如大家所见,RTK技术经过多年的积累,已经变得越来越成熟。它的芯片、模块、接收机形成标准化产品,为全球通用夯实了基础。与之相比,PPP技术没有明确标准化的产品来满足用户的需求,现在用户使用量不是很大。赵齐乐希望能够把网络RTK和PPP-RTK结合起来,这样的融合特别利于海量用户的高精度定位。

随着各卫星导航系统的技术发展和能力提升,由基



2024年7月，南方测绘与武汉大学卫星导航定位技术研究中心签订战略合作协议，共同探索高精度导航定位技术的无限可能，为用户提供更加精准、高效、便捷的解决方案。

本星座提供内嵌的公开或免费PPP服务也开始成为趋势。根据规划，伽利略卫星导航系统（Galileo）设计在其E6B信号上提供全球覆盖、预期精度0.2m的高精度免费PPP服务。准天顶卫星导航系统（QZSS）通过其L6D信号面向日本本土提供基于PPP-RTK技术的厘米级增强服务。我国的北斗卫星导航系统本身也提供北斗PPP服务，在北斗PPP-B2b高精度服务里面，它通过北斗GEO卫星为中国及周边区域的用户提供北斗/GPS双系统精密卫星轨道、精密卫星钟差和DCB等在内的定位增强改正信息，从而实现便捷的实时PPP定位。赵齐乐坦言，高精度服务将成为新一代卫星导航系统的标配，而当前北斗PPP-B2b高精度服务在服务范围和收敛时间上与Galileo还存在差距。

2024年，正值北斗系统工程立项30年，北斗三号全

球卫星导航系统的最后两颗卫星也于9月送入太空，服务性能将进一步提升。而国家综合PNT体系的建成将会对目前市场上面进一步迭代优化，也很快为用户提供更好的服务能力。

高精度定位误差表征及统一

“从卫星导航系统来说，我们要实现高精度定位，无非就是把与卫星星座有关的误差、与接收机有关的误差、与传播路径有关的误差，用差分机制可以消除大部分，难以消掉的用模型改进，但是最终可以分为两大类：一类是与时空基准相关的误差，另一类是与空间环境物理参数相关的误差。

时空基准误差主要包括导航系统提供的基础信息，如轨道误差、钟差、模糊固定信息以及地面基准站

的数据误差等。这些信息，特别是轨道误差、钟差和模糊固定信息，是导航系统通过卫星播发的核心内容。以伽利略导航系统为例，它涉及的误差源如轨道误差、钟差、码间偏差和相位偏差等，都属于时空基准误差的范畴。

此外，当带宽足够宽时，我们还会考虑增加‘大气延迟’这一误差源的处理，它实际上是由空间信号在传播过程中受到大气（包括电离层和对流层）影响而产生的。空间环境物理参数误差则主要源于电磁波在传播过程中受到大气的影响，这种影响不依赖于导航系统的存在，而是始终存在的，且具有较高的分辨率。特别是对流层的影响，其分辨率更高，且受到水汽等因素的影响。在高精度定位中，这些影响往往无法完全通过差分机制消除，需要通过其他方法估计这些参数，但估计过程就需要一定的收敛时间。”

如何处理这些误差呢？赵齐乐介绍了两种策略，一种是直接通过卫星播发时空基准模型参数，另一种是当需要更高精度的空间环境物理模型参数时，可以采用如网络RTK、PPP-RTK等高级定位技术，这些技术通过增加电离层和对流层物理参数的观测，进一步提高了定位精度。

赵齐乐补充，从商业化的基准站来看，目前中国区域已有上万个站点可以实时获取并运行，这些站点为高精度定位提供了重要的数据支持。例如，开普勒提供的全国地基增强系统就可以提供基准站网络，而国外商业化合作也有5000个基准站网络可以实时获取，全球范围加起来有9000个实时数据流可以提供处理的服务。

由于多系统北斗/GNSS增强跟踪站网分布不均，如何基于不同密度的站网构建一体化全球高精度GNSS服务体系成为了一个挑战，基于这些站点的数据如何提供服务呢？

“实际上，动态时空基准产品就是时空基准模型刚才分类的类型，它可以解决PPP-AR（精密单点定位-模糊度固定）等问题，其效果类似于伽利略导航系统的第一类服务，即轨道、钟差和模糊固定信息，这样的服务

能够覆盖全球。通过多频点技术的应用，可以实现快速收敛，算力成果可以说是分钟级，1分钟就可能实现厘米级的定位精度，但它需要相对开阔的天空，进而解决全球精准定位的问题。通过动态时空基准产品即可实现PPP-AR，加上空间环境物理参数，则形成PPP-RTK。我们现在常讲的PPP-RTK，实际上和网络RTK也是在基准站条件下，增加了电离层和对流层的物理参数，进一步虚拟成观测值。

如果将时空基准与非差模式的环境参数相结合，即可形成PPP-RTK。网络RTK则是地面集成一个网，并将电离层、对流层的参数形成出来，就可以形成网络RTK的服务。

如果非差和双差的那两个电离层、对流层相互等价了，意味着它们之间可以实现相互转化，这种相互转化将带来诸多优点。我们致力于天地一体化导航增强系统技术，就是希望PPP-RTK和网络RTK能够融合，能够相互转化，新增一系列的优势。”赵齐乐分享了自己的思考。

基于SSR（状态空间）和OSR（观测空间）的误差表征具有一致性，通过SSR和OSR的转换可使服务端仅采用一套算法即可实现不同区域分级定位。对此，赵齐乐解释道：“状态空间与观察空间之间的转换，具体涉及非差与双差技术，它的电离层和对流层是可以实现优于2cm的精度转换，可以说PPP-RTK与网络RTK实现了良好的相互转化。通过这种转化，它们能够统一处理不同级别的网络数据，不管这些数据是通过卫星播发还是移动互联网播发给用户。

OSR和SSR可在终端或服务端等价交换，将SSR转换为RTK用户可使用的OSR观测信息后，终端可采用常规RTK模式，这样能够避免终端和服务端非差误差模型不统一造成的计算误差，减低终端计算量负荷。

SSR转换得到的OSR具有统一的模糊度基准，在基站切换及卫星失锁等条件下无周跳产生，在无网络场景下，支持RTK模式平滑切换到PPP模式，满足一些特殊场景的连续性定位要求，这样的优势，使得服务端仅采用一套算法即可实现不同区域分级定位。”

高精度分级智能服务系统

据了解,武汉大学、开普勒已搭建高精度分级智能服务系统(以下简称“服务系统”),实现轨道、钟差、对流层、电离层等不同时效性和区域误差的精准计算。其研制的智能分级定位终端软件,实现了在模块层的集成,并进行了大量动态和静态验证,实现了厘米级快速定位。

高精度分级智能服务路线中,其服务端采用了分级误差改正数解算,面向不同区域提供不同服务。高精度分级智能服务系统的搭建,带来三大好处:一是更便捷,服务系统提供的短时高精度产品预报,可以预报轨道、钟差、电离层、对流层模型等,用户云端通信1次,能够服务2分钟,成本降低10-100倍;二是更稳定,服务系统的动态自适应组网技术,能避免故障节点对整网的影响,保障服务连续不间断,关键时刻“不掉链”;三是更广泛,分布式处理架构能同时提供多类型定位服务,大幅提升用户容量。它既可以满足多层次用户服务,又可以满足亿级用户并发服务。

对于服务系统展示的结果,赵齐乐列举了轨道参数,“我们与国外同类型最高水平的轨道、钟差进行了比较,并计划利用低轨卫星群和中国区域站来实现类似PPP-AR时空基准的轨道、钟差等服务。未来,北斗系统本身也会升级其PPP服务,预计将达到甚至优于伽利略的服务水平。针对海外系统建站困难的问题,可以通过低轨卫星群来解决。虽然商业化站点可以提供大量数据,但出于系统安全和自主可控的考虑,北斗卫星导航系统不能依赖这些商业化站点。相反,它可以通过低轨卫星、星间链路等来支持其服务能力的提升,还有国家综合PNT体系未来10年也会支持低轨卫星群的发展。”

赵齐乐补充,北斗/GNSS实时钟差、全球实时/事后电离层模型、区域实时电离层模型、区域实时对流层模型、伪距观测信号偏差、相位信号观测偏差等相关产品出来后,就可以实现SSR和OSR的装载参数,服务端将播发的轨钟、信号偏差、大气延迟

等SSR改正数转换为用户端的测距观测值。换言之,网络RTK和PPP-RTK之间的融合,也就是星基和地基能够融合并共同提供服务,从而实现不同播发状态下的高精度定位。

关于杨元喜院士提出的弹性PNT服务体系,赵齐乐认为它是一种服务能力的弹性,而非基础设施的弹性。“实际上,这种服务能力加上系统设施和终端应用需求,就构成了我们服务系统的能力,能够为用户提供全球PPP-AR、广域PPP-RTK、局域RTK的定位服务能力。弹性PNT服务体系大部分瞄准的是军用领域,它反映的是快速恢复的能力,而我们的服务系统面对的是全球经济主战场,提供PPP-AR全球服务。为了完善这种服务,我们也进行了一系列的实验和测试,并与南方测绘的仪器设备结合起来,目前测试的结果还是比较好,这些新机也即将大面积开通使用。”

赵齐乐介绍,目前开普勒中国区域分级服务系统(Kstar)的网络RTK服务和PPP-RTK服务已经覆盖了绝大部分地区。而开普勒全球服务系统(Kstar+)的网络RTK服务和PPP-RTK服务也在全球范围内得到了广泛覆盖,特别是在欧洲、北美洲和亚洲等人口密集地区。“下一步,我们还将拓展到澳大利亚、印度等地区,使高精度服务都能实现PPP-RTK和网络RTK的服务能力。同时,北斗天地一体化高精度增强服务体系能让很多站点的数据快速地接入,进一步提升服务质量和效率。”

2035年前,我国将建成以北斗系统为核心,一个更加泛在、更加融合、更加智能的国家综合PNT体系。届时,从室内到室外,从深海到深空,用户将享受全覆盖、高可靠的导航定位服务。赵齐乐说,“关于北斗卫星导航系统的更新,我们也在深度参与。在未来的十年里,将是卫星导航一个很好的发展时期。”



文述生:

以自主高端研发促智能化测绘装备产业化发展

文/本刊编辑部综合整理

高端装备,国产替代

在当今科技迅猛发展的时代,智能化方法、技术和装备的应用图景正徐徐展开。作为一个技术密集型行业,测绘已然跟人工智能等新一代信息技术高度相融,并且扎根到各行业,成为不可或缺的存在。

在这一背景下,测绘的智能化也成为各家测绘企业的正在进行时,新产品、新技术持续涌现。一时间,测绘市场呈现百花齐放的姿态。以南方测绘为代表的自主企业,展现出“空天地海”一体化测绘独特的优势和广泛的应用。

文述生介绍,人工智能、机器学习、大数据分析等技术快速融入,测绘过程智能化逐步成为现实,并将推动测绘行业与其他领域的融合和创新。国产高端测绘装备正朝着万物互联、动态实时、实景复制、泛在服务的方向迈进,为智能化测绘奠定了良好的基础。

作为一直致力于推动测绘装备国产化的龙头

企业,南方测绘基于过去数十年积累的科研力量及经验,在智能化装备方面取得了一系列创新成果。南方测绘自主研发出一批具有自主知识产权的高端及新兴装备,并加速推进其产业化应用。无人机、激光雷达、无人船、机器人全站仪、智能全站仪、MR3位移栈等装备,在性能和功能上实现了重大突破,以高精度与多功能集成,为高端仪器装备国产化替代作出了积极贡献。

在北斗应用方面,南方测绘很早便开始介入北斗相关核心产品和技术的研究,从首台北斗RTK、首款北斗GIS、首个北斗CORS到全系列北斗高精度定位装备,再到完备的多行业应用解决方案,北斗应用可以说遍布国内、走向海外,持续推动北斗规模化、产业化、国际化发展。

在无人机、三维激光方面,南方测绘融合了相机、IMU、GNSS联合测量装备,支持单镜头、双镜头、单镜头+IMU、双镜头+IMU、组合GNSS的导航定位装备,以此来满足不同用户不同需求。值得一提



南方测绘总工程师文述生

的是，视觉SLAM+IMU+GNSS组合定位测量，能够实现SLAM实时定位定姿。文述生指出，它使用目前精度和效果鲁棒的VIO-SLAM算法进行实时建图与定位，支持运行视觉、视觉惯性和多地图，支持单镜头、双镜头和RGB-D相机，并基于RTK设备组合GNSS定位导航，进一步提升SLAM位姿解算的精度，以提升非接触测量、定位的准确性。

单镜头+AI识别+IMU/GNSS组合测量在单镜头模式下，可依赖IMU/GNSS组合位姿或SLAM实时解算位姿，对AI检测识别的目标地物进行前方交会实现目标定位。同时，还可以使用深度学习训练网络，进行智能AI识别对目标地物进行快速提取，优化提升网络训练、推理效率，改进细小目标的检测精度，识别准确率达95%以上。文述生补充，近些年，南方测绘的北斗系列也加入了一些智能化测绘技术。例

如创享V2实景双摄RTK采用了南方智云AI引擎，当用户自动导入目标点位照片，建立目标影像库后，主机将通过智能学习，在测量放样等工作中，自动找寻目标，精准识别目标，并直接给出测量成果。

双镜头深度估计+IMU/GNSS组合测量也独具特色，支持GNSS-RTK/IMU、双镜头深度估计，或激光器辅助深度估计技术、智能AI识别技术等融合，实现更智能化的非接触式测量定位，所见即可测，实时获取厘米级绝对位置信息，实现全自动化测量定位。

智能高端测量装备的产生、应用和不断演进，将为智能化测绘加速发展赋予强有力的支撑，解决测绘数据高效泛在获取和智能化实时处理的问题，满足多行业和面向大众的低成本、高精度时空数据服务需求。

“测绘+”规模化应用

据了解，南方测绘的“智能化”不仅仅表现在产品层面，更重要的是概念和生态层面的升级。建立一个完整的智能化生态，从提供产品升级到提供解决方案，也就是提供覆盖测绘地理信息全业务流程的一站式解决方案，保护数据的同时提高作业效率。

企业要深耕行业，做到“十八般武艺样样精通”可以说是非常有挑战性的，而南方测绘的优势在于创立时间早，见证了测绘地理信息一路走来发展历程，对行业全业务流程有更深理解。南方测绘现有产品体系覆盖了传统测绘装备、航摄系统、遥感测绘、激光雷达设备、水下测量系统、地下采集系统等，满足“空天地海”全空间、全行业数据采集需求。

为匹配现代化地理信息应用和时空信息服务的市场需求，南方测绘还投入了大量资源构建和完善项目能力。从项目专项团队建设、实施基地布局、算力集群搭建到设备资源储备，形成了目前业务专精、技术一流、行业领先、覆盖全国的项目实施体系。如今，南方测绘的足迹已遍布自然资源、住建、应急、交通、水利、电力、安防、建造、文旅、政数、农业、教育等领域。

面向时空信息与服务，南方测绘整合了测绘装备国产化自研能力、全空间一体化采集建模能力、融合北斗高精度位置服务能力、数字孪生平台构建能力、行业信息化系统开发能力等综合能力，围绕时空大数据服务和行业专题应用，提供涵盖数据采集、数据工程、数据应用等环节的项目全流程服务。

就低空经济而言，南方测绘拥有自己核心的知识产权、独立研发的各类低空软硬件和平台产品，如智航SF4200垂直起降复合翼无人机、SouthUAV南方航测一体化平台系统、SouthLidar南方三维激光一体化处理软件、SmartGIS Survey基础地理信息数据生产平台等，

面向不同应用需求，提供专业化时空信息与服务。

伴随智能化技术的不断优化，时空信息平台及系统的应用边界不断拓展。南方测绘以“互联网+空间信息”为核心，以全空间一体化的三维建模技术为基础，结合物联网、大数据、人工智能、虚拟现实等前沿技术，打造自主平台及产品体系，实现物理世界的全空间数字化、精细化管理，达到立体空间信息的一库汇聚，构建“智慧城市”全时空、一体化、地上下、室内外的三维立体孪生模型基底，支撑海量多源城市数据统一管理、融合、计算、挖掘、动态呈现、维护和共享。

目前，形成的省级空间治理平台、智慧城市时空中台、城市级综合管廊智能化管理平台、城市级地质大数据云平台等已经在国家级试点、国家级创新应用示范区得到发展，助力实景三维中国推进，开展智慧城市应用实践。

面向水利水务，南方测绘结合行业用户与生产及业务的实际诉求，从全空间数据采集到全要素空间数据生产，再到数字孪生平台智慧应用，为雨水情测报与大坝安全监测、水资源调查、水务信息化与数字孪生水利、水旱灾害防御与应急救援等多类应用场景提供全方位的服务，显著提升水利等行业数字化、可视化、智能化水平。

面向安全监测，可以说，这一直是南方测绘擅长的领域，在经历智能化升级后，也完成了设备向方案的转变。以完备的监测解决方案、完整的软硬件产品研发生产链条，积极助力安全监测技术为地灾、交通、水库、矿山等领域发展赋能。其中，南方测绘累积实施应急监测类重大项目超过500个，国产智能装备在滑坡、防汛、矿库监测等数百个应急监测场景的万余个自然灾害隐患点中感知风险，守护安全。文述生强调，南方测绘智能化监测，远不局限于自动监测平台、远端解算、自动解算以及智能化预警方案，在未来，南方测绘也会更加努力把AI以及智能化技术与知识嵌入到产品当中，向下一代发展。



在第12届中国测绘地理信息技术装备博览会现场首次亮相的中国第一台超声波马达全站仪

未来智能测绘装备

智能化测绘旨在将越来越多的简单性、重复性甚至危险性的测绘任务交由机器完成,而让人类更好地发挥知识创造、空间思维等方面的能力,达到赋能测绘生产,提高效率与水平的目的。可以想象,未来的智能测绘装备,将循四大方向发展。

一是智能化与自动化水平进一步提升。测绘装备将大量使用更加先进的传感器、控制器等技术,以及机器人平台和人工智能技术,来实现更加精准、高效的测量和数据处理过程。

二是网络互联,触发协同作业能力。万物互联、泛在服务等需求,将促使测绘装备更加注重基于网络的协同作业能力。通过与其他智能设备的互联互通,形成智能化的测绘系统,实现高效协同作业方式。

三是集成化和定制化发展。测量仪器将向集成化和与定制化服务方向发展,以满足工业制造小型化、轻量化的需求。

四是虚拟化发展。在某些特定场景,测量仪器将向虚拟化方向发展,通过计算机模拟实现测试,

能够实现更安全、更高效的测试。

文述生说,“前面很多院士、专家谈到的一些技术,南方测绘也会逐步引入到产品的设计、开发当中。智能化方向可能是虚拟化发展方向,也可能是虚实结合的一个目标。我们认为未来智能化测绘装备,应该是空天地一体进行测绘,最后形成测绘成果。在这里我没有介绍高深的理论,主要将所熟知的方法技术融入到测绘研制当中,形成测绘生产,提供服务,得出最终成果的状态。”

智能化测绘的一些设备雏形已经在呈现,南方测绘也在积极跟踪和研发当中,解决现在急需的一些问题,比如说高负载室内全向轮测量、室内外全地形测量以及面向未来的无人驾驶、人员无法到达的一些地方的测量。

全地形移动机器人平台,主要用于定位导航、人机协作、危险场景作业、多机协作、机器人控制和分析、勘测、机器视觉运动目标跟踪、智能机器人仿真与虚拟教学、人工智能、智能机器人实验室建设、机器人竞赛等多个领域。而全类型机器人设备管理平台将提供设备权限分配、使用记录管理、数据留存、规划部署等应用。20公里外,不同区域设备,轻松实现云端远程监控与操控。

机器人云协同控制系统,南方测绘也正在研发当中。通过轻巧紧凑的移动机器人,搭载深度相机、多线激光雷达、无线模块等获取本地数据,进行分布式人工智能的模型训练,实现感知、通信、计算的一体化设计。利用平台移动特性来模拟动态的网络拓扑,设计机器学习算法来辅助移动通信网络的资源优化。

在一个平行的虚拟世界,多行业需要实景重建,测绘将赋能多行业应用。当下,南方测绘已打响教育行业“元宇宙智能测绘”第一枪,在全国各高校推广元宇宙智能测绘实训室、元宇宙激光雷达智能实训室、元宇宙智能监测实训室、元宇宙无人机航测智能实训室等四大元宇宙智能测绘教学系统应用。四大实训室通过虚实结合、多人协作等高新技术实现了实操虚测、数据孪生等功能,成功地将真实仪器的操作与虚拟仿真进行了有机结合,将施工现场搬到了课堂。

一路“高歌猛进”的智能化测绘,边界还在扩展中。未来还会有新的技术、新的产品、新的应用涌现出来。“自主高端智能化测绘装备研发及产业化发展,南方测绘必将续写新的精彩篇章,在未来的发展当中,做到精准、高效、求实、创新,为测绘事业高质量发展作出企业贡献。”

南方测绘

南方测绘海陆空全空间应用方案





大国重器之匠心：测量工匠的创新与实践

——“测绘大讲堂”第五期沙龙记录

文/本刊编辑部综合整理

党的十八大以来,习近平总书记把科技创新摆在国家发展全局核心地位,他多次提到“关键核心技术是国之重器”。从无到有、从弱到强,嫦娥探月、天问探火以及国产的大飞机等一系列标志性大国重器如同一颗颗璀璨的明珠,显现在中华民族伟大复兴的蓝图中。

大国重器和测量技术是密不可分、紧密相连的。一方面测量技术是大国重器高质量制造的关键支撑,另外一方面测量技术也时刻为大国重器的安全运行保驾护航。同时,测量技术的进步也持续推动着大国重器向更高水平发展,不断地提升其科技含量和国际的影响力。

在每一个大国重器当中,每一项超级工程,每一项科技成果的背后,始终有一群辛勤耕耘、精益求精、默默付出的大国

工匠。他们以实际行动诠释何为工匠,用匠心测量中国的精度,一步一个脚印,一步一个台阶,将一个个不可能变成可能。

2024年11月5日,由中国测绘学会组织主办的2024“测绘大讲堂”第五期在深圳大学粤海校区校友广场举办。本期大讲堂以“大国重器之匠心：测量工匠的创新与实践”为主题,由深圳大学党委书记、中国工程院院士、国际欧亚科学院院士李清泉,中国科学院空天信息创新研究院研究员邸凯昌,南方测绘集团董事、常务副总裁缪小林,广州市城市规划勘测设计研究院原副院长兼总测量师、全国首批“工程测量工匠”林鸿四位测绘领域专家先后作专家报告,并举办互动沙龙,重庆市测绘科学技术研究院党委书记陈翰新主持讲堂。在沙龙环节,5位专家围绕3个话题展开热烈的探讨。

？精密工程测量在服务大国重器方面,还有哪些“卡脖子”的难点和痛点问题？



李清泉

我们解决“卡脖子”问题的一个重要出发点是需求。

在重大工程建设中会出现一些新的需求,传统的技术和方法没办法解决,即便国外有成熟的技术,但是由于种种原因,我们没有办法使用它。比如在港珠澳大桥建设的沉管建设测量过程中,就有一些技术是国外的,但是使用代价很高,所以我们需要自己去研发。

还有另外一种情况,我国工程建设技术走到了世界最前面,很多问题是国外也没遇到过,出现了新的挑战,新挑战带来新的“卡脖子”问题。

比如我们最近跟中国铁科院正在研究400公里高速铁路的基础设施快速检测问题,当前我国高速铁路的最高时速是350公里,未来需要发展400公里时速运行的高铁,速度的提升对轨道参数、接触网、附属设施等都提出了更高的要求,现有的检测技术无法满足需要,那就需要研究新技术。

再比如,中国中车现在正在进行600公里时速磁悬浮项目建设,在青岛的磁悬浮试验线已经建成。600公里的时速运行,对磁悬浮轨道平顺度的要求就非常高。速度越快,挑战越多。我们跟中国中车合作,面临几个挑战:1、从车到路,如何确保600公里磁悬浮速度轨道基础设施建设的质量?传统方案在这种长距离、大范围的项目中做起来非常困难,需要耗费大量的人力,有没有更新更好的办法?2、在运维过程中,怎么样在动态监测中确保高精度,当前上海的磁悬浮列车在运行一段时间后,由于沉降幅度大,轨道不太平顺,才100-200公里的运行速度,已经晃来晃去不稳定,让人难受,以这样的基础

条件提速到600公里时速基本不可能。

随着我国大型工程建设不断发展,新的技术难题和挑战会不断出现,这也给工程测量领域带来了更好的机遇。

我最近去了川藏铁路,海拔在3000~5000米。在川藏高原上建高速铁路非常困难,面临很多新的问题:比如在风很大的环境下,人工无法操作,怎么监测大跨桥梁的震动,这时候就需要全自动、智能化的监测设备,实现无人监测、自动处理、自动预警。高铁线路路经地区断层很严重,经常发生地震,地震是否会对高铁运行产生影响,我们能否及时地监测到板块运动,及时预警轨道、隧道的形变以确保高铁安全运行……这是一系列的巨大挑战。

我认为,未来随着这些工程建设的开展,技术难题会不断出现,对工程质量提出更高要求,也有更多的机遇让我们来思考和解决这些问题,并在这个过程中同步推动技术的发展、学科的发展和人才的培养。



邸凯昌

从我的研究领域来看待这个问题,月球、火星包括更遥远深空的小行星等的探测难点主要在于环境的特殊性。以月球为例,因为没有大气,高温能到120℃、低温-180℃甚至达到-230℃,这种极端环境对一些传感器的使用寿命有比较高的要求。

举个例子,“嫦娥七号”是探测月球的重点项目,月球的极区探测就是这次月球探测的重点,地球有20多度的倾斜角所以带来了四季的变化,而月球几乎没有倾斜角,倾斜轴1.5度。赤道附近有太阳光的地方几乎是直射,但在太阳高度角特别低的极区有很多阴影,有些区域是永久阴影区,永远照不到太阳。探测月球的着落区要有光照,如果过量的阴影将会给摄影测量遥感带来挑战。

当然着陆的时候会更加的困难,这些区域地形

起伏, 还有对温度的特殊要求, 特殊环境也给着陆以后传感器的巡视探测带来了新的挑战。虽然我们此前嫦娥系列探月计划都很成功, 但后面每一次任务都需要挑战新的、更有意义的区域。

探月是个系统工程, 载荷制造、探测器制造、数据处理和测绘遥感技术参与等各方面都需要融合, 还要突破月球特殊环境的要求和难点。但是在探月计划的发展过程中, 我们也在推进测绘遥感技术和深空探测的进一步融合, 未来会有很多事情可以做。



从测绘装备发展角度来看, 我个人认为真正“卡脖子”反而是用户认知、使用上的习惯。当前我们使用的一些常规装备和新兴装备, 真正从技术上说“卡”点真不多。比如说得最多的芯片和操作系统, 如果完全不用国外的, 用国内的也能实现目的, 这其中有个问题, 我们确保满足基本使用功能, 但是一个产品的性能、可靠性需要依靠用户使用的积累和迭代才有持续提升。

当前在一些新兴领域, 欧美发达国家有相应的设备 and 应用体系, 我们下一步也需要大力去研发和提升, 但是这个过程是需要时间的, 从产品研发出来, 到用户接受使用, 再到反馈和性能迭代升级, 这个需要用户使用习惯的适应。以国产‘海洋装备’为例, 不是企业没能力研发出来更好的成果, 而是企业会进行投入和产出比的合理评估。在国家的大战略指导下, 相关组织可以不计产地投入几个亿, 产值一两千万, 但是企业无法背负。

总体来讲, 目前以我们产品的研发能力, 是足以去匹配国内市场的工程建设测量需求的, 当然, 我们也会持续提升, 让产品更可靠、性能更优, 让用户使用体验感更好。



我们回顾会发现, 十几年来工程测量、精密工程测量的发展是伴随着大型高科技、特殊工程的发展而推进的。现在的工程对精度要求越来越高, 以前我们定义的精密工程测量是绝对精度能达到1—2毫米, 相对精度能达到亚毫米级)。而现在的高科技工程、特殊工程要求绝对精度是达到亚毫米级。

所以, 我个人觉得将来要解决的问题有两方面。第一, 提升仪器装备本身的精度, 精密工程测量很大程度上还是需要依赖仪器装备的性能。第二, 人才的培养, 听李清泉院士所说的海底沉管对接, 这种精密工程测量对多学科、交叉学科等复合型人才的专业要求极高。

主持人总结



以问题为导向来牵引精密测量工程的发展, 通过这些“卡脖子”的解决, 也进一步提升我们工程测量及精密工程测量的技术水平。

第一, 工程测量服务大国重器面临着复杂、极端的环境。李清泉院士报告所提及的施工测量在近海岸, 远海岸高压的水下、宇宙的真空状态、珠峰测绘的极寒地区等极端条件, 测量设备能否正常运行, 也是很大的考验。

第二, 大国重器建设对工程测量精度要求越来越高。“深中通道”的隧道施工, 一个接管8万吨, 是一艘航母的重量, 这个庞然大物定位精准度要达毫米级, 要求极高。

第三, 工程测量服务大国重器要考虑多学科的融合。当前的精密工程测量技术融合了包括激光、无人机等在内的多学科技术, 有技术的融入就需要多学科的应用, 就需要综合型的多学科人才, 才能够推动行业的发展。

精密工程测量技术未来的发展方向如何?



“嫦娥探月”系列计划、“天问一号”探火等取得了很大的成功, 人类探索遥远深空脚步不会停止。“天问二号”是小行星探测, “天问三号”是火星返回, 月球探测任务在月球背面采样非常成功, 后续建设月球科研站需要对月球南极的环境和资源进行勘测, 要验证月球资源的就地利用技术……这些需要多次多个任务的协调, 所以, 我们测绘遥感技术的发展, 要提前考虑如何应对未来更加宏大、更具挑战性的任务。

早期我们参与的部分主要是解决航线工程任务, 这个过程中可靠性是最重要的, “可靠”的认定有各种技术的测试、各种管理的标准, 随着发展的推进精度也有较大的发展提升。

未来我们需要更关注智能化的发展, 当前某种程度自动化的实现, 依赖于地面专家们的规划, 目前可以一次规划完成10-20米距离范围的探测, 但是行驶效率比较低, 作业形式比较慢, 如果将来进一步地发展智能化的感知能力、行走能力, 可能实现一次性规划1公里以上的范围搜索, 那就是很大的进步了。当然, 这个提升不局限于具体算法的提高, 还需要传感器的载荷能力、重量、续航等的同步提高, 未来会朝着高精度走向智能化的方向走, 这样才能获得更多回报。



工程测量学科发展得非常快, 有几个趋势非常明显。

一是包括工程测量在内的测绘技术整体将与越来越多的学科进行交叉, 比如跟航天合作在外太空使用的测量技术, 传统的工程领域也有交叉的案例。

二是通过学科的交叉, 比如与人工智能的融合, 拓展了测量学科的应用领域和范围, 提升了测量技术的智能化水平。

三是我们正在从原来传统的施工测量向检测和监测方向转化。

2024年中国测绘学会工程测量分会的年会有1000余同行参会, 队伍越来越庞大, 说明这个领域在扩大, 工程测量的服务面也在扩大, 智能化水平也在提高, 装备也在提高拓展。以前都是用传统的测量仪器来解决问题, 现在有很多专业的新仪器设备, 太空、水下、地下这些环境的测量需要用到什么设备? 有哪些应用需求? 我们再来满足。从这个角度来看, 工程测量前景可期。

非常遗憾的是, 相比测量, 现在很多年轻学生更愿意学遥感、GIS, 因为遥感好写论文出成果, GIS好找工作有出路。事实上, 相比遥感和GIS, 如果真正把测量学透又有独门的绝活, 就能够在市场找到机会, 这种人是很适合去创业的。我就有差不多10个硕士毕业生在创业, 他们依靠独门测量相关技术找到与传统工程测量有明显差异的细分领域, 找到很多市场机会。比如将无人机与摄影测量结合起来, 成为一个新的测量手段, 又符合低空经济, 可以用于空中网格员, 低效土地利用的检查、核查, 海里鱼排的监测等应用领域。



缪小林

精密工程测量需要精密测量装备, 作为装备厂商, 我们就是要做好集成化、高性能和智能化的测量装备。同时, 我们会针对一些新的需求, 集成多领域的技术, 通过一系列的项目、解决方案衍生出满足市场需求的产品, 并且形成差异化, 这是未来很重要的方向。



林鸿

从我的理解来看, 精密工程测量的发展需要“硬件”“软件”两方面的结合, 这里所说的“软件”包括测量方面新的理论和方法, 李清泉院士的报告内容里也有涉及, 事实上这些测量实施的方法并不能够从传统的教科书上看到, 除了硬性条件需要提升外, 还需要我们新的理论、数据处理、新的观测方法等软性方面展开研究, 这是未来不可忽视的重要工作。

主持人总结



陈翰新

总结起来, 第一, 服务大国重器需要高精度的支撑, 这也是以后的发展方向。第二, 测量技术的发展需要适应极端环境的测量需求, 比如水下、太空、地下管线等人员到达不了的地方。第三, 精密工程

测量与其他更多技术的融合是一个大的方向, 不应该将其定义为单独的技术体系。第四, 工程测量跟AI结合后的智能化、智慧化发展, 比如地灾监测项目的迅速响应。

精密工程测量跟老百姓有哪些密切相关的事情



林鸿

精密工程测量跟老百姓生活是密切相关的, 几个简单的例子: 第一, 与老百姓日常出行紧密相关的地铁、高铁、机场、高速公路以及隧道, 这些相关的建筑都与精密工程测量密不可分, 比如深中通道、港珠澳大桥、隧道, 秦岭隧道群将近36公里的贯通绝对是精密工程测量里的高难度动作, 都与老百姓出行密切相关。

第二, 无论是高速路山体边坡监测还是地下管线探测, 在老百姓平时不会特别关注的灾害监测及应急响应这块, 精密工程测量都做了很多工作。一旦发生地震、洪水等灾害, 高精度测量数据就能够为政府提供相关的数据决策, 来支持减少灾害带来的影响。

第三, 每个城市的规划、建设、土地管理、环境保护都离不开高精度测量的数据。



邱凯昌

深空探测看起来离老百姓生活有点远, 实际上深空探测是一个重大的系统工程, 带动一系列高新

技术的发展, 这些高新技术一直在陆续转为民用。

举个例子, 大家现在用的手机、无线通信、微波炉等设备和技術, 都是冷战时代阿波罗探月任务带动起来的, 最早就是在月球探测中研发应用的, 最后转成民用。大家可能想不到, 现在婴幼儿用的纸尿裤, 最早也是专门给航天员研制的。深空探测是一个需要国家持续投入的大的系统工程, 我们也期待在这个领域陆续实现技术创新, 然后转入民用。

现阶段我们是认识月球、认识火星, 在不久的将来要利用它。月球上有比如钛、能源氦-3等很多矿产资源, 在不久的将来会是咱们整个人类的福祉, 从这个意义上说, 深空探测以及精密工程测量离普通老百姓并不遥远。



李清泉

人类认识自然、改造自然的过程, 本就离不开测绘技术, 人类历史发展过程已经多次证明, 对深空、深地、深海位置空间的探测需要测量技术来支撑, 人类发展史就是测量技术发展的历程。当前, 在人类日常生活安全、舒适等不断改造提升的过程中, 测量技术也发挥了很大作用。

大家回想一下, 刚开始有高速公路的时候, 行车颠得很厉害, 路面还经常破损, 为什么现在高速公路很平, 看不到坏的地方? 这背后也是精密工程测量在发挥作用, 我们大概研发了几百台路面病害检测设备, 日常在全国的高速公路上跑着检测, 就是为了确保行车舒适度。

再比如, 2022年北京冬奥会速滑馆1.2万平方米的冰面平整度, 使用测量技术, 帮它们打造世界上最平的冰面, 北京冬奥会也成为世界上破奥运会滑冰纪录最多的一次, 业主方评价也很高。

还比如, 高铁每天350公里的时速全天跑, 其实每天早上有一列专门检测的空车行驶通过, 把所有高铁线检查一遍, 确认安全后才正常地运转, 如果没有检测列车在前面跑, 列车是不敢提速到350公里/小时。比如广东地区最近的滑坡、陕西的地质灾害、西藏东南地区的雪崩、深圳地铁病害检测都离不开测量技术……

我们现在做的测量技术应用, 正是在最有力地保障着老百姓生命财产安全, 同时提高大家的生活水准、生活质量。测量为探索未知, 为生活生产安全提供强有力的保障, 所以测量技术伴随着人类的发展需要一直发展下去, 而且只会越来越重要。

主持人总结



陈翰新

工程测量跟老百姓生活息息相关, 也服务着老百姓生活的各个方面, 跟位置有关就跟工程测量有关。比如说刚才提到的出行方面, 高铁、轨道从建设、施工、运维、安全都离不开工程测量, 导航也离不开, 居住也离不开工程测量。工程测量是在不断提高生活的水平和水准以及生活质量。

测古建激光显法, 绘楼塔点云赋能

——从《黑神话：悟空》看三维激光技术在历史建筑数字化建档的应用

文/本刊记者 洪智超 图/陶小康

2024年国产单机游戏《黑神话：悟空》火遍全球。抛开游戏打斗体验和剧情走向,《黑神话：悟空》在美术方面也令中外玩家称赞不已。“层层殿阁,选迭廊房,三山门外,巍巍万道彩云遮,五福堂前,艳艳千条红雾绕。”《西游记》第六话中寥寥数笔描述了一个瑰丽壮观的观音禅院,作为观音院长老和黑熊怪偷袈裟故事的事发现场,读者较少在阅读时注意到寺庙的环境。游戏则以现存历史建筑为原型,将观音禅院再现于玩家眼前,给玩家带来了前所未有的沉浸式游园体验和视觉震撼。

《黑神话：悟空》掀起了一阵古建筑传统文化热潮。游戏外,山西文旅成功接住了这波流量,为山西文旅在互联网时代下成功“出圈”提供新的宣传路径,实现了虚拟与现实的互益双赢。据了解,国庆假期山西省接待国内游客量较上年同期增长84.99%,可见玩家群体对古建筑中蕴含的传统文化的钟情与喜爱。游戏带动山西旅游爆火,也让我们意识到,技术创新对传统文化传承的重要意义。

游戏制作团队赴多处名胜古迹,通过三维激光技术精准扫描文物、古建筑等,应用到游戏场景构建中。历史文物建档是文化遗产保护的重要组成部分,对于历史研究、城市规划、文化旅游有着重要的意义。传统的历史建筑建档多使用卷尺、激

光测距仪、全站仪等设备绘图,不仅效率低、精度较差,还可能在测量过程中接触历史建筑,对其产生损害。

近年来,三维激光技术越来越多地应用于历史建筑数据采集。事实上,南方测绘就是较早将该技术应用于历史文物建档工作的单位之一,同时也积累了丰富的实践经验。南方测绘上海分公司项目应用事业部总监陶小康介绍,三维激光测量技术有着高精度、高细节、高效率、操作便捷、减少直接接触以及数字化保存与传播等众多优势,能有效规避传统测量方式的种种弊端。

数据获取精度高

传统历史建筑测量方式根据现场复核人员经验将认为需要复合的数据测量出来,存在人为因素干扰,测量数据存在以偏概全的情况,准确率不高。

而三维激光扫描能够以毫米级的精度获取建筑和文物的三维数据,通过多次架站或移动测量能够全方位获取现场情况,点云数据可获取人工不可测量位置的尺寸数据,准确率高,也能避免人工测量的漏测误测而导致的返工。这种高精度的测量结果能够详细记录建筑的形状、尺寸及其细节,为后续的修复、保护和研究提供可靠的基础数据。

使用传统内业方法处理历史建筑建模,是根据测量到的关键点位置数据在图纸上标记数据,依据现场手稿绘制CAD图纸,再根据CAD图纸进行三维建模。点云数据可导入到SouthLidar Pro等后处理软件,轻松获取平距、斜距、垂距、净空、直径、角度、方位角、坡度、倾斜角和坐标等一系列数据;还可以根据点云数据准确地修改复合BIM模型。

数据采集速度快

传统测绘方法效率低,只能测量点到点的距离,劳动强度大。使用激光扫描能够在较短的时间内完成大范围区域的数据采集,以南方测绘自主研发的SPL-1500架站式三维激光扫描仪为例,单站最快扫描速度可达16秒,3mm/10m高精度档位单站测量时间也只需要4分半的时间。此外,南方测绘还推出了RobotSLAM系列手持三维激光扫描仪,可搭载多种平台,可以较好地获取建筑或文物的细节结构数据。

这种高效能的仪器特别适合于需要迅速获取大量信息的场合,比如在对即将受到威胁的历史建筑进行紧急保护时。

南方测绘自主研发的SouthLidar Pro是一款点云显示及后处理软件,集海量点云浏览、点云纠正、点云渲染、点云裁剪、点云量测、全景图像叠加及量测、地图定位、DLG矢量线绘制等功能于一体,能够实现200站以上点云数据自动拼接,支持不同(类型、品牌)激光扫描仪器、不同格式点云的识别与拼接。

三维点云数据可以进行进一步处理和分析,生成可视化的模型和可用于虚拟现实的场景。这为建筑的修复、保护方案的制定提供了重要的参考,为研究人员提供了更为直观的分析工具,可以预见未来这一技术还将更多地应用于学习、游戏等场景,在线游览能够增加广大群众了解历史建筑,接触传统文化的机会。

为文物保护与修复提供依据

通过对历史建筑和文物进行三维扫描,可以识别出潜在的结构问题和劣化现象。这种提前的预警机制使得保护和修复工作能够更加科学和有针对性,降低了修复过程中

的风险和不确定性,还可以定期对历史建筑进行监测,记录其状态变化。这种长期的监测能够帮助保护机构及时发现问题并采取相应措施,确保文物和历史建筑的安全。

在历经漫长岁月的变迁之后,历史古建筑都不免受到某些程度的毁坏,有效的古建筑修复和文物开发再利用也受到社会越来越多的重视。在此背景下,三维激光技术与古建筑修复领域的结合势在必行,三维激光测量技术在历史建筑和文物保护中的应用,极大地提升了数据采集的效率和精度,为保护文化遗产提供了强有力的技术支持。

南方测绘在历史建筑、文物保护、数字博物馆、考古发掘、城市更新、空间微改造等领域锻炼出强大的技术服务能力。为进一步提升服务支撑能力,南方测绘上海分公司成立了历史建筑保护事业部,现拥有接近20套地面扫描设备、5套手持三维扫描仪、20架专业航测无人机、专业古建筑扫描升降云台五套(8米升降)以及50台专业绘图工作站,内外业技术人员近80人。

南方测绘承接了全国上百个文化遗产保护项目,积累了丰富的项目实践经验,形成了完整成熟的解决方案,下面介绍一些不同类型的历史文物保护案例:

五台山大白塔:全名叫释迦文佛真身舍利宝塔,又叫大慈延寿宝塔,通高54.37米。大白塔造型优美,加之处于五台山的中心台怀镇,四周分布着寺庙,成了中国四大佛教圣地之首——五台山的标志。大白塔是我国建塔史上的一项伟大成就,是我国塔式建筑中少见的珍品。随着时代的推移,建国后历经几次重修,如今大白塔表面出现若干处不同程度的裂纹,严重影响白塔的安全。



五台山大白塔

为了能及时发现白塔的安全隐患,对白塔进行修复。南方测绘采用无人机航测、架站式三维激光、手持三维激光等先进的测绘设备对白塔进行前期的数据采集。

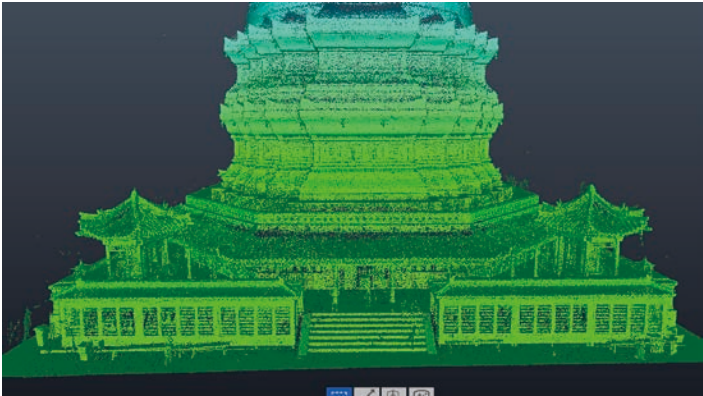
陶小康介绍:“大白塔建筑体积较大,外观和内部细节丰富,无人机倾斜摄影可以快速建模,整体反映历史建筑的外观特征和纹理细节;外部立面测绘采用架站式三维激光扫描,对于塔身的破损修复工作,点云模型能够更精确地提供裂缝三维位置信息,内部结构细节则采用手持三维激光设备采集。”根据模型成果,南方测绘项目团队绘制了白塔平立剖图纸、制作白塔精细化三维模型、3Dmax模型、佛龕精细模型,为白塔的保护提供全面可靠的数据支持。

随着中国城镇化进入下半场,城市空间发展更加注重增量的结构调整和存量的提质改造。保护与再生的思考和行动也在悄然变化,国家高层倡导“守正不守旧,尊古不复古”的保护发展观开始渐入人心。保护与再生的理念、方法和解决途径不断进步。

在繁华的上海市中心深处,镶嵌着古香古色的建筑群落——豫园。豫园始建于明代,其中最核心的建筑世春堂曾被传教士改造为教堂,是上海历史最悠久的天主教堂,为方便传教,其建筑仍以江南民宅风格为主,部分建筑装饰又有着显著的西方风格,浓缩了该地区中外文化交流的历史。

对于城市中心区域的历史建筑保护,更需要精心的规划与设计,平衡好发展与保护的关系:在城市规划中充分考虑古建筑群落的保护,确保古建筑群落与城市发展相协调。在古建筑测绘建档工作中就充分考虑保护与改造相结合的需求,对于具有重要历史价值的建筑,应尽可能保留其原貌,并进行必要的修缮和维护;另一方面,也可以进行因地制宜的改造和再利用,赋予其新的功能和使用价值。

南方测绘全程参与了豫园测绘建档项目的方



大白塔点云模型



大白塔倾斜摄影模型



塔身破损部位细节

案设计、外业采集、内业处理以及图纸绘制工作。该项目所含建筑共547栋,其中,世春堂是豫园建筑群中最重要的建筑,是本项目中唯一一栋上海市文物保护单位。为了记录世春堂的建筑细节为后期修复



豫园核心建筑世春堂点云模型与实景拍摄效果对比

保护工作提供支撑,项目团队对世春堂内外进行了全面的激光扫描测量。豫园内建筑密集,为了对巷道和建筑进行全方位覆盖,项目团队通过站点设置,获取了多角度的点云数据,并通过无人机倾斜摄影和近景摄影对成果进行补充。

类似本项目的密集建筑群中,三维激光测量在获取平面图、剖面图等档案数据方面效率和质量优势也非常明显。

三维激光扫描技术可获取建筑每个内部空间的点云,将多点云进行拼接就可以进一步获得整一层的空间格局点云。通过横向剖切点云数据,即可获得历史建筑空间划分情况。基于剖切点云,可准确量算角度、长度等尺寸信息,并绘制建筑平面测绘图。对于测绘形状不规则的历史建筑,相比于使用尺规手工量算角度和长度的传统测量方式,三维激光扫描方式可更为全面精确地获取建筑平面信息。

在建筑外立面测量方面,本项目中的建筑尤其是核心建筑世春堂外立面细节信息丰富,基于点云数据勾画建筑物轮廓及边线、细部复杂装饰的线条,能够高效完成外立面测绘,节省测量时间。

本项目的成果质量及作业效率均符合业主要求,得到了用户的充分肯定。

三维激光测量技术在历史建筑建档、文物保护、数字博物馆等领域已经得到广泛应用。三维激光测量技术精度、效率更高,并且具有非接触测量的特点,在历史建筑研究、修复等工作中能够提供数据支持。

文化遗产承载着民族的血脉,沉淀着人类文明的记忆。近年来,文物资源和文化遗产蕴含的创新创造基因被不断激活,测绘技术的不断进步和应用场景的普及和扩展,成功让文物说话、让历史说话、让文化说话。南方测绘未来将在文化遗产保护中发挥更重要的作用,作出更多贡献。 

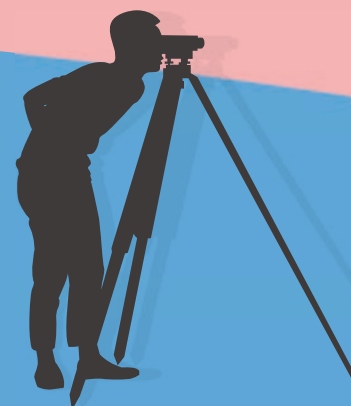


聚焦比赛季

金秋,一个收获的季节,一个多彩的季节。

日积月累提升的人才技能需要找到平台展示,殚精竭虑打磨的测量利器也需要机会历练。2024年10月以来,2024年全国行业职业技能竞赛中国电建、中国能建工程测量员决赛,“南方测绘杯”第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛,第十六届全国水利职业院校技能大赛(潇湘杯),2024年世界职业院校技能大赛总决赛争夺赛高职组资源环境与安全赛道地理空间信息采集与处理小组(赛项),“南方测绘杯”第四届全国大学生测绘地理信息虚拟仿真技能竞赛,2024年全国行业职业技能竞赛——第六届全国装配式建筑职业技能竞赛“南方测绘杯”工程测量员赛项全国总决赛等多项行业领域、教育领域的“国赛”在全国多地召开。

在这些覆盖数千人的赛事中,南方测绘组织专业技术团队深度参与各项赛事,赛事中南方设备的使用占比持续攀升,助力多行业人才技能提升,助力高校技能人才培养。



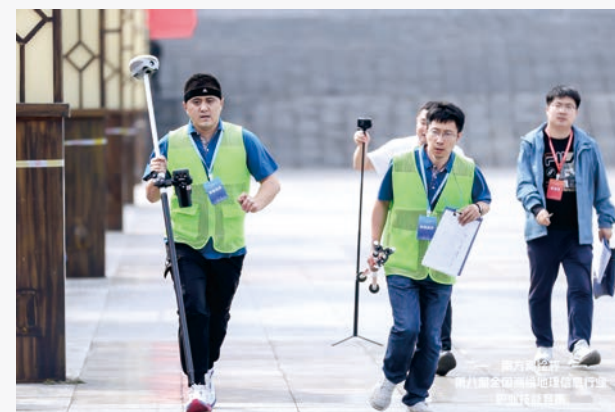
重庆

10月29日
~
11月2日

“南方测绘杯” 第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛

在两天的比拼中,来自全国32支参赛队伍的64名选手进行了紧张的外业技能操作比拼、内业数据编辑处理、理论考试。参加本次竞赛的参赛队伍中,南方测绘全站仪、RTK及SouthMap软件产品综合使用率超过85%,助力参赛队伍获得了优异成绩。比赛期间,南方测绘技术服务团队全程提供技术保障服务。

自2009年起,经过15年的精雕细琢、累计8届赛事的演练,竞赛已逐步形成“技能培训、岗位练兵、技术比武、考核晋级”的竞赛链条,“单位有比武、地市有选拔、省级有预赛、全国有决赛”的竞赛模式,“国赛带动省赛、省赛带动市赛、行业赛带动院校赛”的竞赛体系,每一年决赛选手都历经各省层层选拔,赛事真正达到高水平竞技。



重庆

11月29日
~
12月1日

2024年全国行业职业技能竞赛 ——第六届全国装配式建筑职业技能竞赛 “南方测绘杯”工程测量员赛项全国总决赛

竞赛分为理论知识考试和技能操作考核两部分,其中,技能操作考核设置了建筑施工放样、建筑立面测量两个项目,每支参赛队伍均需参加这两个项目的竞赛。总决赛共有50支队伍参加,职工、学生同台竞技,全方位展现装配式建筑高技能人才的卓越风采。

这次竞赛技能操作考核,首次引入三维激光扫描仪扫描建筑立面三维数据作为考察项目,以适应测量发展新趋势。南方测绘RobotSLAM手持式三维激光扫描仪作为竞赛指定使用装备,助力参赛选手快速完成建筑立面复杂细节的扫描,减少了传统测量方法耗时长、操作复杂的问题。同时,也为参赛选手提供了高分辨率的三维点云,精准的立面三维数据支持。



贵阳

10月11日
~
10月14日

2024年全国行业职业技能竞赛 中国电建、中国能建工程测量员决赛

来自中国电力建设集团有限公司、中国能源建设集团有限公司、中国电力规划设计协会的76支队伍共228名选手参赛,两天赛程完成四等水准测量、1:500数字测图、理论知识考试的三大竞赛环节,拼技能,赛风采,角逐工程测量赛项桂冠。

此次竞赛,南方测绘硬件产品覆盖率超90%,SouthMap电力工程竞赛版软件被指定为1:500数字测图的数据处理软件。据反馈,南方水准仪、全站仪、SouthMap电力工程竞赛版软件在比赛中稳定发挥,备受认可。



长沙

10月18日

第十六届全国水利职业院校技能大赛(潇湘杯)

本次大赛设智能节水系统设计与安装、水利工程BIM建模及应用、水利工程造价、河道修防技术、工程测量五个赛项,南方测绘负责工程测量赛项数字测图和二等水准测量的技术保障工作。

工程测量赛项有来自全国的27支队伍、总计108名选手参赛,他们在数字测图与水准测量的赛场上,以精准为尺度,以智慧为笔墨,赛出风格,赛出水平,精心绘制着水利事业的宏伟蓝图。



广州

10月25日-28日

2024年世界职业院校技能大赛总决赛争夺赛 高职组资源环境与安全赛道地理空间信息采集与处理小组(赛项)

2024年高职国赛不仅赛制有所创新,竞赛流程安排方面也进行了革新与优化,参赛队伍根据要求,自主确定参赛项目名称,自主设计参赛项目内容,自主选择参赛设备,进行参赛项目的内容设计。面对新的竞赛模式,超过90%参赛队选择使用南方测绘提供的测量装备和软件。

比赛结束,大量使用南方测绘仪器的参赛队获得了优异的成绩,获得金奖的6所院校中,有5所使用南方测绘竞赛装备。





“南方测绘杯” 第四届全国大学生测绘地理信息虚拟仿真技能竞赛

本次竞赛分为虚拟仿真数字测图、无人机航测虚拟仿真、机载激光雷达虚拟仿真三个赛项,吸引了全国近400所学校(含本科、高职、中职)的2000余名同学的积极参与。他们根据各自的专业兴趣和特长,选择了适合自己的赛项进行比拼。

云端赛场上,选手们充分使用南方测绘开发的虚拟仿真竞赛平台,在虚拟环境下进行测图和绘图工作。他们全神贯注地操作软件,展示出自己最佳水平。无论是虚拟仿真数字测图、无人机航测虚拟仿真,还是机载激光雷达虚拟仿真,选手们都展现了卓越的技能 and 扎实的专业基础



考研不香了,背后的缘由有哪些?

文/溪流(“溪流之海洋人生”公众号主理人)

2025年全国硕士研究生招生考试于2024年12月21日至22日举行。据教育部11月21日公布,2025年全国硕士研究生报名人数为388万,比上一年减少了50万人,相比2023年减少86万人。

根据2023届读研群体数据,分别有48%、45%的毕业生因就业前景好、职业发展需要读研。其实,很多人读研动机很明确,就是为了提高学历的含金量和竞争力,为了找一个好工作,但如果付出了时间成本和经济成本,找工作却还是不如预期,就业竞争力没有明显提高,那就选择不考了。在业内人士看来,考研人数下降有多方面原因,其中一个因素肯定是部分学生读研的性价比和回报率下降。

从历年考研报名人数变化趋势来看,近年来的报名人数在经历了2014年和2015年的短暂下降之后,自2016年起进入了高增长阶段。到了2020年,考研报名人数更是势如破竹,首次超过了300万,三年后的2023年这一数字再次被刷新,达到了历史最高峰——474万。但2024年全国硕士研究生报名人数为438万,比2023年的人数474万减少36万人,考研人数在连续8年增长后首次出现下降;2025年报考人

数继续下降,为388万,比上一年减少了50万人,相比2023年减少86万人。

与日益增长的报名人数形成鲜明对比的是,考研的报录比长期保持在30%以下。2000年,录取率为26.4%,而到了2023年,尽管录取人数增加至114.8万,但报录比依然不到25%,超过300万的考生最终“无研可读”。这一数字背后,是无数考生的汗水与泪水,也是当下社会对于高学历人才需求的真实写照。

值得注意的是另一组数据,考研人数持续增加的背后是近年来高校持续扩大招生规模,高校毕业生人数增加现象,2017年高校毕业生接近800万,2020年为874万人,2021年达到909万人,2022年首次突破1000万,达到1076万人,2023年为1158万人,2024年达到1179万人,2025年则增至1222万人。在接下来的10余年,高校毕业生规模将持续扩大,2026年毕业生人数约为1300万;2027年预计毕业生将达到1400万人,2028年高校毕业生预期规模接近1480万人,预计本科生毕业人数将在2038年达到峰值。随后,因近些年人口出生率的下降,传导结果是毕业生人数此后也将开始持续下降。

这些年高等教育的毛入学率比例一直在增加。到2023年,高等教育毛入学率达到60.2%,高考共招生1042.22万人。其中,普通本科478.16万人,职业本科8.99万人,高职(专科)555.07万人。除此之外,还招收成人本、专科445.49万人。

延续20多年的高考大扩招,使得高考情况今非昔比,由上大学难,变成上好大学难,于是一些考生“录而不到”,主动弃学。如2023年高考人数1291万人,录取了1042.22万人(未含成年招生),录取率高达80.71%,考上一所大学难吗?从各个视角看,录取难度应该是降低了,上大学更加容易,上好大学也更加容易,因为扩招惯性仍在。

这里梳理了17所院校情况,预计2024年平均增加8.78%的招生计划,校均扩招392人。由此判断,即使出于保守估计,按扩招5%计划,以2023年录取1042.22万人为基数,也会增加52万人,如果考虑新设院校(前述6万左右)、新设校区、新增专业(前述8万左右),显然远远多于新增考生63万,说明现在上大学更加容易。

通过各类高校的招生计划数据对比,2024年扩招最严重的专业应该是软件工程,已经有十多所高校软件工程专业招生规模都超过1000人。以太原理工大学为例,软件工程专业招生人数达到1795人,实际录取人数达到1871人,占据全校专业总招生人数的20%左右,估计要开设50个班级。

太原理工大学的软件工程专业招生人数,已经连续两年出现较大幅度增长,今年比

2023年增加300余人,这也成为211高校里面单一招生最多的专业。而太原理工大学软件工程专业的专业课老师仅为30人,师生比为1:181,有行业企业背景教师仅4人。于是,大家都已经开始担忧这类热门专业的教育质量及将来四年后的发展前景。

一方面,经济下行周期或者行业调整期,企业招聘意愿降低,就业机会减少,使得大学生就业难度加大,而一些地区的经济发展相对滞后,就业机会较少,使得该地区的大学生就业难度较高。另一方面,随着中国高等教育快速发展,大学生人数激增,供给超过了市场需求,大量毕业生涌入劳动市场,导致就业竞争激烈。再一方面,一些大学教育过于理论化,与实际工作需求脱节,缺乏实践能力和职业技能培养,这使得毕业生在求职时面临技能不足的问题。

所以,一部分大学生选择考研,主要原因包括提升就业竞争力、进入名校、更换专业、暂时逃避就业压力等。因为研究生学历可以提升就业竞争力,增加进入好企业的机会,提高薪酬待遇和职业发展前景。看看现在的事业单位及许多央企将研究生学历作为入职门槛,这就加剧了社会的学历焦虑,使得更多人盲目追求高学历,而非专注于实际能力的提升。事实上,许多岗位本科生甚至专科生足以胜任,这就限制了单位的选才范围。

前几年受疫情因素等影响,就业形势严峻,很多高校毕业生选择考研,将读研作为暂时的避风港,于是很多高校出现了研究生人数高出本科生的现象,但很多学生发现,3年后研究生

毕业生并没有给自己就业带来太多的利好。

考研不香了,究其原因,不外乎以下三点:

一是就业香了,考研不香了:现在就业市场对本科生越来越友好,好多企业看重实操技能,本科生一毕业就能上手干活,工资也不错。不像以前,非得研究生学历才好给岗位。而且现在工作经验比学历更能让简历闪光,大学生们觉得与其在学校苦读三年,不如先在职场闯荡,所以考研就被放一边了。

二是考公热,抢了考研风头:公务员、事业编这些铁饭碗岗位扩招,福利待遇稳定又诱人。特别是在全球经济不确定性增加、就业市场波动加大的背景下,公务员这一“铁饭碗”的吸引力愈发凸显。稳定的职业前景、相对优厚的福利待遇以及较高的社会地位,成为吸引大量毕业生投身考公的主要原因。

三是读研太贵,性价比太低:研究生是扩招了,可这质量参差不齐,有些专业读了和没读差不多。专硕更是个坑,学费太贵,学制还有点长,有的学校连住的地方都不给解决。辛辛苦苦读出来,发现就业竞争力也没提高多少,这投入产出比太不划算了,谁还愿意去当这个冤大头?

与之形成鲜明对比的是考公,仍然在持续增长中。显然,考研对于未来就业仍然是不确定的,但考公与就业的关系却是确定的,于是考公热仍然在持续。2025年国考报名人数已经突破310万,比去年同期增长22万余人,报名人数创历史新高,其中审核通过人数达到270万余人,竞争比也由去年的76.51:1上升至82.07:1,竞

争压力进一步升高,竞争难度略有上升。

如果说考研与考公是青年学子职业规划的两大主流选择,那么近年来兴起的公务员遴选,则为已经在体制内工作的公务员提供了向上流动的又一渠道。不同于传统的公务员招录,遴选更加注重工作实绩、专业能力和综合素质的考察,这就为那些在工作中表现出色、有志于进一步提升自我的公务员打开了一扇新的大门。

另外,从2020年起,国家对研究生培养进行了系列改革,其中学术研究逐渐以博士阶段为主,硕士逐渐转向高层次应用人才的培养,明确提出未来新增硕士点原则上都是专业学位硕士(即专硕),比例将提高到60%。由此,虽然招研的总规模持续增加,超过110万人,但硕士的增量主要是专硕,让考研的吸引力下降。

再者,在全国3000余所高校中,拥有研究生招生资格的大学700余所,其中最受关注的39所985大学,以及147所双一流大学,这些名校为了确保研究生的培养质量,一方面不断提升推免生招生比例,挤压影响了常规招生录取的空间,也导致大家放弃报考;另一方面,高校对研究生培养质量严格管控,即使考上研究生毕业难度也增大,这样部分考生知难而退。

当然,对所有毕业生而言,考研或高考只不过是当下的一场战役,往后还有无数道关卡等待他们去闯,有无数个挑战需要他们去面对。人生从不只取决于任何一场考试,不要因为一次失败,就放弃自己。要知道走出校门,优秀与否需要各自在往后的日子里去证明。

青藏高原测图会战及其启示

文/郭群长

20世纪70年代,为做好抵御入侵战争的准备,保障国防建设和经济建设的需要,测绘部队实施了历时5年的青藏高原测图会战,最终消灭了青藏高原地形图空白区,在中国历史上首次实现了实测地形图陆地国土的覆盖。

历史背景

20世纪60年代中期,根据国家面临的安全形势,中央军委和毛泽东主席提出了“准备早打、大打、打核战争”的战略指导思想,并决定实施“三线”建设和“三北(东北、华北和西北)”防护工程建设。1969年3月珍宝岛事件后,国家安全形势更为严峻,毛泽东主席明确提出“要准备打仗”,全军进入随时应付战争的紧张状态,战场基础测绘建设成为战争准备的重要内容,中央军委要求军事测绘部门加快完成全国地形图测绘。由此,青藏高原地区地形图测绘,成为一项重要而又紧迫的任务。

新中国成立后,为保障国家各项建设全面展开的需要,测绘部队自1951年从东部国防地带展开了大规模的全国地形图测绘。在军队和地方测绘部门的分工实施下,到1965年完成大部分国土测图,未测图区域主要集中在青藏高

原及“三北”部分地区。青藏高原,包括西藏全部、青海大部及新疆和甘肃南部、四川西部、云南西北部地区,总面积约230万平方公里,平均海拔4000米以上,是中国最大、世界海拔最高的高原,素有“世界屋脊”之称,被视为“生命禁区”,为测图特别困难地区。

由于青藏高原地势高寒,环境恶劣,人迹罕至,一些区域测绘人员难以进入,无法采用平板仪进行实地测绘,而采用航空摄影测量方法,解决高空航空摄影是关键。当时,由于我国没有高空航摄飞机,航空摄影成为实施青藏高原测图的技术瓶颈。早在1959年12月,周恩来总理就批准动用外汇从苏联购买高空航摄飞机及相关仪器设备,中苏两国还签订了有关合同,但因中苏关系不断恶化,苏联拒绝援助未能落实。鉴于这些情况,国防科委和总参谋部联名向周恩来总理书面报告,提出了以改装伊尔18飞机为主、改装伊尔14飞机为辅的建议。周总理批准了该报告。经各方努力,到1965年7月完成伊尔18飞机的改装。自1966年起,国家测绘总局和总参测绘局共同实施青藏高原边缘地区地形图测绘,以保障国家“三线”建设用图急需。

1969年国家测绘总局撤销后,未完成的全

国地形图测绘任务全部由测绘部队承担。根据总参谋部的部署,总参测绘局组织成都、兰州、新疆等军区所属和总参直属测绘部队,到1970年超额完成前期测图任务,将青藏高原无图区范围由230万平方公里缩少到140万平方公里,为最终消灭青藏高原无图区创造了有利条件。

方案拟订

青藏高原剩下的140万平方公里未测图区域,位于青藏高原腹部,为野外测绘最困难的地区。1970年,为了制订出科学测图技术方案和测图实施计划,总参测绘局根据前期测图经验,组织有关测绘部队对测区进行了全面勘察和试测作业。

1970年3月16日,总参谋部印发《请抓紧做好测区勘察准备工作的通知》,决定以兰州、成都、新疆军区为主组成5个勘察组,对测区进行实地勘察。据此,兰州军区抽调84人组成两个勘察组,其中一个组自4月中旬从青海格尔木沿青藏线进入测区,至7月24日到达沱沱河,行程近千公里;另一个组自5月8日从新疆且末县进入测区,翻越昆仑山、阿尔金山,至7月27日到达青海茫崖,行程近千公里。成都军区组成45人勘察组,自4月25日从成都沿川藏线进入黑河、安多地区实地勘察,至8月中旬到达改则县,行程1200公里。新疆军区抽调69人组成两个勘察组,其中一个组自5月9日从于田进入测区,至6月13日到达民丰县,行程840公里;另一个组自5月15日从甜水堡进入测区,至7月12日返回,行程1600公里。勘察期间,新疆军区一个勘察组被暴风雪围困,经空投救援后方脱险。此次勘察,摸清了测区地形、交通、气候、人文等情况,为科学制订测图计划提供了第一手资料。

由于测区海拔高,一些区域人员无法进入,野外控制测量也是一技术难题。为此,兰州军区某测绘大队结合1:10万航测构架航线成图的特点,对大地控制测量、航外控制测量作业流程进行研究改革,将布测全面网改为沿构架航线布测导线或三角锁,将大地测量和航外控制测量合并为一道工序,拟订了《构架航线成图



1970年兰州军区某测绘大队勘察小组勘察青海测区时合影(来自测绘历史资料)

地区大地航测控制作业方案》,并结合完成青海玉树地区测图任务进行试测作业。试测表明:该技术方案减少了控制点测量的数量,提高作业工效1倍以上,加快了测图进度;大地控制加密测量和航外控制测量一起实施,提高了控制点测量的精度;布点灵活,便于利用有利地形测量。8月7日,兰州军区司令部向总参测绘局报告了作业改革方案和试测情况。

根据测区勘察和试测情况,总参测绘局拟订了《青藏高原无图区外业测图方案》,提出了以兰州、成都、新疆军区测绘部队为主,北京、武汉、昆明、福州等军区测绘部队配合,以会战攻坚方法突击完成青藏高原野外测图任务的作业方案。1970年10月,总参测绘局在兰州召开青藏高原测绘作业经验座谈会,听取兰州军区测绘部队《构架航线成图地区大地航测控制作业方案》报告,交流试测作业经验,讨论完善《青藏高原无图区外业测图方案》。11月24日,总参谋部批准了该方案,要求力争在1975年前完成青藏高原无图区测绘任务。

会战实施

根据总参谋部批准的外业测图方案,兰州、成都、新疆军区测绘部队及配合作业的武汉、福州、昆明等军区测绘部队,自1971年起每年出动3600余名测绘官兵,全面展开青藏高原测图会战。此次会战,除边境地区采用平板仪测绘1:5万地形图外,主要采用航空摄影测

量方法测制1：10万地形图，大地控制加密测量和航外控制测量合并为一道工序，一次完成。

早在1969年12月，总参谋部就下达青藏高原航空摄影任务，由空军某航测团负责实施，到1973年完成绝大部分区域的航空摄影。只有中尼边境及珠穆朗玛峰地区，因海拔高难度大，推迟到1974年完成。珠峰高达8000多米，航空摄影飞机必须在1万米以上高度飞行，而伊尔18飞机飞行高度一般为9000米。为使飞机安全地升高到1万米以上，航空摄影部队采用减轻飞机重量的方法，先飞海拔较低区域，待油耗到一定程度时再飞珠峰地区。这样，先后两次顺利飞越珠峰，第一次完整地获取了珠峰地区的航空像片，不仅为测绘这块最困难地区的地形图提供了基础资料，也为1975年精确测量珠峰高程和开展科考活动提供了真实可靠的资料。

大地控制测量是青藏高原测图会战中最为艰巨的任务。1971～1975年间，总参测绘局调集兰州、成都、新疆、武汉、福州、昆明、北京等军区大地测量力量，在青藏高原布测一等三角锁17条、一、二等导线各5条以及一条横贯青藏高原中部无人区长达两千多公里的一等三角锁，使青藏高原的大地控制网与东部天文大地网联接成坚强的整体，为青藏高原测图提供了可靠的控制基础。同时，为保证测绘1：10万地形图的控制需要，沿航空摄影构架航线加密测量了大量三、四等三角或导线点及航外控制点。总参某测绘大队完成了上述测量成果的数据处理。

青藏高原测图会战中的地形测量和航测外业任务，主要由兰州、成都、新疆军区测绘部队承担，到1975年底完成。其中，兰州军区测绘部队完成青海大部及新疆东南部地区1：10万地形图397幅；成都军区测绘部队完成1：10万地形图221幅、1：5万地形图273幅；新疆军区测绘部队完成新疆西南部及西藏阿里地区1：10万地形图161幅、1：5万地形图49幅。上述地图的航测内业、地图制图和地图印刷，除新疆军区的航测内业由总参某测绘大队承担外，均由兰州、成都、新疆军区测绘部队承担。

在青藏高原测图期间，还精确测量了珠穆朗玛峰



1971年武汉军区某测绘大队技术人员在青藏高原进行三角测量(来自测绘历史资料)



1975年总参某测绘大队技术人员进行青藏高原地图刻绘作业(来自测绘历史资料)



1975年7月成都军区某测绘大队技术人员对珠峰高程进行测量(来自测绘历史资料)

高程，查明了长江源头。1975年5月，总参测绘局和国家测绘总局组成49人的测量分队，在国家登山队配合下，综合采用三角、导线、水准、天文、重力等测量方法，对珠峰高程进行了一次精确测量，经严密的科学计算，得出珠峰冰面高程为8848.13米。7月23日，新华社向全世界公布了这一重大成果。

1970～1971年，兰州军区测绘部队在测区勘察和野外测绘时，对长江源头发源地进行过考察。1971年11月，该大队技术人员分析航空像片时，发现当时图上标绘的长江源头位置有误，经进一步考察分析，终于在各拉冬雪山脚下冰川尽头，发现了长江源头并将其标在图上。1976年和1978年，长江流域规划办公室会同有关单位，在兰州军区测绘部队技术人员引导下，先后两次进入长江源头地区进行复核勘察，并宣布了这一勘察成果。

到1975年底，青藏高原野外测绘任务全部完成，共测绘1：10万地形图789幅、1：5万地形图322幅。这些地图的航空测绘、地图制图和地图印刷，到1977年全部完成。

经验启示

青藏高原测图会战的完成，标志着新中国第一代地形图测绘历时25年完成，在历史上首次实现了实测地形图陆地国土的覆盖，保障了国防建设和经济社会建设的需要。这是中国测绘史上最为宏伟的测绘工程之一，留下了许多宝贵的经验和启示。

国务院和中央军委坚强领导的结果。在前期准备和实施过程中，国务院、中央军委领导作出了一系列重要批示，及时解决了高空航摄飞机改装、仪器器材筹措和经费物资保障等实际困难。仅1972年1～7月，周恩来总理、军委副主席叶剑英在总参测绘局的报告上，分别作出4次批示。

其中，叶剑英在一次中批示：“力争1975年以前完成，如有具体困难可设法解决。”1972年2月，总参、总后联合发出《解决高原测图具体困难》通知，明确了伙食标准、用油指标、特殊装备和各种供应保障的标准。总

参谋部还指示空军司令部，当测绘部队作业遇险时，要及时派飞机救援。

各方密切协作和大力支持的结果。兰州、成都、新疆军区把会战任务作为重点任务来抓，每年初召开协调会议，解决部队作业中遇到的实际困难。当地政府和人民群众给予了大力支援，兰州、成都、新疆军区从野战部队抽调官兵6720人次，动用汽车3120台次，协助测绘作业；还雇请民工、翻译19200人次，雇佣牲畜63456头，进行汽车无法通行地区的物资运送和生活保障等工作；总后驻西宁某兵站及贡嘎、和田、格尔木机场等单位，做了大量支援保障工作。

参测官兵团结奋战的结果。面对恶劣的作业环境，参测官兵团结协作，顽强拼搏，战天斗地，忍饥挨冻，涌现了许多可歌可泣的英雄事迹，用忠诚和生命命名祖国山川峡谷，有42名测绘官兵长眠雪域高原。1971年除夕，兰州军区某测绘大队官兵战胜艰难险阻，来到青藏高原的一个无名山口安营扎寨，度过了难忘的除夕之夜，他们给无名山口取名为“迎春口”。还有一个作业组，雇佣的43头牦牛冻死只剩下一头。粮食没有了，只有半麻袋马料，官兵天天吃马料，坚持20天完成任务。为纪念这段艰苦光荣的岁月，他们将测量过的无名山取名为“马料山”。因马料都是豌豆，又将马料山下的无名湖取名为“豌豆湖”。

青藏高原测图会战，是在“要准备打仗”的紧张状态下完成的。受当时装备技术、自然环境等限制，这次测图会战主要测绘1：10万地形图，西部大部分地区仍为1：5万地形图空白区，随着航天遥感测绘技术的成熟，直到21世纪初才得以消灭。可见，战场基础测绘任务之艰巨，要求我们积极做好新时期战场基础测绘建设。参测官兵用汗水、鲜血乃至生命塑造“丈量世界屋脊，勇攀测绘高峰”的优良传统，是改革强军新时代宝贵的精神支柱和力量源泉，值得大力继承和弘扬。

来源

作者简介：郭群长，从事测绘工作40年，享受国务院“政府特殊津贴”。

我的大学

——读同济大学工程测量函授的回忆

文/徐韬

一

我入读同济大学函授，是在1984年9月，距今40年。此并非我第一次走进大学。1975年9月，我从知青成为浙江省测绘局的一名学徒工，有幸即被派往武汉测绘学院进修一年，次年10月回单位工作，从事航测地形图工作4年，后来成为华东六省一市测绘局（院）航测专业职工培训机构的一名教师，在当年同批入职职工中初露头角，得到前辈们的栽培和提携。

1980年左右，整个社会恢复重视文凭了，那张武汉测绘学院进修毕业证书并不能作数，大学文凭成为横亘在我发展道路上的“拦路虎”。

我国部分高校于1981年恢复成人高考，我边工作边关注着其发展，是否去报考？犹豫了很久。读小学六年级时，正值1966年“文革”开始，接着便是“停课闹革命”两年，1968年恢复初中后曾去读了一年，但终因在校全是参加“斗批改”，因未能真正学到文化知识而辍学。之后就去农村插队五年，直到被省测绘局招工。尽管在武汉测绘学院进修期间及后来的近10年中，曾恶补测绘科技知识与与测绘学密切相关的高等数学等，但我的中学文化课程，特别是数理化三科，仍然是没有基础的，而这恰是全国成人高考入学考试所考查的最基本内容。

身在教学岗位却无大学文凭，欲参加成人高考却

又遇中学课程沟壑，顾虑重重。但左思右想，别无他路可走。

二

终于下决心准备功课参加1984年的成人高考。说是“准备功课”，实是要从头自学中学六年的全部课程。父亲借来初高中语数理化教材以及配套的教师用书，我另购了一套上海科技出版社的《数理化自学丛书》交叉着用。从拿到书到参加考试约一年半时间里，每天要完成一个章节的内容。读得很吃力，几乎每天都到深夜12点。十来个月下来，我找前一二年的普通高考卷、成人高考卷来自测，结果除了语文卷外，数理化每门都不到60分。于是只好再开始第二轮、第三轮的复习。到了点，也只能硬着头皮上了。

那些年，在职职工报考函授或夜大，都有个“专业对口”的要求，否则所在单位不予支持。同济大学“划片”在华东六省一市招收成人函授、夜大生，我报了同济大学工程测量专业函授5.5年制本科。同济大学函授在全国高校函授教育领域起步早，要求严格，教学质量好，较早被教育部批准授受工学学士学位，有口皆碑，这是吸引我报考的主要原因。

记得同济大学1984成人高考是在4月的一个星期日。5门课，上午语数两门，下午理化两门，每门两小时，



晚上英语1小时，浙江考场设在同济大学浙江函授站挂靠的浙江建筑工业技术学校内。同1天考9小时，强度很大。白天考过4门主课，傍晚再返考场完成外语考试交卷时，发现考场空空荡荡只剩我一位考生了。我自学过几年英语，所以考英语很轻松，但外语只作为参考分。语文卷做得比较好，其中作文占60%，而我作文几乎得了满分。

考前虽穷尽浑身解数，但毕竟是临时抱佛脚，成绩总勉强过了工程测量专业录取分数线。我不但在浙江同届同学（包括工民建、给排水、暖通等专业）中入学分数是最低的，可能在“84工测”班中也是最低的。6月，我收到录取通知书，成为同济大学工程测量专业函授生，学号为“84937”。那一年我刚过而立之年，女儿5周岁，已经有

家务负担了。上海离杭州近，浙江函授站又在离家门口不远，可以方便照顾家庭。这个结果如我所愿。

三

同济大学函授本科学制五年半，共11个学期。前四个学期的基础课程面授在浙江函授站，同届学生不分专业上大课。前面说过，我家离函授站很近，所以一二年级面授我不用住校，比家不在杭州的其他浙江同学要方便很多。同届同学大多年龄比我小十岁左右，有高中毕业基础，不少是中专毕业，完成课程都比较轻松。但此阶段，于我却还是有点难度，主要是涉及到中学数理化基础的物理、普通化学等课程。好在同济大学函授教材都比较好，适宜自学。我笨鸟先飞，作业都是提前一个多月完成并寄交。一二年级下来，觉得比复习迎考阶段轻松多了。

三年级后，各专业面授都到同济大学集中。每学期在同济大学的面授有期中、期末两次，期中一般半个月，期末则面授再加复习、考试，要近一个月。属于公共基础课的电工学、算法语言、工程数学和英语等，不分专业在阶梯教室上大课，有两三百人之多。四五六年级多为专业课，由测量系老师面授教学和指导。由于有武测进修一年的启蒙，以及五年测绘工作、五年航空摄影测量专业教师的基础，到了专业课阶段，于我可谓轻车熟路了。

毕业设计是在最后的一个学期，自选了属于近景摄影测量学科的“非量测型相机用于交通事故摄影测量的可行性试验”课题。全班同学领此课题的仅我一人，李广文教授、李伟倩两位教授成为我毕业设计的指导老师。两位老师指导我一人做毕业设计，很幸运能有“吃小灶”的机会。老师给我复印了英文参考文献和提供了一套CAD程序软盘，并指导我做了一系列试验。我之前曾在省测绘局参与过近景摄影测量项目的一些工作，具有一定基础。两位老师鼓励我使用计算机编程来做数据统计分析和运用CAD来绘制图表，促使我能较早地熟悉计算机操作和CAD的应用，获益匪浅。毕业后第二年（1990年），我将毕业设计成果进行了整理，在专

业期刊《测绘科技通讯》上先后发表了论文《摄影测量现场近景摄影测量试验》和译文《摄影测量CAD系统用于交通事故测图》，并去四平路南同济大学家属院向两位老师作了汇报。这成为我完成同济函授学业所交的最后一份成果。

四

七个学期的面授、期末考试及毕业设计，是住校的，加起来约有12个月时间。去“三好坞”做过晨读，在学校多个教室做过夜自修，在学校招待所睡过高低铺，也去逛过北边的江湾五角场和南边繁华的南京路，除了读书，有些校园生活“花絮”深刻地留在记忆里，常常想起……

每次去同济大学面授，总会去一两次上海外滩，从四平路校门口乘55路公交到南京东路站下，步行两一站路到福州路，买英语工具书，买廉价的过期进口英文画报和《CHINA DAILY》等。福州路上书店真多，即使不买书，一家家逛过去也是一种乐趣。

在同济大礼堂听过一场上海交响乐团的小提琴协奏曲《梁祝》音乐会，著名指挥家陈燮阳执棒，著名小提琴家俞丽拿独奏，票价却只要四元。平生第一次欣赏如此精妙绝伦的高雅音乐会，至今仍记得俞丽拿演奏小提琴丝丝入扣，动人心弦，余音绕梁。

到同济面授，好几次住电气楼的地下室招待所。电气楼地下室招待所原是防空层做了简易隔断，本不具备住宿条件。从地面一个入口沿一段窄窄的楼梯下去，颇有“地道战”里下地道的味道。管理地下室招待所的是已退休的一胖一瘦两老头，瘦的是张伯伯。张伯伯在楼梯的两侧和过道贴满了一张张五颜六色的纸，那是他自己用毛笔手抄的对旅客的温馨提示，有不断更新的火车、轮船时刻表和天气预报等内容。小剪刀、浆糊、针头线脑他都有备。张伯伯上海本地退休，是活地图，要去上海哪里，同学们都问他。地下室空气不好，又无空调，全靠过道一台去湿机。房间则像一只密闭火柴盒，灯光暗淡，在里面又闷又潮，在这种环境下要住半个多月甚至一个月，还真不能不说有点艰苦。参加2007年同济大学100周年校庆活动时，我曾专门去寻觅原来住过的地下室招待所，电气楼还在，但已找不到原来的招待所，问楼里保安和师生，都说不知道楼里曾办过招待所。

还有那“吃在同济”等，都给我留下深刻印象……

五

回顾从复习备考的1982年到1989年12月底毕业，七八年内，除了工作，完成学业成了我最主要的任务。在较低的文化基础上，我以勤补拙，付出了较多时间，不过总算天道酬勤，最后顺利完成全部学业，各门课平均分数达到89.3分。这也是我个人学习路上最艰苦、也最值得铭记的一段时光。

五年半的自学与函授，觉得除了在测绘专业理论上的提高外，还有在学习画法几何、物理、普通化学、理论力学、电工学、算法语言等十多门工科专业大学公共基础课程中得到的收获。这些公共课程知识，于我对客观世界的认识、专业视野的拓展非常有益。同济函授教学基础宽、知识面广的教学特点，与我先期在武汉测绘学院接受的精湛航测专业训练互补并相得益彰，使我能汲取不同的滋养，取长补短，终身受益。

在改革开放初期，我国成人教育蓬勃发展，为一大批因历史原因而未能在参加工作之前完成大学学业的中青年职工提供了弥补的机会，也在很大程度上改变了这一大批人工作和生活的轨迹。边上班，边业余自学完成五年半的学业是十分艰苦的，就拿我们班来说，绝大部分在测绘或与测绘有关的单位工作，许多还是生产一线的骨干，经常要在外业测区或工地餐风露宿，承担繁重的测绘任务，自学与做作业都只能放在晚上时间。那些年读成人函授或夜大的学生，年龄比较大，学习条件也较差，但由于与本职工作（专业）结合得紧，学生们求知欲望强，加上数年实践基础积累，大多毕业后在工作岗位上都取得了卓越的成绩。

这就是我的大学及大学生活。毕业至今，哪怕是在后来所谓的“高光”时候，我都始终以自己毕业于同济大学函授而自豪。

“良久有回味，始觉甘如饴。”

感谢同济大学的老师们，感谢在就读同济函授的路上给予我支持帮助的所有人。

作者简介：徐幅，原浙江测绘局教授级高工。历任浙江省地理信息中心主任、浙江省测绘学会理事长、《浙江测绘》主编等职。

SOUTH

创享V2
实景双摄RTK



开启RTK AI时代
智能秒固定
支持DBD 纯国产



秒固定2.0



多引擎算法



无网测量



全球精度



实景测量



超广角放样



“智云”AI模型



超级电台



超级惯导



彩色液晶触摸屏



扫码获取
产品电子彩页

SOUTH

NTS-561R₂₀

高精度工程型智能全站仪



智享测量系统



导向光



测角精度



激光测高



智能操作系统



温度气压传感器



图形导入



道路测量软件



长测程免棱镜



工程测量全能伙伴
——品牌焕色 全新而至——



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底

SOUTH

NTS-591R₁₀

国产智能化高精度测量机器人



超级搜索



小视场分辨率



测角精度



测距精度



高性能伺服电机



Android 11.0
全网通



八核处理器



品牌焕色 全新而至
——国产全站仪桂冠之作——



扫码获取
产品电子彩页

SmartGIS Web3D

轻量级三维可视化在线应用平台

城市数字底座、协同共享场景库、行业应用定制
赋能实景三维数据汇集、浏览、管理与分析服务

便捷
高效

零代码搭建三维场景
客户端在线轻量化
海量数据轻松承载
多终端协同共享

专业
强大

多模块应用分析功能组
地上地下、室内室外综合应用

安全
可靠

等保三级运维机制
全面信创适配认证



DBD 纯国产



DBD基准站网解决方案

北斗基准站

南方精准位置服务平台

DBD

支持纯北斗卫星导航系统信号接收与解算(B1I、B2I、B3I、B1C、B2a、B2b)

纯国产

元器件级100%国产化



国产CPU



电离层建模



达梦数据库



云原生架构



易拓展



多通信方案



便运维



安全运维



高性能



麒麟系统



微服务



单北斗解算



百万用户并发



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底



长江干线北斗卫星地基增强系统项目
开创DBD规模化应用

这是一个在长江航运信息化发展具有划时代、里程碑意义的重大项目，是国内内河航运首个且规模最大、覆盖范围最广、组网结构最复杂、服务性能要求最高的DBD服务系统。工程总投资1.07亿元，可为船舶提供亚米级的导航精度，测绘测量提供厘米级事后毫米级的测绘精度服务。