

SOUTH

| 品牌焕色 全新而至 |

共融共享 智能化测绘生态

南方测绘 2025 用户大会

2025 SOUTH User conference

2月28日-3月25日
在全国29个省份陆续召开

岁序常易，开启新一年耕耘
聚焦自主可控与技术创新
高端装备国产化替代进程加速
多行业应用矩阵形成
以实力产品与创新技术拓展应用的边界

立足测绘，跨出测绘
基于地信，超越地信
源于数据，不止数据
共融共享智能化测绘生态
携手探索时空信息更高价值
春光作序，我们如约而至
邀您共赴这场行业盛会



扫码填写参会回执

* 详情请咨询当地分公司

SOUTH SURVEYING & MAPPING

南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

南方视角 经纬情怀

SOUTH

· 季刊总第126期 · 2025年2月出版

时空信息 助力低空经济

以前在土地上“觅食”，下一站上天空
寻发展，布局下一个万亿新风口，时空
信息能有何作为？



一线：
“智”驱盾构：
国产测量机器人“领航员”点亮地铁掘进路 P52

视角：
聚焦测绘装备创新突破
面向智能测绘转型升级 P56

© 2025



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

400-7000-700
www.southsurvey.com

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

北斗芯南方造 全面国产精准领航

- 纯国产芯片 自主可控
- 通过工信部DBD认证
- 支持北斗全频点解算
- 开机秒固定 作业云协同



以旧换新

活动时间：2025年2月14日-12月31日

* 详情请咨询当地分公司
联系方式请见本期封底

400-7000-700
www.southsurvey.com

测绘地理信息与低空经济

文 / 缪小林

低空经济这个概念经过一年多的官方持续宣导，现在太火了。本期我们策划了低空经济主题，谈谈测绘地理信息与低空经济有啥关联。

能关联的很多，一般是看技术创新和商业价值。从技术创新上看，低空经济具备了基础性的技术闭环和设施支撑，但在商业价值上似乎又难以找到切实的落地点。

今年春节，DeepSeek大火，我也赶个时髦，这次就省去了之前写刊首语要做的很多查阅、分析、思考的工作，直接上AI深度求索。

以下是基于“测绘地理信息行业企业如何从低空经济中获得发展机会”的DeepSeek (R1) 回答：

作为测绘地理信息行业的企业负责人，抓住低空经济的发展机遇需要结合行业技术优势 and 市场需求，从数据服务、技术融合、政策协同、生态共建等维度切入。以下是一些具体的发展方向和策略建议：

1. 提供高精度地理信息数据服务

低空经济（无人机物流、空中交通、城市空中交通UAM等）的运营高度依赖实时、动态、高精度的地理信息数据。测绘企业可围绕以下场景提供核心服务：

低空三维地理建模：构建厘米级精度的城市/乡村三维模型，为无人机路径规划、避障、起降场选址提供基础数据。

实时动态地图更新：利用无人机航测、卫星遥感等技术，动态监测地形、建筑物、植被变化，确保低空飞行数据的现势性。

空域电子围栏：结合禁飞区、敏感区域（如机场、军事区、人口密集区）的地理信息，开发空域管理数字围栏系统，助力合规飞行。

案例：为某城市无人机物流公司提供定制化三维地图，标注限高区域、高压线、楼宇障碍物等，优化配送路线。

2. 参与低空基础设施数字化建设

低空经济需配套新型基础设施，测绘企业可深度参与：

无人机起降场/充电站选址：通过地理空间分析（地形、交通、人口密度等），科学规划低空基础设施布局。

低空通信导航增强：结合北斗/GNSS高精度定位技术，开发低空导航增强服务，提升无人机定位可靠性。

气象与环境监测网络：布设低空气象传感

器网络,提供实时风场、温度、能见度数据,降低飞行风险。

案例:与地方政府合作,为智慧城市低空交通网络设计“数字孪生平台”,模拟无人机交通流并优化管理。

3.融合新技术,拓展应用场景

通过“测绘+AI/物联网/5G”技术融合,开拓创新服务:
无人机自动化巡检:针对电力、能源、农业等领域,提供基于地理信息的自动化巡检方案(如AI识别输电线路故障、农田病虫害)。

灾害应急响应:利用无人机快速获取灾区地理数据,结合GIS平台生成实时灾情地图,辅助救援决策。

智慧城市空中治理:通过无人机监测违建、交通拥堵、环境污染,结合地理信息平台实现动态城市管理。

案例:为某能源公司开发“无人机智能巡检系统”,通过AI分析航拍影像,自动定位输油管道隐患。

4.对接政策与标准制定

低空经济尚处政策探索期,测绘企业可主动参与规则制定,抢占话语权:

推动数据标准统一:联合行业机构制定低空地理信息数据格式、精度、共享协议等标准。

参与监管平台建设:协助政府搭建低空综合监管平台,整合地理信息、飞行计划,实时监控数据。

试点示范项目:争取成为地方低空经济试点单位,提供地理信息支撑服务,积累先发经验。

案例:参与某省低空空域管理改革试点,开发空域动态划设与审批系统,提升管理效率。

5.构建产业合作生态

低空经济涉及多领域协同,测绘企业需联合上下游资源:

与无人机厂商合作:提供适配无人机硬件的地理信息解决方案(如嵌入式高精度地图服务)。

联合数据服务商:整合气象、交通、人口等数据,打造低空经济综合信息服务平台。

跨界合作:与物流、农业、环保等行业企业合作,定制垂直领域的地理信息应用。

案例:与某物流巨头合作开发“无人机配送地理信息中台”,实现订单、路径、空域数据的无缝对接。

6.布局未来技术研发

提前投入前沿技术研发,保持行业领先:
数字孪生与仿真:构建低空经济虚拟仿真环境,模拟无人机交通流、空域冲突、应急场景。

AI驱动的空间分析:开发智能算法,自动生成低空航线优化方案、风险评估报告。

区块链数据安全:探索地理信息数据确权、交易与隐私保护技术,保障低空经济数据流通安全。

战略实施建议

1.成立低空经济事业部:整合资源,专项对接低空经济市场需求。

2.投资轻量化技术:开发低成本、高频次的数据采集与处理能力(如小型无人机集群测绘)。

3.强化品牌影响力:通过行业峰会、白皮书发布、试点案例宣传,塑造“低空经济地理信息专家”形象。

低空经济的爆发将重构地理信息行业的服务模式,测绘企业需从传统“数据提供者”转型为“空间智能服务商”,通过技术迭代、生态合作和政策协同,深度嵌入低空经济价值链,把握这一万亿级市场机遇。

以上就是我这篇刊首语想说的。📌

共融共享智能化测绘生态

文/袁小荣

在DeepSeek中输入“请帮我写一篇南方测绘共融共享智能化测绘生态圈的开篇文章”。只需一眨眼的功夫,洋洋洒洒的一篇文章就立马呈现于眼前。科技的魅力让人叹为观止,似乎一切都可替代!又将有哪些行业、哪些岗位岌岌可危!

DeepSeek的出圈,从编辑视角看,科技赋予文字的魅力正在刷新每个人的认知——其成文无论从文章内容的专业性上评判,还是从全文的条理逻辑与遣词造句上抠细节,大模型弥补了个体在专业认知上的局限,让专业没有边际,而智能化和智慧化的分析与落脚,又让内容层次清晰、丰富充实、精致有味。

钉钉AI助理接入DeepSeek支持深度思考,视觉中国宣传完成DeepSeek开源大模型接入与本地化部署,超图软件计划适配、接入DeepSeek最新R1系列大模型……

科技,带给我们无限的便捷、想象与机遇,当然也有挑战。

今年的用户大会,南方测绘提出“共融共享智能化测绘生态”,也是希望从“生态圈”的方向上,融合更多的行业和跨行业力量,形成涵盖硬件制造、软件开发、数据服务等环节的完整产业链,这种生态共建模式将加速技术创新,节约人物成本,促进行业协同发展,大家通过科技互促、生态共建,实现多方的阶梯式递进发展。

DeepSeek写到:未来已来,将至已至。智能化测绘正在开启一个更加炫酷的数字新世界。这里,测绘技术与未来科技交相辉映,地理信息与智慧城市深度融合,共同描绘着人类与空间信息和谐共生的美好图景。让我们携手南方测绘,共赴这场智能化测绘的科技盛宴,智绘未来,创享无限可能! 📌

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: 尚美岑

封面设计: 杨迎江

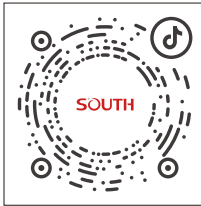
南方测绘官方网站:

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
助力低空经济

- 10 / 发挥智能测绘优势, 智“绘”低空发展蓝图
——访广东省国土资源测绘院院长刘小丁

14 / 测绘遥感“飞向”低空
——湖南省第二测绘院原副院长谢玲琳
谈低空经济大潮中的测绘机遇和挑战

19 / 地理信息服务低空空域管理 助力低空经济安全发展

24 / 站在产业链上培育低空高素质人才
——访江苏航空职业技术学院院长高尚兵

29 / “低空+”, 在广西交职院飞出新图景
——访广西低空交通创新应用中心校方主任魏炜
- 34 / 谱写低空经济浪潮下的测绘新篇
——访长春市国土测绘院院长徐菲

38 / 自然资源测绘遥感助力低空经济产业发展

40 / 蓄势腾飞, 布局低空经济新赛道
——专访浙江数智交院科技股份有限公司

44 / 找准定位, 领飞施工行业低空经济赛道
——访北投低空经济公司林广泰经理

48 / 南方测绘加码低空经济, 应用多点开花

Preface 卷首语

1 / 测绘地理信息与低空经济

Points 编者的话

3 / 共融共享智能化测绘生态

South 观察

6 / 观察

Witness 一线

52 / “智”驱盾构: 国产测量机器人“领航员”点亮地铁掘进路

Vision 视角

56 / 聚焦测绘装备创新突破, 面向智能测绘转型升级
——从南方测绘看我国智能化测绘装备研发及规模应用

The Year 年度

62 / 南方测绘2024年度十大新闻

Read 阅读

68 / 620年前绘制的航海地图

聚焦 >>

焕新智变 驰而不息 南方测绘集团2024年会召开



近日,南方测绘集团总部2024年终会议在广州举行。总部各职能部门、南方研究院、测绘产品事业部、北斗应用与海洋事业部、三维激光与航测事业部、项目应用事业部、教育事业部、国际业务部、南方高铁、生产制造中心、供应链中心等全体员工参加会议。集团董事长马超、集团常务副总裁缪小林等从不同角度总结了集团2024年的经营管理工作,明确了2025年的经营重点与发展方向。

会上,马超简明扼要地总结了集团2024年的总体工作,针对各部分详细解析并明确了2025年的工作重点、市场目标。

2024年是南方高端装备和行业应用大提升的一年,集团高端测绘装备销售额(占集团装备销售比例)过半,项目应用营收(占集团总营收比例)过半,印证了公司改革所带来的效果。机器人全站仪、激光雷达、无人船等

装备实现翻倍增长,数据工程与数字化应用、监测应急项目等均实现超过60%的增长,智能全站仪、轨道交通业务等也实现了较大幅度的增长。

在行业低迷的情况下,保证了研发、市场的并驾齐驱,保证了高端装备与新兴装备的稳定销售;同时顺利形成面向实景三维中国、低空信息服务、管网信息化、测量机器人应用、水文水利等多领域的时空信息服务解决方案,立足增量市场。

2025年将依托南方现有的完整且先进的产品体系,全力经营市场,发挥南方强大的销售体系力量。

会议还进行了新年团队汇报和2024年度颁奖仪式等环节。全体南方人携手迎来2025,共同迈进新征程。

合作 >>

南方智能作为参编单位出席《城市信息模型数据交换标准格式》编制组成立暨第一次工作会议

近期,中国城市规划设计研究院作为第一起草单位的《城市信息模型 数据交换标准格式》编制组成立暨第一次工作会议在北京顺利召开。

中规院遥感应用中心有关专家主持了会议。住房和城乡建设部标准定额司、建筑节能与科技司,部标准定额研究所相关领导以及参编单位的40余位专家、技术人员参加了会议。南方测绘集团旗下南方智能作为参编单位之一,应邀出席本次会议。

南方智能作为较早开始研究城市信息模型数据结构化治理相关技术的单位之一,围绕城市信息模型数据的采集、治理、共享和应用,基于国产自主研发的二三维一体化GIS平台——SmartGIS,研发了南方智能城市信息模型(CIM)基础平台。该平台是国内首批通过了中国地理信息产业协会软件工作委员会组织开展的“城市信息模型(CIM)基础平台软件测评”工作的CIM基础平台。

成果 >>

长新联盟创新服务体系正式启动,南方测绘六大水文产品签约纳入首批平台产品目录

由长江委水文局和长新联盟联合主办的长江流域智慧水文技术交流会在云南召开。长江水利委员会吴道喜副主任、水文司彭辉处长出席会议,来自全国的30多家水文机构、50多家水利单位和40多家长新联盟成员单位的领导和代表共计300余人参加会议。

会议宣布,长新联盟创新服务体系正式启动,南方测绘六

大水文产品签约纳入首批平台产品目录,含SU20水文版无人测量船、S5系列声学多普勒流速剖面仪、T400P多波束测深仪、SDE-18S单波束测深仪、SV106GNSS罗经及数字孪生水文地理信息数据底板管理系统。

会上还发布了“九派”大模型,并同步举办了长新联盟创新技术装备展览,南方测绘作为签约单位受邀参展。

南方智慧测绘数字化管理平台荣获2024年湖北省测绘科技进步一等奖

近期,湖北省自然资源厅发布2024年湖北省测绘科技进步奖评审结果,南方测绘参与建设的智慧测绘数字化管理平台荣获一等奖。此次获奖,是对南方测绘在基础测绘生产与项目管理中的技术创新和实践成果的高度肯定。

智慧测绘数字化管理平台以创新为基,突破传统测量作业生产模式,实现测绘作业轻量化、数据处理平台化、BIM+WBS可视化、基础数据共享化,全面服务工程测量、工程监测、工程物探、工程勘测、工程检测等方向,有效提升项

目测绘数据管理效能,大幅提升测绘工作效率,对工程建设领域数字化发展具有一定的参考价值和借鉴意义。

2024年,智慧测绘数字化管理平台还斩获了2024地理信息科技进步奖二等奖、“2024智慧城市先锋榜”优秀案例优秀奖,以创新之力,激活工程建设领域数字化转型的澎湃动能。南方测绘将持续聚焦工程测量、工程监测、工程物探、工程勘测、工程检测等方向,深度挖掘空间数据价值,创新测绘作业管理模式。

时空信息，助力低空经济

以前在土地上“觅食”，下一站上天空寻发展，
布局下一个万亿新风口，时空信息能有何作为？



发挥智能测绘优势,智“绘”低空发展蓝图

——访广东省国土资源测绘院院长刘小丁

文/本刊记者 陈阳

出门打“飞的”,外卖“从天降”,这些曾经活跃在科幻作品中的场景,如今在南粤大地上逐渐照进现实。从投建全球首个飞行汽车智造基地到“陆地航母”飞行汽车实现产品化,再到低空经济标准正式立项……在低空经济这幅宏大蓝图上,广东又率先写下浓墨重彩的几笔。

2025年广东“两会”上,“低空经济”成为一大热词。广东省提出,大力发展低空经济等新兴产业,打造一系列低空经济发展平台,完善低空智慧物流、城市空中交通、航空应急救援等体系,积极发展商业航天。

广东不仅是低空经济的新兴阵地,也是我国测绘地理信息产业的发展高地。那么作为重要数据要素和支撑保障技术,测绘地理信息在低空经济蓄势待发的当下,应该如何融入低空经济发展大局,又能催生出哪些新的机遇和挑战?广东又如何将测绘地理信息技术和产业优势转化为支撑低空经济蓬勃发展的先发优势呢?

带着这些疑问,记者采访了广东省国土资源测绘院(以下简称“广东测绘院”)刘小丁院长。作为广东省地理信息技术和产业发展的重要参与者和见证者,刘小丁也早就关注到低空经济所能催生的新业态。他告诉记者:“无论是低空经济还是测绘地理信息产业,广东在全国都是具有独特优势的,我们一直

在思考和付诸实践的是:‘如何让低空经济在测绘地理信息产业催生更多可实现、可增值、可持续的新业态和商业模式?怎么把广东省在智能化测绘技术和地理信息产业转型升级上已积累的优势,来支撑和赋能广东省乃至全国的低空经济发展’?”

精准感知之“眼”,时空智能之“脑”

低空经济概念的诞生和新业态的逐渐发展是人们生产生活向上延伸的必然结果。在新兴智能化技术手段的驱动下,测绘地理信息已逐步朝着“无处不在、无处不在”的泛在化、智能化、融合化等方向转型升级。这也决定了,智能化测绘能够也必将在低空经济的发展中扮演愈发重要的角色。

“我们都知道,目前人们的经济社会活动中,至少有80%都离不开测绘地理信息的支撑和服务,而当我们经济社会活动从地面延伸到低空,那么测绘地理信息的作用只增不减。”刘小丁解释道,比如,我们是依靠眼睛来感知周围世界,然后基于大脑对空间的判断,来达成我们的各种行为。那么对于低空中的载具,尤其是无人载具,精准测绘的空间数据,就能够起到“眼睛”的作用,而基于精准感知数据的融合处理和时空智能的决策判断,就能起到“大脑”的作用,从而让低空载具能够完成各种行为。



广东省国土资源测绘院院长刘小丁

“其实,与地面相比,低空的环境更多变、更复杂。譬如,地面有多种可见的标识和指引,而低空则没有物理实体的指引,需要更加精准的时空数据来划定‘电子围栏’或‘数字道路’,这样低空空域才能够做到安全有序、有条不紊。”刘小丁说,总而言之,测绘地理信息技术能够服务低空经济的全应用场景,贯穿低空开发利用的全流程。测绘地理信息作为一种基础支撑,可为各应用领域提供飞行底座的数据采集与更新、空间定位与导航、低空经济运行平台构建等支撑,有力保障各领域的空域动态划设与管理、基础设施与航路规划、低空

视界调度与指挥、飞行避障与预警等工作。

目前,低空经济可预期的新兴应用场景,比如低空物流与交通、低空文旅等还没能产生可持续、可增值的商业模式,因此都还没能完全落地。但围绕低空开发和利用测绘地信之“眼”、时空智能之“脑”诸多先验性工作,包括广东测绘院在内的诸多企事业单位已经在探索实践中了。

刘小丁介绍,目前广东测绘院在低空经济开发和利用方面积极开展了多项探索与实践。首先,通过精心组建相关科研团队,协助省自然资源厅进行政策研究,为测绘地理信息行业推动低空经济高质量发展提供了数据和规划支撑。

其次,积极推进相关机制建设。通过加强与飞行器制造商(小鹏、亿航等)、空域管理等相关部门的联系,探索测绘地理信息融入低空经济发展大局的机制体制建设。

再者,高效助力低空智联网构建。通过广东省卫星导航定位基准服务系统(GDCORS)的建设,初步形成支撑低空飞行的全省高精度定位服务网。

然后,广东测绘院全力支撑数字低空底座构建。通过大力推进实景三维的建设,为低空经济发展提供基础数据底座支撑。

还有,大力推动低空应用。我院通过引入先进的低空测绘无人机系统,构建低空遥感网,推动低空飞行器规模化应用于自然资源业务。

与此同时,广东测绘院也在人才培养方面发力,组织专业技术人员进行低空测绘技术专项培训和技能竞赛,打造了一支具备扎实专业知识和丰富实践经验的低空测绘团队。

精准感知之“眼”、时空智能之“脑”一直是测绘地理信息发展的一个目标。在低空领域,测绘地信的“眼”和“脑”是赋能智能化、高质量发展的重要支撑。“当然,目前对于‘眼’和‘脑’的技术路径以及支撑能力还有待探索和提升,测绘地信如何融入低空经济,并发挥‘眼’和‘脑’的作用也还面临诸多现实难题,但我们科技界、产业界必须先走一步,先行先试。”刘小丁总结说。

加快智能测绘转型，融入低空发展大局

毫无疑问，低空空域是未来人们经济社会活动的重要空间，低空经济更是极具开发潜力和可持续发展的经济形态。据统计，2023年，我国低空经济规模已超过5000亿元，2026年将突破万亿大关，仅广东省预计2026年低空经济规模就将突破3000亿元。那么面对低空经济所带来的广阔应用场景和巨大市场潜力，测绘地理信息能否接得住，又该如何融进去呢？

刘小丁认为，测绘地理信息要全面融入低空发展大局，目前还面临着体制机制、标准规范、技术水准以及人才市场等多方面的挑战。

一是法规政策不够健全。一方面，因涉及地理信息数据安全问题，像实景三维等支撑低空经济的数据难以得到有效利用；另一方面，低空经济的发展将重构当前基础测绘作业模式，像正射影像等高精度地理信息数据更易获取，测绘行为界定、监管困难重重。

二是体制机制有待建立。一方面，低空空域活动具有高频次、高安全的特点，需根据低空空域活动构建高频次的数据动态更新机制；另一方面，大量低空飞行器出现，面临“看不见、叫不到、联不上、管不住”的问题，急需借助卫星导航定位系统优势，构建监管机制。

三是标准规范不够完善。一方面，测绘地理信息数据支撑低空数字底座的成果应用标准缺乏，数据供给的内容、格式、精度不明；另一方面，低空数字空域图作为一种新型产品，现有地图规范难以满足需求。

四是技术攻关面临挑战。首先，低空环境干扰多，依靠通信网络传输差分数据的北斗卫星导航定位系统面临信号失锁问题；其次，大规模的低空飞行活动，导致低空获取数据量巨大，对数据处理算法和计算设备提出了较高要求；最后，不同数据源的数据格式、精度、时间分辨率等存在差异，低空数字底座数据融合存在困难。

五是人才和市场存在短板。一方面，目前高校和职业教育针对低空测绘地理信息的复合型人才培养体系还不够成熟，专业人才短缺。另一方面，部分低空经济相关企业和用户还没有充分认识到测绘地理信息的关键作用，这导致需求不足。此外，测绘地理信息行业在低空经济中的商业模式还处

于探索阶段，缺乏深度的增值服务和可持续的盈利模式。

“低空经济需要测绘地理信息的保障，更对测绘地理信息支撑保障能力提出了更高的要求。当我们看到低空经济带来的广阔前景时，也要思考如何提升支撑保障能力，全面融入低空经济大局。”刘小丁认为，面对这些难题，我们测绘地理信息要聚焦两个关键，一是多方协作共建低空生态体系；二是聚焦技术难题，加快智能化测绘的转型升级。

首先，我们在技术攻关方面，要着重加强高精度导航定位、遥感智能识别、低空数据底座建设等技术研究，为测绘地理信息支撑低空经济发展做好技术储备；在人才储备方面，通过内部挖掘和外部引进两种方式加大人才培养，为低空经济相关研究提供人才保障。

其次，测绘地理信息行业各主体要积极对接低空飞行器制造、物流、旅游等企业，深入探索测绘地理信息在低空经济产业链各环节的应用潜力，主动参与相关政策研究和标准制定工作，踊跃投身学术交流活动 and 行业展会，为低空经济的蓬勃发展奠定坚实基础。然后，还要通过加强与低空物流、城市空中交通等领域合作，凸显测绘地理信息在低空空域划设、航线规划、飞行导航定位和安全监管的能力支撑作用。

最后，我们也要转变传统的观念和认知。一方面是要注重系统化思维，跳出传统测绘视角，从“低空经济”全产业链的高度出发，整合资源并构建跨领域协作机制；另一方面是强化现代化理念，积极引入“数字孪生”“人工智能”等新兴理念，推动测绘地理信息与现代信息技术的深度结合，构建更智能化、立体化的低空经济服务模式。

在谈到测绘地理信息各参与主体应积极主动参与低空经济技术和产业创新实践时，刘小丁也对南方测绘在低空领域的发展布局提出了自己的希望。他表示，首先，南方测绘作为广东省乃至全国测绘地理信息装备的领先企业，应该拓宽思路，大力研制多类别、多形态的新型智能传感器，比如三维激光、视觉融合、低空高精定位导航技术装备等。其次，南方测绘作为时空信息应用企业，要主动提供跨行业服务应用，积极开拓自然资源、应急、交通、水利等多行业领域的规模化应用场景。最后，也希望南方测绘能联合行业内外的高校、科研院所、企事业单位，聚焦低空领域迫切关注

的智能化技术、产品展开科研攻关及产业转化的研究和探索。

立足测绘地信本职，赋能低空经济发展

交谈中，刘小丁对于测绘地信低空经济的融合发展潜力充满希望。他表示，广东在低空领域的先发优势和高起点，带给我们更宏观和宽阔的视野。他介绍，广东既有大疆创新、亿航智能、小鹏汽车这样的低空载具领先制造企业，也有广东测绘院、广州市城市规划勘测设计研究院、丰图科技、南方测绘等测绘地理信息头部企业，为融合发展奠定了科技和产业基础。

站在融合发展的前沿阵地，刘小丁认为，在助力低空开发和利用方面，有四大技术方向应该重点关注：

一是通信技术。比如6G通信技术具有超高速率、超低时延、超强连接优势，能够为低空飞行提供更稳定更快速的通信保障；空天地一体化通信网络技术能解决低空通信覆盖不足和信号不稳定等问题，实现起降场、空域、导航等设施组网，提升空地信息一体化服务能力。

二是导航与定位技术。比如基于新一代北斗卫星导航系统(BDS)的国家综合时空体系：提供的高精度、实时定位服务对于无人机飞行控制、物流配送、应急响应等领域至关重要；多源融合定位技术：结合卫星导航、惯性导航、视觉导航、激光雷达定位等多种技术，实现多源数据融合的高精度定位，提升低空飞行器在复杂环境下的定位精度和可靠性。

三是智能感知与识别技术。如传感器技术：发展高精度、高分辨率、小型化的传感器，能有力提升低空飞行器实时感知能力；图像与视频处理技术：利用人工智能和机器学习算法，实现低空飞行器采集的图像和视频快速处理和分析；智能态势感知技术：实时监测低空空域的交通流量、气象变化、飞行冲突等情况，为低空飞行的管理和调度提供决策依据。

四是卫星与AI以及各种技术融合。如通过人工智能、遥感、地理信息、通信、导航等技术有机融合，形成智能低空作业系统，推动低空经济向更高效率、更安全发展。

作为广东测绘院的掌舵人和测绘地理信息领域的资深专家，刘小丁也为广东测绘院勾勒了低空领域的发展蓝图。“从航空摄影测量到低空遥感，我院一直立足职责定位，服务于广

东省自然资源及经济社会发展各项需求，低空经济也是我们将要重点布局和发力的方向之一。”刘小丁介绍，广东测绘院围绕助力广东省低空开发和利用，划定了详细的实施“纲目”。

一是政策为纲，大力促进低空测绘行为管理、低空空域要素调查与确权、低空空域用途管制与利用管理、低空空域规划和资产管理等相关政策法规落地。

二是机制为链，加快推动探索用地审批与飞行采集信息动态联动的数据更新、北斗卫星导航系统支撑低空监管等机制体制建设。

三是数据为基，加强推动低空空域“三维空间图”制作的基础地理信息数据支撑，为低空空域的规划管控提供底图底数，同时建立动态更新机制。

四是创新驱动，全面开展星-地结合的北斗地基增强位置服务、“5G+北斗”的海量级用户高精度定位服务、基于众源低空感知数据的基础地理信息数据更新等关键技术攻关研究。

五是应用拓展，持续推进以无人机智能基站为载体低空应用场景建设，实现对地表资源的高精度、高频次、全自动、立体化监测。

六是人才引领，全力打造专业卓越人才梯队建设。一方面，通过内部培训、学术交流、项目实践等方式，提升团队成员在低空测绘地理信息领域的专业技术水平和创新能力。另一方面，积极引进优秀人才，充实研究团队力量，优化团队人才结构，为低空经济相关研究提供人才保障。

七是交流为翼，全过程加强跨界合作联动纽带。一方面，加强与航空航天、通信、交通、物流等相关领域合作，推动低空经济产业链的融合发展。另一方面，积极参与国内外的学术交流活动 and 行业展会，加强与同行单位的经验分享与合作，提升广东测绘院在低空经济领域的影响力和竞争力。

“时下，智能化测绘转型升级趋势向好，我们测绘人要做做的就是抛弃传统思维，用更宏观、更融合的思维去看待测绘，主动求新求变，向包括低空在内的广阔领域迈进。就像我们常说的，向着时空信息全空间服务时代迈进。”刘小丁说，广东测绘院作为区域测绘地理信息服务单位，将更加积极主动地与行业内外的政产学研用同仁们携手努力，共同推动测绘地理信息走向低空，服务低空，“智绘”低空发展蓝图。

图

测绘遥感“飞向”低空

——湖南省第二测绘院原副院长谢玲琳

谈低空经济大潮中的测绘机遇和挑战

文/本刊记者 陈阳



湖南省第二测绘院原党委委员、副院长谢玲琳

在2025年新春来临之前,低空经济领域已经能嗅到春天的味道。2024年12月25日,国家发改委牵头交通、民航、工信、公安等多部门,宣布低空经济司正式挂牌成立。

低空经济产业链庞大,关联近20行业、300余应用场景,市场前景广阔。也正因其涉及的行业领域众多,所以更需要来自规划、规范上的宏观政策春风,来廓清多行业领域间存在的诸多误解和壁垒,而低空经济司的成立或许正是这场春风的序曲。

无独有偶,也是在2024年末,中国测绘学会官宣筹备成立低空开发与利用工作委员会。低空经济的磅礴春潮,在测绘地理信息行业有了响亮的回声。

其实,在测绘地理信息行业加速向智能化转型升级的当下,测绘地理信息技术与人工智能、大数据、5G/6G通信、物联网等新兴技术手段日趋呈现出“你中有我,我中有你”的发展态势,在低空开发与利用领域也是如此。早在低空经济这一概念提出伊始,各地测绘地理信息企事业单位就在技术创新、基础服务、产业转化等多方面迈出了先行先试的步伐。湖南省第二测绘院就是向低空经济领域迈出先行一步的代表。

密织时空数据网格,助推低空广域应用

湖南省第二测绘院作为湖南省航空航天测量遥感的主力军,也围绕湖南低空经济发展规划大局做出了诸多创新探索。湖南省第二测绘院原党委委员、副院长谢玲琳是一位在测绘遥感数据获取和处理技术方面深耕数十年的资深专家,她告诉记者,低空经济发展腾飞的一个关键因素就是数据。

在服务湖南省低空经济发展大局的实践中,湖南省第二测绘院也着眼数据,做起了文章。谢玲琳介绍说:“低空发展,数据先行。在湖南省低空经济高质量发展相关政策举措出台前后,我们就着眼于低空空域的精准空间信息数据做出了技术性布局。比如,我们在集成多种国内外高端航空摄影测量装备的基础上,联合打造了‘丘鸿’无人机巢装备体系。”

谢玲琳进一步解释道,“丘鸿”无人机巢装备体系创新性解决了无人值守DOM生产及高实时实景三维产品更新。此外,“丘鸿”还突破通信限制,打造了北斗短报文调度技术、典型自然资源目标和行为智能识别等多项关键性技术。基于技术装备和方案集成上的突破,目前,“丘鸿”无人机巢装备体系有效地支撑了湖南省遥感影像统筹、生态修复、自然资源调查监测等多个重要领域的应用,得到了湖南省各相关业务单位的肯定和认可。

湖南省第二测绘院不仅基于技术和方案创新,在低空开发和利用方面做出了实绩,还依托精准空间数据基础,为湖南省低空经济的前瞻“务虚”和发展规划事业提供切实支撑。谢玲琳介绍,近年来,该院配合湖南省自然资源厅、省发展改革委员会、省财政厅开展多方调研,最终协助促成了《湖南省地理空间数据共享管理办法》的出台。

低空领域是一块“处女地”,低空经济也是一个新的产业形态。测绘地理信息技术作为获取和管理精准时空数据的主要手段,在这一领域应当大有可为,更应大有作为。一直在航空摄影测量领域深耕的谢玲琳对低空充满期望,她认为,低空目前有几

大典型的可预期应用场景:一是低空物流配送与交通;二是应急救援;三是自然资源监测与环境保护;四是低空文化旅游。

在低空物流配送与交通领域,测绘遥感技术通过采集城市地理信息数据,为低空物流配送航线规划提供基础数据,确定合适的飞行高度和安全航线。此外基于测绘遥感技术手段,可以利用低空无人机进行交通流量监测,结合测绘技术和地理信息系统(GIS)技术,辅助交通管理部门决策。

在应急救援领域,可以利用低空无人机获取受灾区域影像数据,进行地理配准和分析,生成灾害评估图,为救援队伍提供受灾信息。通过北斗系统、惯性导航等精准定位导航手段,可以为救援无人机提供精准导航信息,建立临时地理空间数据库,标注重要位置信息,优化通信网络布局。

自然资源与生态环境监测是目前测绘遥感和低空领域应用相对成熟的领域。一方面,利用低空无人机可以进行自然资源定期监测,通过多光谱、高光谱遥感技术获取植被生长状况和土地利用变化等信息,实现自然资源动态监测。另一方面,通过低空无人机搭载激光雷达等多种传感器可以及时监测多种环境要素。再结合GIS技术,实现对污染物浓度、扩散路径等情况的精准分析,满足环境污染溯源、防治等多样化需求。

低空文旅是新兴的大众应用领域,在这一领域,测绘遥感技术可以综合分析景区地形、景观分布和空域限制等因素,规划低空旅游观光线路。此外,基于低空无人机的近景摄影测量技术可以实现对文化遗产的高精度三维建模,为文化遗产的虚拟展示和修复规划提供参考。

围绕精准时空数据的采集、处理、决策分析及管理,测绘地理信息技术在低空领域可支撑、可服务、可应用的场景还有很多。“低空经济作为一个发展中的‘概念股’‘潜力股’,其所能催生的产业和场景还在不断拓展和延伸中,可以断定,随着低空经济版图的逐渐清晰,测绘地理信息也将随之延伸、



谢玲琳在项目一线



谢玲琳和团队成员在项目实施现场

腾飞,这既取决于测绘地理信息的支撑服务能力,更取决于我们测绘遥感人的想象力。”谢玲琳说道。

筑牢数据安全底线,融入低空发展大局

精准地理信息数据一直是数据安全的重要“防区”,低空空域更是如此。正因为低空测绘地理信息数据安全性等方面还存在诸多问题,这在一定程度上制约了低空经济相关应用场景的落地与发展。

谢玲琳告诉记者,目前,低空领域在空域管理、数据安全监管等方面的法律规范还不完善,这是现阶段低空经济规模增长面临的主要难题。具体来说,在法规和监管层面,目前有几大难点:

一是空域管理法规不完善。一方面,我国低空空域管理法规对低空空域划分不够细致,不同地区空域界限和使用规则存在差异,易造成误解和违规操作。另一方面,我国低空飞行活动审批程序复杂,特别是跨区域、长时间的测绘飞行任务,需多个部门审批,过程繁琐耗时。

二是数据安全与隐私监管缺失。精准地理信息

数据本身就属于高风险隐私数据范畴,因为精准地理信息数据涉及国家安全和隐私,低空数据采集过程中可能被非法获取或篡改,对国家安全构成威胁。此外,低空飞行的无人机易获取个人和单位隐私信息,相关法律法规不完善,界定和保护隐私信息缺乏明确规定。

“当然,任何一个新兴的产业形态和发展方向,都难免存在诸多困难与挑战,但低空经济不可能因为存在难题就停滞,我们作为科技工作者更不能畏难、怕难,畏葸不前,而应该从科技视角找问题、解难题、助发展。”聊到低空经济面临的难题,谢玲琳更多出几分科技工作者的坚定与乐观,她坦言,我们讲守好数据安全底线,这并不是全部目的,守好底线是发展的基础也是发展的前提。作为一线的科技和业务人员,我们既要坚持把好数据安全关,更要思考如何通过技术、产业的发展助推测绘地理信息融合低空发展大局。

站在科技视角,测绘地理信息科技工作者们还有许多工作可做。首先,低空空域的高精度定位与

导航技术仍面临诸多挑战:随着高精度定位服务向低空延伸,低空发展对精度的要求也大大提升,因为低空飞行易受障碍物干扰,卫星定位信号易受遮挡,导致定位误差增大,影响数据质量。此外,低空气象和地形条件复杂,影响导航准确性和可靠性,保障导航系统稳定性仍然是一个技术难题。

其次,低空开发和利用必然面临多源数据融合的难题。低空经济数据来源多样,譬如,不同型号无人机影像数据在分辨率、色彩模式、坐标系统等方面存在差异,必然增加数据融合难度和成本。由于低空数据采集装备的多样、操作环境的复杂性,必然导致数据质量参差不齐,且不同传感器数据质量评价指标不同,综合评估和利用困难。

在测绘地理信息行业,数据实时处理与传输一直是热点话题,而在低空领域,这个问题更加紧迫。低空经济活动与地面相比,普遍速度更快、更加灵活多变,所以更需要数据的快速甚至实时处理与传输能力,然而现有的计算机硬件和算法限制了高分辨率影像、激光点云数据等的处理速度,难以满足实时性要求。不仅如此,低空数据传输受距离、电磁干扰等因素影响,带宽有限,偏远地区或信号遮挡区域数据传输易中断,导致关键信息丢失。

“我们现在经常谈论新质生产力,其实低空经济就是新质生产力的典型代表。低空经济呈现技术密集和数据密集的典型特征,而无论是技术创新还是数据安全,都和测绘地理信息技术紧密相关,我们能做该做的就是聚焦应用技术、数据加密技术等关键难题去下功夫,用技术创新来助力数据安全和低空经济的蓬勃发展。”谢玲琳总结道。

用技术撬动应用,以产业助推发展

低空是新业态、新经济更是新质生产力的代表,而测绘地理信息行业正处在图新、求新、向新转型升级的关键阶段。所以测绘地理信息和低空经济必然是同向的,也必将同行。谢玲琳对此充满期待。当谈到低空经济的广阔前景和目前面临的现实难

题时,她不假思索地说:“困难和挑战是客观存在的,但我们不妨‘先飞起来’看看。”

“先飞起来”正是创新者和创业者应秉持的态度。展望测绘与低空的融合发展,谢玲琳仍然聚焦技术领域提出了自己的见解。她认为,从测绘地理信息科技视角出发,下一步,测绘遥感人应该聚焦于以下几个技术领域创新突破:

一是数据采集与处理技术领域

高分辨率遥感技术:研发更高分辨率、更宽光谱范围的遥感传感器,提升低空遥感数据质量和丰富度,为城市规划、农业监测、生态保护等领域提供数据支持。

实时数据处理与分析技术:利用云计算、边缘计算、人工智能等技术实现低空数据的实时处理和分析,为应急救援等场景提供即时决策依据。

二是空域管理与安全保障技术领域

智能空域规划与管理技术:借助大数据、人工智能和地理信息系统等技术,建立智能空域规划模型和管理系统,提高空域资源利用率和飞行安全性。

低空安全监控与预警技术:研发先进的低空安全监控设备和预警系统,实现对低空飞行器的全方位实时监控和异常行为预警。

三是三维建模与数字孪生技术领域

高精度实景三维建模技术:提高实景三维建模的精度和效率,构建更大范围、更复杂场景的高精度虚拟三维模型,为低空经济应用提供数字底座。

数字孪生与模拟仿真技术:利用数字孪生技术构建低空经济数字孪生体,对低空飞行活动、空域状况、基础设施运行等进行模拟和仿真,为低空经济发展提供科学决策支持。

归根究底,测绘地理信息和低空经济的融合发展,最终要落脚在技术创新、产业发展以及政策驱动这三大关键点上,而且这三者并不是相对独立的,是相互影响、相互促进的关系。在低空领域,应用技术的创新能够催动应用产业的落地转化,而应

用产业的壮大必然加快政策法规的完善,而相关政策法规的日趋发展和完善,又能很好地反哺和助推技术创新与产业发展。

在促进这三大关键点的良性循环方面,我们首先要加大技术研发投入:设立专项研发资金,投入到高精度定位导航技术、实时数据处理算法、多传感器融合技术等方面的研发,提升行业技术竞争力。

其次鼓励“产学研用”合作:建立联合实验室或技术创新联盟,促进高校和企业合作,加速技术成果转化。比如,目前国家在加快制造装备的自主可控与国产替代,在这一方向上,我们测绘地理信息企事业单位就应该勇于作为。像南方测绘就一直是这一方向上的重要推动者,我们也希望未来南方测绘可以和更多产学研单位联合,在关键数据采集装备上持续创新突破,这样也能为数据安全这一关键难题的解决贡献力量。

第三由建立技术标准体系行业协会和主管部门牵头,联合相关单位建立低空地理信息技术标准体系,积极参与国际标准制定。

第四完善法规政策:政府部门加快完善低空经济相关法规政策,明确低空测绘活动的准入条件、审批程序和监管责任,制定鼓励政策支持企业发展。

第五培育市场需求和产业生态:加强低空经济应用场景推广,构建完整的低空经济产业链,促进不同行业深度合作。

“作为一名一线科技和业务工作者,我们一直认为在低空领域,要打开思路,用技术创新去驱动应用产业的发展壮大,通过应用产业的遍地开花和发展壮大促进测绘地理信息与低空经济融合发展。”谢玲琳说。

作为湖南省第二测绘院的技术带头人之一,谢

玲琳不仅对测绘地理信息与低空经济融合发展这个大课题有深入的思考,也为自己和所带领的团队定下了切实的目标。

一是瞄准无人机巢数据获取及智能应用这一细分领域,大力攻关无人值守地理信息产品获取处理、数据通信链路维持、典型自然资源目标AI识别,推动建设低空遥感应用示范省,打造低空遥感应用“湖南模式”。

二是联合航空航天企业与科研机构,在未来3年内研发出适应复杂低空环境、具有更高分辨率(亚厘米级)和更宽光谱范围的航空摄影相机及移动无人机巢车。这些装备将能够更精准地获取地面目标的几何与物理信息,清晰地识别建筑物细节、道路材质等信息,与自然资源部门调查监测业务系统贯通后,可实现高效举证核查和地理信息数据采集。

三是加强与企业、科研机构之间的合作与交流。通过联盟平台,实现资源共享、技术合作与市场拓展。例如,企业之间可以共享无人机起降场地、数据处理中心等资源;科研机构与企业合作开展技术研发项目,加速科技成果转化;联盟共同开拓国内外低空测绘市场,提升行业整体竞争力。同时,积极参与国际低空测绘地理信息领域的交流活动,学习借鉴国际先进经验和技术,推动我国低空测绘行业走向世界。

从测绘遥感技术到低空开发与利用大局,交谈中,谢玲琳总是条分缕析,又满怀期待。测绘地理信息技术是空间信息科学,它应该能够服务于全空间、全要素,而低空经济的发展前景,为测绘地理信息技术和测绘遥感人补上了全空间服务的一块重要“拼图”。谢玲琳不无感慨地说:“我相信测绘遥感正在‘飞向’低空,我也希望自己能够在其中贡献一份力量。”



本文根据中国测绘科学研究院、国家测绘工程技术研究中心研究员李英成于辽宁省无人机测绘赋能低空经济研讨大会报告整理,内容未经本人审核

地理信息服务低空空域管理 助力低空经济安全发展

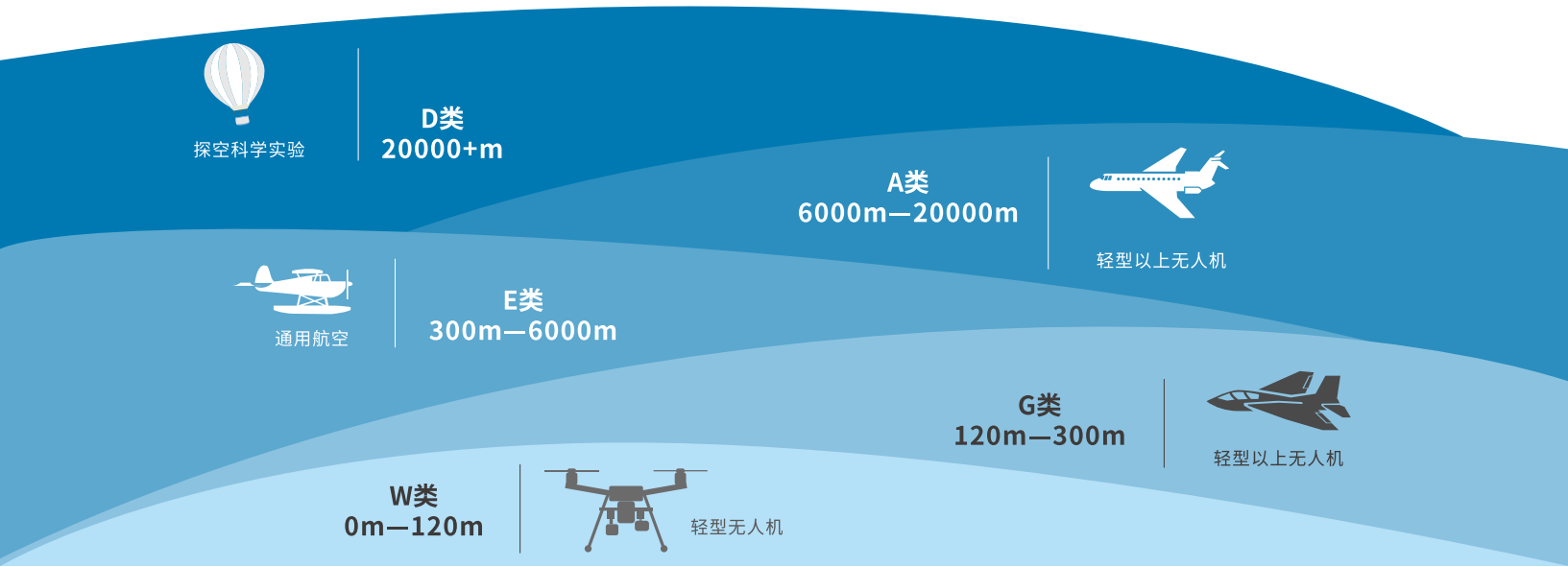
文/本刊编辑部综合整理

一、低空经济:新兴经济形态的崛起

低空经济,拥有巨大的潜力,在全球范围内掀起一股发展热潮。它从农业领域的无人机植保作业,到工业生产中的物流运输,再到服务业的旅游观光和应急救援,低空经济的身影无处不在,为经济增长开辟了新的空间。

在国家战略的宏伟蓝图中,低空经济被赋予了重要使命。2021年,中共中央、国务院印发的《国家综合立体交通网规划纲要》,正式从国家规划层面吹响了发展低空经济的冲锋号,为其发展奠定了坚实的政策基础。

随后,一系列政策文件如雨后春笋般相继出台。有效规范了无人机产业的发展秩序,为其强劲增长和广泛应用提供了有力支撑。



进入2024年, 低空经济的政策利好持续释放。全国两会将低空经济首次写入政府工作报告, 并纳入新质生产力范畴, 这一举措无疑为低空经济的发展注入了强大的动力。

据不完全统计, 2024年, 全国有20余个省、自治区、直辖市将低空经济写入地方政府工作报告, 从地方层面积极响应国家号召, 纷纷出台相关政策措施, 加大对低空经济的支持力度, 形成了从国家到地方的全方位政策扶持体系。

低空经济的产业布局呈现出多元化、协同化的发展态势, 涵盖了低空制造、低空飞行、低空保障和综合服务等多个核心板块。

我国低空经济起源于通用航空的发展, 经过多年的积累和沉淀, 逐步走上了快速发展的道路。2010年前后, 我国开始积极推进低空空域管理改革, 为低空经济的发展创造了有利条件。这一时期, 国家逐步放宽了对低空空域的管制, 简化了飞行审批流程, 提高了空域的利用率。空域管理改革为低空经济的发展提供了广阔的空间, 吸引了众多企业和资本的进入。

2024年, 被业内人士定义为低空经济的元年, 这一年, 低空经济迎来了爆发式增长。国家政策的大力支持、技术的成熟以及市场需求的不断释放, 共同推动了低空经济的快速发展。当前, 中国已经在低空经济领域积累了一些优势, 深圳等一批试点城市已经打造了低空飞行器产业链, 形成了物流货运、应急消防、农林植保等成熟的应用案例。

二、实景三维中国：低空经济的数字底座

在低空经济蓬勃发展的浪潮中, 实景三维中国建设宛如一座坚固的数字底座, 为其安全、高效发展提供了不可或缺的支撑。它以独特的技术优势和丰富的数据资源, 为低空空域的精细化管理、低空飞行的安全保障以及低空经济的创新发展注入了强大动力。

自2019年测绘地理信息工作会明确提出推进



中国测绘科学研究院、国家测绘工程技术研究中心研究员李英成

实景三维中国建设以来, 这一宏大工程便踏上了稳步推进的征程。

按照规划, 到2025年, 我国要实现5米格网的地形级实景三维对全国陆地及主要岛屿的广泛覆盖, 初步构建起国家和省市县多级实景三维在线与离线相结合的服务系统。这一系统将为数字中国、数字政府和数字经济提供三维空间定位框架和分析基础, 使50%以上的政府决策、生产调度和生活规划能够在线上实景三维空间中高效完成。到2035年, 地形级实景三维的格网精度将提升至优于2米, 实现对全国陆地及主要岛屿的必要覆盖。城市级实景三维分辨率将优于5厘米, 覆盖地级以上城市及有条件的县级城市。

同时, 国家和省市县多级实景三维在线系统将实现泛在服务, 地级以上城市和有条件的县级城市将实现数字空间与现实空间的实时关联互通, 服务数字中国、数字政府和数字经济的能力将得到进一步增强, 80%以上的政府决策、生产调度和生活规划将可通过线上实景三维空间完成。

实景三维中国建设对低空经济的支撑作用是全方位、多层次的。在低空空域数字化方面, 它通过高精度的三维模型, 将现实中的低空空域环境进行数字化呈现, 为低空空域的规划、管理和使用提供了直观、准确的基础数据。借助实景三维技术, 我们可以清晰地看到低空空域内的地形地貌、建筑物分布、障碍物位置等信息, 从而合理规划低空飞行航线, 避免飞行冲突, 提高空域利用效率。

在空域管理方面, 实景三维数据为低空飞行的实时监控和管理提供了有力支持。通过与无人机飞行信息管理系统对接, 管理人员可以实时掌握无人机的飞行位置、高度、速度等信息, 并结合实景三维模型, 对无人机的飞行状态进行全面监控。一旦发现异常情况, 如无人机偏离预定航线、进入禁飞区域等, 能够及时采取措施进行处置, 确保低空飞行的安全有序。

在低空安全飞行方面, 实景三维技术为飞行员提供了更加真实、准确的飞行环境信息。飞行员可以通过机载设备实时查看周边的地形地貌、建筑物等信息, 提前做好飞行规划和应对措施, 有效降低飞行风险。在山区等复杂地形环境中飞行时, 飞行员可以借助实景三维模型提前了解地形变化, 避免因视线受阻而发生碰撞事故。

经过多年的努力, 实景三维中国建设已经取得了丰硕的成果。

在地形级实景三维建设方面, 截至目前, 已完成680万平方千米优于5米格网的地形三维模型构建, 17版覆盖全部陆地国土的亚米/2米分辨率影像数据获取, 3版覆盖重点地区的优于1米分辨率影像数据收集, 以及490万平方千米1:50000要素转换生

产的基础地理实体数据和300万平方千米基于1:5000-1:10000要素转换生产的基础地理实体数据生产。

在城市级实景三维建设方面, 已完成约10.3万平方千米城市三维模型的搭建, 以及约3.1万平方千米基于1:500-1:2000要素转换生产的基础地理实体数据的制作。同时, 还建成了一批具有示范意义的部件级成果。

展望未来, 随着技术的不断进步和应用的不断深化, 实景三维中国建设将在低空经济领域发挥更加重要的作用。到2030-2035年, 实景三维中国有望实现更加全面、精细的覆盖, 为低空经济的发展提供更加精准、高效的数据支持。实景三维技术将与人工智能、大数据、物联网等新兴技术深度融合, 实现低空飞行的智能化管理和运营。通过人工智能算法对实景三维数据进行分析, 可以实现对低空飞行需求的精准预测, 优化飞行航线规划, 提高空域资源的利用效率。

三、地理信息助力低空经济安全发展的思考

在低空经济蓬勃发展的进程中, 测绘地理信息扮演着不可或缺的重要角色。测绘地理信息在航图变革、实景三维产品升级以及农业植保领域应用等方面发挥着关键作用, 为低空经济的稳健前行奠定了坚实基础。

航图, 作为飞行器飞行的重要指引, 在低空经济发展中面临着深刻的变革。传统航图在比例、适用对象等方面存在诸多局限, 已难以满足低空飞行日益增长的复杂需求。

● 传统航图的局限与低空飞行需求

传统航图主要服务于运输航空和通用航空, 其比例较小, 侧重于宏观层面的导航信息展示。在低空飞行领域, 尤其是无人机广泛应用的当下, 传统航图的局限性愈发凸显。无人机低空飞行时, 需要更精准的地形、障碍物等微观信息, 以确保飞行安全。

传统航图难以满足这一需求,其提供的信息在精度和详细程度上都无法满足无人机对复杂低空环境的感知和应对要求。传统航图主要为人眼识别和飞行员操作设计,对于无人机自主飞行而言,缺乏机器可读的数字化格式和智能交互功能,难以实现与无人机飞行控制系统的无缝对接。

- 自主可控航图的重要性
- 掌握自主可控的航图对于我国低空经济的安全发展至关重要。回顾历史,长城航空因母公司受到美国制裁,被导航数据库供应公司停用航图资料及导航数据库,仅短短数周,便丧失运行能力,最终破产。
- 2022年,俄乌冲突期间,国际航图供应商对俄罗斯用户全面停止服务,给俄罗斯的航空业带来了巨大冲击。这些案例深刻警示我们,国际航图长期被国外公司垄断,不仅服务价格高昂,而且存在严重的安全风险,是民航运行中典型的“卡脖子”领域。一旦在关键时期失去航图支持,整个低空经济体系将面临瘫痪的危险。因此,发展自主可控的航图,是摆脱外部制约、保障低空经济安全稳定发展的必然选择。

- 高精度、高动态、高可信航图的构建
- 为了满足低空经济发展的需求,必须构建高精度、高动态、高可信的新型航图。这种航图在精度方面,不仅要具备精确的几何坐标信息,还要对地表物体的属性进行详细标注,如建筑物的高度、材质,电线的位置、高度等,为低空飞行器提供准确的环境感知数据。
- 在高动态更新方面,能够实时反映地面环境的变化,如临时施工、人员聚集等情况,确保航图信息始终与实际环境保持一致。借助先进的传感器技术和数据传输网络,实现对地面信息的实时采集和快速更新,使航图能够在分钟级甚至秒级的时间内完成数据更新。
- 在高可信方面,对航图中的障碍物信息进行严格的验证和审核,确保其准确性和可靠性。通过多源数据融合和交叉验证的方式,提高障碍物信息的可信度,为低空飞行提供安全可靠的导航依据。

实景三维产品作为低空经济的重要支撑,需要进行创新升级,以更好地服务于低空飞行的安全管理和高效运行。

- 与传统实景三维的区别
- 服务于低空经济的实景三维与传统实景三维存在显著区别。在障碍物方面,传统实景三维可能会忽略一些对低空飞行有潜在威胁的小型障碍物,如广告牌、天线等。而服务于低空经济的实景三维则将这些障碍物纳入采集范围,并进行精确的三维建模,以确保低空飞行器能够及时发现并避开这些障碍物。
- 在特殊要素方面,传统实景三维主要关注一般性的地理信息,而低空经济实景三维则更加注重高价值特殊要素,如高铁、输电线、医院、学校等。这些要素对于低空飞行安全至关重要,一旦发生碰撞,将造成严重的后果。在动态信息方面,传统实景三维的数据更新周期较长,难以满足低空飞行对实时动态信息的需求。而低空经济实景三维则强调对人员集聚、活动举办等动态信息的快速采集和更新,以保障低空飞行的安全。

- 针对低空飞行的要素采集与更新
- 针对低空飞行的特殊需求,需要加强对相关要素的采集与更新。对于高价值特殊要素,采用高精度的测绘技术进行详细的三维建模,包括其位置、高度、形状等信息。利用激光雷达技术对高铁线路进行高精度扫描,获取其精确的三维坐标和地形信息,为低空飞行器提供准确的避让参考。
- 在高动态信息采集方面,结合物联网、大数据等技术手段,实现对地面动态信息的实时监测和快速更新。通过在人员密集场所部署传感器,实时采集人员数量、分布等信息,并及时更新到实景三维模型中。利用社交媒体数据和实时监控视频,获取活动举办、交通拥堵等信息,为低空飞行提供实时的环境情报。

- 技术与标准的同步发展
- 为了实现新型实景三维产品的生产和更新,需要同步发展相关的技术和标准。在技术方面,不断探索和

应用新的测绘技术和数据处理方法,如倾斜摄影测量、三维激光扫描、人工智能图像识别等。

- 倾斜摄影测量技术能够快速获取地物的多角度影像,通过数据处理生成高精度的三维模型。人工智能图像识别技术则可以对采集到的影像数据进行自动分析和识别,快速提取出障碍物、特殊要素等信息。
- 在标准方面,制定适用于低空经济的实景三维数据标准,包括数据采集、处理、存储、更新等环节的规范。明确数据的精度要求、格式标准、更新频率等,确保不同地区、不同部门的数据能够相互兼容和共享,为低空经济的发展提供统一的数据支持。

农业植保领域作为低空经济的重要应用场景,测绘地理信息在其中具有广阔的应用前景。通过提供精准的数据服务,能够有效提升农业植保无人机的作业效率和安全性,推动数字农业的发展。

- 农业植保无人机的现状与需求
- 我国农业植保无人机发展迅速,截至2024年,保有量已达到25.1万架,每年的飞行作业面积高达26.7亿亩次。这些无人机在农业生产中发挥着重要作用,能够快速、高效地完成农药喷洒、病虫害监测等任务。当前农业植保无人机在飞行安全保障方面存在明显不足。
- 比如农田环境复杂,存在电杆、高压线、高速公路等各种障碍物,而现有的飞行安全保障措施主要依赖于GNSS采集数据,这种方式难以全面、准确地获取障碍物信息,无法满足无人机在复杂环境下的飞行安全需求。一旦无人机在飞行过程中遭遇未识别的障碍物,极易发生碰撞事故,不仅会造成无人机的损坏,还可能影响农业生产进度,甚至对人员和环境造成危害。

- 测绘地理信息的服务方案
- 测绘地理信息可以为农业植保无人机提供全面的服务方案。利用高精度的测绘技术,如航空摄

影测量、地面激光扫描等,获取农田的详细地形数据和障碍物信息,构建高精度的农田三维模型。

- 通过对农田地形的精确测量,能够为无人机规划最佳的飞行高度和航线,避免因地形起伏导致的飞行风险。在障碍物识别方面,结合人工智能图像识别技术,对采集到的影像数据进行分析,准确识别出电杆、高压线等障碍物,并将其位置信息标注在三维模型中。基于这些数据,为农业植保无人机提供航线规划和障碍避让服务。
- 通过智能算法,根据农田的形状、作物分布以及障碍物位置,为无人机规划出最优的飞行航线,确保无人机在作业过程中能够高效、精准地完成任务,同时避开所有障碍物。利用实时定位和导航技术,对无人机的飞行状态进行实时监控,一旦发现无人机接近障碍物,及时发出预警并调整飞行路线,确保无人机的飞行安全。

- 与数字农业的融合前景
- 测绘地理信息在农业植保领域的应用,不仅能够提升无人机的作业效率和安全性,还将为数字农业的发展带来新的机遇。通过与数字农业的融合,实现农业生产的智能化、精准化管理。借助测绘地理信息获取的农田数据,可以与土壤监测、气象数据等相结合,为农作物生长提供全面的环境信息。
- 通过分析这些数据,能够精准地判断农作物的生长状况、病虫害发生情况,从而实现精准施肥、精准施药,提高农业生产的资源利用效率,减少农药和化肥的使用量,降低对环境的污染。
- 测绘地理信息还可以为数字农业的智能化管
- 理提供支持。通过建立农田的数字化模型,实现对农田的远程监控和管理。农民可以通过手机或电脑终端,实时查看农田的作物生长情况、无人机作业进度等信息,及时做出决策,提高农业生产的管
- 效率。

站在产业链上培育低空高素质人才——访江苏航空职业技术学院院长高尚兵

文/本刊记者 韦彩云 图/受访者提供

要说2024年最火热的概念,“低空经济”必然榜上有名。一年之内,全国已有近30个省份的100多个城市出台了低空经济相关政策,新增注册企业7000多家,产业基金规模达千亿元。政策鼓励,资本热涌,使得低空经济热度空前。

中国民用航空局发布的数据显示,2025年中国低空经济市场规模预计将达到1.5万亿元,2035年更是有望达到3.5万亿元。低空经济是一片新蓝海,机遇与挑战并存,如何向天空寻发展,飞出“新”未来,成为区域经济乃至各地城市新的课题。

目前,长三角地区已在低空经济领域构筑起坚实的产业根基,展现出强劲的发展潜力。在沪苏浙皖,通用航空和无人机产业集群正提速疾进。沿着低空经济产业链条,各地依托特色全面发力专业型、复合型人才培养,以更强的人才链带动“教育链、人才链、产业链、创新链”更深融合,促进低空经济长远发展。

作为长三角唯一的航空类高职院校,江苏航空职业技术学院(以下简称“江苏航院”)坐落在长三角经济带核心区域的镇江市,依托镇江市航空航天产业园办学,紧密对接产业,深化产

教融合,不断为地方发展低空经济产业提供强有力的人才支撑。

在低空经济新赛道上,江苏航院是如何找准发展、保持优势的呢?又是如何培养出企业“用得上、离不开、信得过”的高技能人才……让我们一起来听听江苏航院院长高尚兵的分享。

锋芒已露,航空到低空

2024年低空经济产业城市竞争力TOP50排行榜发布,这是根据产业规模、优质企业、创新能力、融资能力、产业效益和成长能力六大维度、超过60个指标,对产业链的各个节点进行综合评估。其中,江苏省有8市上榜。

细看榜单,有一座城市格外引人注目。江苏省面积最小、人口最少的设区市之镇江,也是榜上有名。这个成绩对于镇江来说并不意外,从决定建立航空航天产业园,对接国家重大专项时起,镇江发展低空经济的命运齿轮已经开始转动。

布局低空经济,离不开当地的航空航天产业,而镇江的航空航天产业更是镇江“四群八链”产业布局的重要一环。随着C919大飞机商业运营不断提速,镇江航空航天产业发展加速



江苏航空职业技术学院院长高尚兵

腾飞。据悉,镇江市全市涉航企业达到百余家,组建了由16位院士组成的“航空航天产业院士顾问组”,形成了200多项填补国内空白的技术创新成果,涌现出40余个全国“唯一”“第一”产品……

诞生于镇江航空航天产业园的江苏航院,更是发挥航空特色办学优势,聚力培养低空经济高质量发展所需的专业人才。高尚兵介绍,面向低空经济发展,江苏航院在专业建设、人才培养、技能培训等做出了一系列创新。

专业建设方面,江苏航院开设了无人机应用技术、飞行器数字化制造、飞行器数字化装配、航空精密材料成型技术、飞机机电设备维修及通用航空器维修等专业,形成了包含23个专业的七大特色专业群。值得一提的是,江苏航院的无人机应用技术专业群、空中乘务专业群获评

省高水平专业群。

人才培养方面,江苏航院高度重视产教融合,定期深入涉航企业,调研产业人才需求,协同深化专业结构调整。在教学过程中,更是引进行业企业生产基地、研发平台,共建了一批兼具教学、生产、研发、创新创业教育功能的实习实训基地。

技能培训方面,根据企业需求和市场的变化,江苏航院积极拓展无人机和民用航空器维修的职业技能培训项目,包括中国民航局无人机执照、无人机驾驶、无人机测绘操控、无人机装调检修以及中国民航局147维修基础执照等,致力于为区域低空经济高质量发展培养更多高技能人才。

“自2019年首届毕业生毕业以来,江苏航院连续6年就业率在全省高职院校就业排名前列,特别是随着国产大飞机产业蓬勃发展,平均每年有400多名学生入职中国商飞、中国航发等涉航央企单位工作,实现了高质量就业,为大飞机事业和航空装备制造产业的发展培养了一批具有扎实理论知识和专业实操能力的高素质技能人才。”

在2025年伊始,江苏航院收到了来自中国商飞的感谢信,感谢学院对中国大飞机事业发展的贡献,尤其是在订单班课程前置、校企双元育人等方面提供了有力支持。

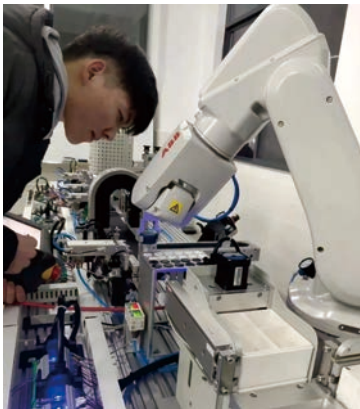
据介绍,江苏航院每年定期选拔优秀学生组成订单班,针对订单班的学生,校企双方共同制定人才培养方案、开发教材、设置课程,同时双方还共同培训授课教师,极大地提升了教师理论和实践水平,真正做到了课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、课程思政与企业文化对接,满足用人单位的需求。

近年来,江苏航院充分发挥无人机应用技术专业群科教人才优势,主动融入地方经济发展,“无人机+消防”“无人机+植保”等5个产学研平台年均产出30多个技术服务项目,受到社会广泛好评。

比如2023年3月,在龙潭长江大桥236米高空的南塔,江苏航院助力双塔成功实现跨江“牵手”的技术支持工作,为国家重点工程贡献了“航院力量”。据悉,这是江苏跨江大桥建设史上首次采用无人机牵引技术架设先导索。



江苏航空职业技术学院



学生培训

此外,江苏航院连续两届当选全国航空行指委无人机专指委主任委员单位,并牵头制定《高职院校无人机应用技术专业教学标准》《高职院校无人机应用技术专业实训条件建设标准》2个国家标准,产业与教育协同发展新机制初步成型,构建了覆盖低空产业链的人才培养模式。

现阶段“传统通航+无人机+空中汽车(eVTOL)”是三大适合低空经济的飞行器,新场景、新应用、新人才正在不断搭建和涌现。航空航天产业链多年的积累成果,是发展低空经济的重要基石,已经商用的国产大飞机C919也能为空中汽车(eVTOL)研发提供飞机工程设计、安全性等相关技术及人才储备。在这些深厚基础上,江苏航院冲刺低空经济赛道,更能闯出一条“新路”,不断满足区域低空经济高质量发展的需求。

精准助力,产融人才培养

低空经济作为一种新兴经济形态,是新质生产力的典型代表,展现出巨大的市场潜力和广阔的发展前景,对人才需求数量大幅增加,对人才技术水平质量要求更高,且种类日趋多样化。

“比如,在低空经济的产业链中,从研发、制造到运营、保障,专业技术、复合型和管理类的人才需求呈现出逐级递增的趋势,尤其技术精湛的高技能工匠型人才和符合企业需求的高素质人才稀缺,成为制约低空

经济蓬勃发展的痛点难点。”

“作为航空类高职院校,我们学院肩负着为经济社会建设与发展培养人才的使命,必须直面痛点难点,从培养目标、专业建设、课程设置、师资队伍建设、产教融合等多方面切入,加快培育适应低空经济发展的高素质技能人才,着力破除制约产业发展的桎梏。”高尚兵如是说。

正如江苏航院的理念“飞机飞到哪里、C919飞到哪里,人才培养与服务就到哪里”。在发展低空经济赛道上,为促进教育链、人才链、产业链、创新链有机衔接、深度融合,江苏航院将着力推进合作办学、合作育人、合作就业与合作发展等四个层面的深度合作,系统推动产教融合与校企合作,全面提高人才培养质量,进而培养出“下得去、用得上、离不开”的高技能人才”。

在合作办学上,校企共建产教融合平台。

一是共建产业学院与实训基地。以学院现有无人机与智能产业学院为载体,校企联合共建“校中厂”,将实训基地嵌入产业链,实现教学与生产的无缝对接。利用航空航天产业园资源平台,与周边低空经济相关企业共建航空实训中心,打造全流程实践场景,助力学生技能转化。

二是共建专业群与课程体系,精准对接国产大飞机制造需求,课程内容融合企业技术标准和岗位要求,与中国商飞持续办好“大飞机班”。

此外,江苏航院还开展了广泛的国际合作,加速其综合水平的提升,为学生提供更全面的教育机会。譬如,分别与韩国白石大学、庆南大学开展国际专升本联合培养,开设电子工程、机械工程、航空服务、国际贸易物流等对口专业课程,不断提升人才培养的层次和水平。

在合作育人上,校企共建融合育人新机制。一是打造“双师型”教师团队,鼓励江苏美龙航空、江苏恒神等国内知名航企派遣技术骨干参与教学,教师定期到企业实践锻炼,建立教师与实训设备共享资源库。二是采用“课岗融合、工学交替”教学模式,校企共建航空复合材料成型工艺与设备、飞机复合材料结构修理等核心课程,将企业的新技术、新工艺、新规范及时融入教学过程中,学生在校内学习与企业实习交替进行,促进理论与实践深度融合。

近年来,江苏航院与中国航发、中国航天三院等30多家企业签订校企合作协议,先后聘请王礼恒、刘大响、吴光辉、陈祥宝、李仲平等5名中国工程院院士为专业导师(为全国聘请工程院院士数量最多的高职院校);聘请王伟耀、朱小坤等11位省市知名企业家担任大学生创新创业导师,他们深厚的学术、丰富的阅历,引领航院学子站到航空航天科技前沿的发展方向。

在合作就业上,校企共建订单式培养模式。一是开设定向班、冠名班,分别与中国商飞、中国东方航空继续合作办好“大飞机班”“东航优选班”,推进订单班量质并举,实现“招生即招工、入校即入企”。二是共建实习就业一体化平台,聘请省市知名企业家担任大学生创业就业导师,借助全国通航专委会、全省民航空安保工作研讨会等大会平台,持续开展访企拓岗专项行动,与更多行业企业建立稳定合作关系,拓宽学生校外实习渠道。

据不完全统计,累计有314名学生入职上飞公司,遍布在C919事业部、ARJ21事业部等重要岗位,参与大飞机零部件生产到整机装配维护;每年有400名左右的毕业生入职镇江本地航空制造生产型企业,参与C919大飞机客舱内饰、货舱饰件、机体结构等工作;以

高素质技术技能助推大飞机产业的发展。

在合作发展上,校企共建技术研发与区域联动平台。一是共建行业产教融合共同体,以学院加入的6个行业产教融合共同体为抓手,整合行业资源,鼓励教师申报横向课题,参与企业项目研发。与上飞公司共同编写《飞机机械系统装配职业技能等级证书考核站点建设指南》《飞机机械系统装配职业技能等级证书试点院校师资培训方案》以及航电系统、机械系统、飞机结构装配等专业岗位的培训大纲,为其培养高素质人才提供了有力支持。

二是打造市域产教联合体,发挥镇江市航空航天产业促进会行业优势,联合航促会理事单位和会员单位共同搭建人才培养和技能鉴定平台,学院为企业员工提供技能提升课程,校企共建的实训基地面向社会开展培训,服务区域航空产业。在行业产教融合共同体和市域产教联合体的共享机制叠加支持下,航促会的11家企业成为了C919 协作配套供应商,C919总装所需约10%的零部件、50%的铝材和50%的复合材料结构件,均是“镇江制造”。

此外,江苏航院还深入参与全国航空运输行业、空天地一体化遥感行业、全国工业无人机行业等的产教融合、科教融汇、产学研协同,主动对接全国范围内的行业企业、高校院所搭建“互通、互融、互享、互补”的协同创新平台,联合开展无人机和通用航空器技能培训,共同推动航空职业教育产教融合向更广领域、更深层次发展。

纵深推进,复合型人才

江苏航院自建校以来,积极贯彻国家教育方针,主动对接产业、深化产教融合,结合实际提前谋划布局。8年之内将生源扩招到万人规模,成为全国职业院校中航空类专业开设数量最多、覆盖最全的高职院校。

围绕航空、低空经济办学特色,江苏航院优化完善内设机构,成立了无人机智能产业学院、航空维修学院以及航空工程学院等二级学院。各二级学院在专业设置、师资培育、实习实训、高质量就业等方面,精准对接

低空经济产业和产业链上下游链路新需求,优化产业合作、协同育人模式,努力探索形成社会多元力量一体共建、高度贯通的人才培养体系,持续巩固航空办学特色,切实增强服务地方区域低空经济高质量发展人才的培养和供给能力。

与此同时,江苏航院高度重视构建科研协同机制,通过产学研协同发力,加强有组织科研,打破低空技术壁垒,创新科研团队,提升技术研发和创新能力,更好地服务低空经济发展和应用。

随着技术进步、产业升级,越来越多的头部企业,都需要职业教育跟上产业升级的速度,让“学校所学”与“市场所需”同频,让更多“用得上、立得住”的一线人才、技术能手成为产业发展的顶梁柱。

2024年12月,高尚兵亲自带队,前往昆山市开展低空经济产业调研,深入了解低空经济产业的发展现状和趋势,探索校企合作新路径。

“低空经济作为融合发展的综合经济形态,既承继了传统通用航空业态,又融合了以无人机为支撑的新型低空生产服务方式,成为推动新质生产力发展的新引擎。”高尚兵说。

作为长三角首家且唯一一所航空类高职院校,“我们需找准在人才培养和社会服务中的角色定位,进一步发挥自身优势,既要通过匹配产业、拓展专业,服务地方经济产业,还要紧抓特色,结合低空产业、企业需求,深化产教融合,拓展低空经济应用场景的方式,实现低空经济下‘与区域产业共生,与行业企业共赢’的产教融合之路。”

无人机是低空经济核心组成部分之一,江苏航院无人机应用技术专业群作为江苏省高水平专业群,主要以“专业(专业群内专业设置)、课程、教材、师资、实训基地”为发力点,赋能区域经济高质量发展。

据介绍,无人机省级高水平专业群由无人机应用技术专业、飞行器数字化制造技术、飞行器维修技术和航空精密材料成型技术专业组成,群内专业全面对接低空经济全产业链,涵盖低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务、低空飞行保障四个方面内容。

江苏航院始终坚持产教融合、校企合作的人才培养模式,长期以来,聚焦岗位要求和能力需求,坚持应用为王,优

化课程和教材,根据企业需求动态调整,用数字化赋能教学过程和教学要素。

经过几年实践,江苏航院构建了“无人机+”产学研一体化模式,围绕“无人机+消防救援”“无人机+农林生产”“无人机+科普研学”等领域的低空应用场景,积极服务地方、长三角乃至全国低空经济典型场景应用。

例如,在“无人机+消防救援”领域,江苏航院主动服务江苏省消防救援总队、镇江市消防支队等单位,探索形成消防无人机操控员技能培训、多应用场景下消防无人机实战演练等服务内容;服务镇江消防支队的新区新材料产业园模型数据,已纳入省级应急保障管理平台应用;联合江苏省消防救援总队编写了面向消防一线的《消防无人机应用》教材,该书也是国内首本,已正式出版发行。校企联合编写的《无人机结构与系统》等教材获批国家职业教育“十四五”规划教材,《无人机装调与飞行》等4门课程入选江苏省在线开放精品课程。

2024年12月,在全国航空工业职业教育教学指导委员会通用航空技术专门委员会2024年工作大会开幕式上,高尚兵表示,在全国航空工业职业教育教学指导委员会的悉心指导下,通用航空技术专业委员会将充分发挥专指委研究、咨询、服务的作用,成为通航职业教育政策的建议者、校企合作的推动者、职业院校的服务者。

同时,与各位委员及合作单位加强交流合作,紧扣产教融合、人才培养、社会服务等方面,推动低空经济“飞”出“新赛道”。南方测绘作为会员单位之一,也将发挥企业的力量,矢志不渝地推进低空经济走深走实。

如今,江苏航院发展已从创业起步期过渡到内涵提升期,“在‘十五五’时期,学院以服务学生发展、服务经济社会发展为出发点,坚持‘人无我有、人有我优、人优我特’目标,狠抓内涵建设,围绕航空特色,专业服务国家重点民用大飞机产业链、江苏51010航空装备产业集群,响应镇江市‘产业强市’战略号召,继续推动低空经济与‘四群八链’产业体系融合发展,培养既懂技术理论又具备丰富实践技能的复合型人才,助力低空经济‘飞得更稳、飞得更好、飞得更高’。”高尚兵说。

魏伟

“低空+”,在广西交职院飞出新图景 ——访广西低空交通创新应用中心校方主任魏伟

文/本刊记者 韦彩云 图/受访者提供

从物流运输到农林植保,从工业巡检、应急救援到数据采集、智慧城市等,低空经济产业正逐渐渗透到各个行业,为社会经济注入新活力。面对万亿级市场规模,千米以下的八桂天空,也迎来了前所未有的繁忙。

越来越多的无人机在运送货物、巡检道路、喷洒农田……“无人机+”场景应用日益丰富。2024年,广西无人机飞行次数高达1132.6万架次,展现出低空经济的活跃蓬勃。“无人机+”场景应用的多样化落地背后,离不开日渐完备的产业链支撑,也离不开日渐壮大的人才队伍支撑。

作为广西最早开办无人机应用专业的高职院校之一,广西交通职业技术学院(以下简称“广西交职院”)实现了各专业全面融入无人机应用,以“低空交通”专业全校覆盖,满足低空经济产业发展的迫切需求。近3年来,已培养输出数千名无人机领域的飞行人才和技术技能人才。

走进广西交职院昆仑校区,记者随广西低空交通创新应用中心校方主任魏伟来到广西低空交通创新应用中心,刚成立的中心已初具雏形,现设有350米飞机跑道、直升机停机坪……在无人机训练场,一架架无人机在学生的操控下腾空而起,定点悬停、空中旋转等动作一气呵成。魏伟介绍,根据规划,这里将被打造成一个集人才培养、技能培训、无人机测试维修、交通运输应用场景、低空商业活动、科普研学于一体的综合性创新应用中心。



广西低空交通创新应用中心校方主任魏伟

蓄势跨越, 布局低空新产业

交通行业发展需要什么样的人才, 学校就培养什么样的人才, 这份初心使命如同一根针, 穿起了广西交职院服务交通发展的“千条线”。如今的广西, 乡村公路纵横交错, 八桂大地铁龙疾驰, 现代化港口向海而立, 银鹰腾空展翅翱翔, 邮政版图织线成网……

在广西交通建设的每一条路、每一座桥、每一个港口、每一条航道, 都有交院学子挥洒过的汗水、奋斗过的身影。这66年里, 广西交职院已为国家交通运输事业和广西经济社会发展培养了15万多名优秀技术技能人才, 被誉为“广西交通人才的摇篮”。

随着科技进步、产业结构转型以及社会需求的不断演变, 广西交职院专业调整范围和力度不断增大增强。从建校之初招生不足200人, 到如今在校生近28000人; 从路桥、汽车两个专业, 到主动对接西部地区铁、公、水、空“四位一体”综合交通建设的八大特色专业群协同发展。不难看出, 学校的发展建设一开始就打上了鲜明的时代和行业烙印, 源于交通、兴于交通、服务交通。

站在低空经济发展的新风口上, 广西交职院会交出怎样的答卷? 抬头仰望, 一个与地面平行、互动的低空世界正在迅速建设, 广西交职院昆仑校区上空陆续出现无人机训练, 运动型飞机飞行。那澎湃的轰鸣声, 在激发莘莘学子“蓝天梦”的同时, 也向外界发出广西交职院声音: 低空经济, 我们在发力。

过去的一年, 广西交职院成立广西低空交通创新应用中心, 搭建广西交通运输行业低空立体交通综合应用技术研发中心等10余个科技平台。据了解, 学校还参与成立广西交通运输行业低空智能融合基础设施创新联合体, 构建低空航空器飞行及相关活动运行体系和适应广西地方特色、促进差异化发展的交通运行和管理服务模式。该创新联合体已建成A类低空飞行服务站、广西交通运输行业养护大数据(一期)平台、广西交通运输大数据资源管控平台、广西综合交通云GIS平台, 开发和实施了低空交通设备在低空物流、航道巡检、快速空间建模、应急救援、低空文旅等领域场景应用的解决方案, 并为26家企业提供技术支持和服务保障。

“我们学校进入低空经济赛道发展, 能做到现在这样, 是有很多前期的积淀。”魏炜向记者娓娓道来, 2015年, 广西交职院在做建筑信息化转型解决方案的时候, 发现信息化建模若是用传统方法, 实际上工作量是很大的。那时候广西交职院就开始探索无人机倾斜摄影快速建模, 联合企业开展技术攻关, 协同培养学生无人机技能。基于这些实践, 广西交职院2016年在全区内率先通过无人机倾斜摄影实现快速建模、虚实场景搭建等应用, 开启了无人机工程建设领域解决方案的探索。

2018年, 学校将工程测绘类课程融入无人机测绘技术, 并系统化探索无人机应用人才培养, 但是师资不足让课程开展捉襟见肘。于是, 学校领导班子立即招来骨干教师研讨, 决定主动出击, 通过“走出去, 引进来”双向发力, 既高薪引才, 又选派骨干教师外出访学, 并开展学习培训、文化交流等, 塑造出一支业务精湛、素质优良的无人机应用教师队伍, 让学子们专业知识、技能水平显著提高。

魏炜强调, 特别是2019年之后, 学校要求每个学院都要抓住这一新技术融入到各个专业当中。结合学科专业特点, 学校在6所二级学院开设涵盖无人机操控技术、无人机快速建模、无人机保障维修、单片机与嵌入式系统、传感器与检测技术等技能专业课程……几年间, 广西交职院在优势领域锻造长板, 在关键领域补齐短板, 在前沿领域抢占先机, 走在了广西无人机应用场景解决方案研发前列。

当低空经济的号角吹响, 广西交职院又成为解锁广西低空交通应用的急先锋, 奔赴创新创业一线, 下好“育人育才”先手棋。瞄准无人机这一生产工具, 广西交职院紧紧地抓住整个行业转型升级的需求导向, 迅速做起无人机技能培训、无人机保障维修、低空物流、航道巡检、公路病害巡检等应用场景, 以应用场景落地来推动区域和行业低空经济发展。

以应用场景为王, 这样做的目的是什么呢? 魏炜解释道, 它给我们所有的技术领域带来生命力, 能够马上将技术转化成行业应用。在低空交通赛道上, 学校是张开双手去迎接各个行业, 深度融合校企合作。通过“企业入驻+教师团队+学生社团”的模式, 形成一个非常良好的产学研基地, 既培养服务企业的技术, 又培养深度融合的双师型教师团

队, 也培养实战型的学生社团, 进而为企业做人才储备, 真正达到“一举三得”的效果。在这些探索中, 学校走出了一条示范性的项目之路。之所以能引来这么多“金字招牌”落户, 主要因为学校有这么多基地、有这么多做法干在实处, 走到前列。

如何为区域低空经济发展构建人才链, 作为首批入选广西“三全育人”典型学校, 广西交职院一体推进育人主体大协同、育人过程全贯通、育人要素强融合, 推动学校育人工作提档升级。截至2024年, 学校已向社会输送6批具有无人机应用技能的人才, 共计400余人; 开展无人机操控员培训6期, 累计培训300余人次。

“2024年, 我们已经申请到无人机测绘专业, 2025年招生计划在准备中。2025年, 我们还将申请地理信息空间建模专业。专业建设上, 我们依然以交通行业的需求为导向, 在未来不断做加法。”魏炜向记者透露, 可以预见, 广西交职院这张低空交通“金名片”一定会擦得更亮。

聚势发展, 深化低空新应用

应用场景是低空经济发展的核心, 也是广西发展低空经济的最大优势。据悉, 广西地域宽广, 空域资源充沛, 拥有海洋、山区、河流、湖泊等多种地形地貌环境。且区域军民航发展和谐, 飞行密度、频度适中, 与通用航空抢占空间资源冲突较小。这些关键要素为培育低空经济应用场景提供了强有力的支撑。

2024年9月, 《广西低空经济高质量发展行动方案(2024—2026年)》(以下简称《行动方案》)出台, 指出低空经济可对公共服务、低空应急体系、农林生产、低空消费、城市空中交通和低空物流运输等六大类应用场景进行赋能。

广西自身优势的加持和政策上的推动, 均在加速低空经济应用场景的落地, 以及关联产业的发展。

魏炜表示, 广西低空交通创新应用中心建设也是以用为主, 优先展开实际应用场景。以无人机/有人机场景应用为牵引, 在各二级学院科普及校企合作企业展位上布设低空物流、航道巡检、快速空间建模、“空-天-地”一体协同作业、公路病害巡检、管廊智能巡检、应急救援、低空文旅、无人机保障维修、技能培训等应用场景, 直观展示低空交通的

创新应用。

“现在开发出来的应用场景, 实际上它还是一个新事物, 还没有一个行业标准去引导和加以规范。若想长久发展, 必然需要形成一个完整的标准体系, 在行业认可的时候去大规模推广, 进一步推进新技术普及化应用。”

“以一个完整的标准体系来推广众多应用场景, 这是机遇, 亦是挑战。”魏炜坦言, 现在遇到的挑战是广西交职院人手不够, 人才也不够。应对之法就是, 与企业深度合作。目前广西交职院正在不断邀请更多企业加入广西低空交通创新应用中心, 除了交通行业, 诸如南方测绘等非交通领域的企业也参与其中。将更多头部企业引到这里, 共同开发出更多的应用场景, 共同推广到更多的行业领域, 让“空中飞”能够“落地用”, 让科技、市场的想象照进生活的现实。

截至2024年, 低空交通创新应用中心已有28家企业入驻, 现在递交入驻申请还有42家企业。看到越来越多的企业入驻, 魏炜很是高兴, 这一数据侧面说明企业高度认可。“我们准备把那栋楼做成产教融合楼, 整活‘企业入驻+教师团队+学生社团’模式。发展低空经济, 我们也会按照这个模式来开展。”

《行动方案》强调, 要夯实低空产业人才基础。扎根教育一线多年的魏炜, 深谙加大技能培训是人才培养的核心点。广西低空交通创新应用中心目前从3个方面开展人才培养, 不仅有广西交职院学生的培养、无人机飞手的技能培训, 还有应用场景的技能培训。



2024年第一期退役军人中国民航无人机操控员培训班

“我们的就业怎么突然就变难了?被讨论最多的一个原因是新技术应用发展太快了,如果我们还用传统的思维去培养人才,就会出现培养多少人,失业多少人。比方说,我们土建学院为什么要狠抓低空经济,因为我们要抓住这个机遇,把新技术融入到土建行业,培养新的土建人。如何做好城市的修缮者、城市的更新者,是我们新的课题,也是新土建人的命题”,停顿片刻,魏炜说,“未来低空经济怎么发展,也是一样的道理,一定是基于行业、产业需求来做,有了需求便有导向。”低空经济是指以民用有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引,辐射带动相关领域发展的综合性经济形态。其人才的需求变化,随应用场景的研发、更新而变化。广西低空交通创新应用中心目前加大应用场景的技能培训,也是基于此。

借助入驻企业的这些核心场景应用,能更快切入低空经济核心环节,短距离对接到低空产业人才需求。通过各个低空+行业场景,广西低空交通创新应用中心能迅速培养出不仅熟悉本专业的技能操作,而且还了解低空实际应用和开发技术的复合型人才。

人才是推动低空经济高质量发展的“关键变量”,聚焦这个变量,广西低空交通创新应用中心,将变成一个聚集性的人才高地,发展成一个科普研发的中心,一个技术转化的大平台,甚至是一个科创联盟的高地。

当低空飞行器迅猛增加,哪些区域可以行驶?如何保证飞行安全?如何不造成交通堵塞或产生其他风险?这些是广西交职院提前预想到的有关需求,学院专门在广西低空交通创新应用中心的二楼布局好塔台的建设位置,为空域调度的应用场景做足准备。同时,在广西低空交通创新应用中心开展空域管理研究、相关技术攻关,以及相应标准制定。

占地400余亩的广西低空交通创新应用中心,还建设了飞机跑道、直升机停机坪、维修机库、无人机培训基地、规划低空商业区等基础设施。其中,飞机跑道是按无人机起降场——通航机场——城市第二机场三步走构想,旨在加快推动低空应用创新基地无人机起降场、通航机场及附属设施建设。另外,针对低空商业活动、科普研学等,广西交职院也是增加了有人机、无人机、滑翔伞等特技表演,进一步提升该领域的市场关注度。



广西低空交通创新应用中心(一期)效果图

用场景培育攻关键技术,用场景培育衔接产教融合,用场景培育塑造新型人才,低空应用之路如何越走越宽广?“目前聚集起来的很多应用场景都是源于交通,服务于交通,并侧重于民用场景的开发。现在很多行业都在跨界融合,呈现出‘你中有我、我中有你’的发展趋势,低空交通应用,未来带来的辐射范围不止于交通。”魏炜如是说。

乘势而上,壮阔低空大舞台

低空经济作为新质生产力发展的重要赛道,正迎来全面加速爆发,越来越多城市在这一领域发力。一个群英荟萃、各展其长的低空舞台,广西低空交通如何因势而动、顺势而为、乘势而上?

广西拥有约4万平方公里海域、1600多公里大陆海岸线、600多个海岛、10多个港湾……作为我国西部地区唯一沿海省区和最近出海口,广西沿海、沿江、沿边,联接粤港澳大湾区、西南和中南地区以及东盟国家,拥有“一湾相挽十一国、良性互动东中西”的独特向海区位优势。

《行动方案》指出广西近三年低空经济六大重点任务:积极争取国家层面指导支持、推动低空装备制造业集群化

发展、探索低空应用场景、建设低空飞行服务保障体系、增强产业技术创新能力、促进低空经济现代服务业发展。

在国家和地方政策指引下,广西交职院迅速捕捉到发展先机,在广西低空交通创新应用中心进行一系列探索和实践,包括中国—东盟低空经济宣传窗口、东盟国家低空场景服务方案等。

说起面向东盟的发展,负责东盟留学生交流中心的魏炜有一肚子话要说。要打造面向东盟的低空场景服务方案,魏炜提出两个关键问题,一是人才培养,需要不断培养符合东盟各个国家实际职业标准、技术标准的人才;二是技术认可,需要持续推进与东盟国家高校间的交流与合作。

“最近刚成立的中越低空物流实验室,我们正在详谈各方面细节落地执行。”魏炜边说边拿出手机,给记者看了布局好的实验室样图和东盟留学生交流中心技术方案。“我们已经预约了南宁师范大学洽谈面向东盟的无人机培训基地建设,以及邀请泰国某高校博士团三四月份来学校交流无人机应用,参观广西低空交通创新应用中心。”

据介绍,广西低空交通创新应用中心作为广西第一家政行校企共建的低空创新应用基地、广西第一家具备低空设备测试试飞场地和广西唯一的低空科普基地,将服务中国东盟和广西低空的科普宣传、无人机和通航的人才培养和技能培训考证,开发以交通为主的低空应用场景,提供广西低空空域信息服务等功能,助力广西低空经济高质量发展。

发展低空经济,空域是关键。“未来这个飞机怎么管控、怎么安全?我们未来的机遇就是在空域管控、安全规则制定,这是我们最大的机遇。”魏炜自信地讲。据悉,广西交职院将打造数字化“空中之路”,制定无人机“交通规则”,以及构建稳健的空域安全管控和运营保障体系,同时,学校将不断深化校企合作,培育更多低空交通管控人才,支撑低空飞行安全有序、智能高效。

“塔台管理、飞行管控、应急救援……这都需要交通行业来共同参与,尤其空域飞行需要相应的资质和

执照,这些是我们学校目前不具备的。我们正计划跟相关企业合作,在广西低空交通创新应用中心成立一个民航调度中心,让飞机在空中实现安全飞行。”

职业教育是离产业最近的教育,作为产业链上的一环,广西交职院正对接低空经济产业链上通用航空器维修和无人机飞行与作业、保障与维修、信息与数据处理、适航与安全等技术技能人才培养。学校将持续深化职业教育改革,加强与区内外高校联合办学,开设无人机技术与后勤保障类、道路运输与管理类、通航装备制造与测试类及航空机电维修类专业。

下一步,广西交职院还将按“对接产业、创新技术、服务产业”的思路,与国内一流交通大学、行业龙头企业及相关科研院所紧密合作,建立低空经济研究中心、无人机技术应用中心,搭建省级协同技术创新服务平台,开展长距跨域重载无人机试飞、无人机信号覆盖、低空经济新场景应用等航空技术创新与攻关,建成自治区级及以上产教融合示范项目。

“围绕低空经济这一主题,只要有企业入驻广西低空交通创新应用中心,我们都应该把它的资源整合起来,发挥产业集群的智慧和力量,共同推动整个行业发展。”魏炜说。

“应对这一宏大的发展图景,广西低空交通创新应用中心当下几层楼的面积是不够更多企业入驻的,但是广西交职院要给他们创造条件。这是未来广西产教融合的典范,我们要将其打造成顶峰。”魏炜铿锵有力的话语透着决心和力量。

近年来,广西交职院的师资队伍、关键基础设施、交通专业和社会服务力等渐次完善,正以“双高”建设为重点,深化现代职业教育体系建设改革,加快推进产教融合、科教融汇。随着广西交职院办学治校、产教融合进入高质量发展阶段,广西低空交通创新应用中心将释放出更多的“低空+”成果,“低空交通”也将走向遍地开花,铺陈八桂大地。

谱写低空经济浪潮下的测绘新篇

——访长春市国土测绘院院长徐菲

文/本刊记者 洪智超

近期,低空经济正以前所未有的速度蓬勃发展,作为战略性新兴产业的重要组成部分,低空经济凭借其独特的优势,正逐渐渗透到社会生活的各个领域,为经济增长注入了强劲的新动力。

在这股汹涌澎湃的浪潮中,长春市国土测绘院(以下简称“测绘院”)勇立潮头,积极投身于低空经济的发展大潮之中,成为推动行业进步和地区发展的重要力量。院长徐菲表示:“从早期的无人机测绘生产及数据采集,我们已逐步涉足相关领域,自低空经济被纳入战略性新兴产业后,我们持续加大在这方面的关注与投入。”测绘院的深度参与不仅为自身发展开辟了新的空间,也为整个测绘行业在低空经济领域的探索提供了宝贵的经验和借鉴。

砥砺前行,行业先声

早在2020年,无人机技术已经风靡行业,保持着强劲的发展潜力。彼时,测绘院凭借敏锐的行业洞察力,精准捕捉到这一技术变革带来

的机遇,果断迈出重要一步。徐菲回忆道:“那个时候无人机技术已经很发达了,我们便开始将其应用于测绘的生产以及数据采集工作中。”这一举措,为测绘院后续在低空经济领域的深耕细作奠定了坚实的技术基础。

2023年末,国家正式将低空经济纳入战略性新兴产业范畴,这一政策导向如同一股强劲的东风,为测绘行业的发展注入了新的活力。自此,测绘院对低空经济的关注度与投入力度持续攀升。徐菲表示:“国家将低空经济纳入战略性新兴产业之后,我们加大了对这方面的关注。”

长春当地的政策调整也为测绘院的发展提供了有力支持。长春净月高新技术开发区成功获批为低空经济的先行示范区,这一举措不仅彰显了政府对低空经济的高度重视,更为测绘院等相关企业创造发展机会。在此背景下,测绘院凭借前期积累的技术优势和行业经验,迅速融入当地低空经济发展的大潮之中,开启了在该领域的深度探索之旅。



长春市国土测绘院院长徐菲

服务拓展,需求洞察

在参与低空经济发展的进程中,测绘院始终坚守传统业务领域,将自然资源系统作为核心服务对象。多年来,测绘院凭借深厚的技术积累和丰富的实践经验,为自然资源管理提供了全方位、高精度的测绘服务,涵盖现状调查、地籍管理、耕地保护等多个领域。

测绘院主导开发的自然资源地理信息管理平台,运用互联网思维,对分散的自然资源数据进行梳理、整合,形成了标准统一、版本清晰、年代清楚的数据资产,建立了部门之间信息共享与交换的枢纽,为自然资源管理和规划工作提供了便捷高效的数据服务支撑。这一平台的成功应用,不仅提升了测绘院在自然资源领域的服务水平,也为其在低空经济领域的拓展奠定了坚实基础。

随着低空经济的发展,测绘院积极响应市场需求,开始在新领域进行探索。徐菲说道:“提出发展低空经济的时候,我们也在市场上做了一些小范围的探索,将目光投向了应急、公安、生态环境监测等领域,尝试运用无人机技术为这些领域提供创新解决方案。”

在应急领域,测绘院利用无人机快速响应、灵活部署的特点,为突发事件的应急救援提供实时的地理信息支持。在火灾、地震等灾害发生时,无人机可以迅速抵达现场,进行灾情监测和评估,为救援决策提供科学依据。在公安领域,无人机可用于巡逻监控、犯罪现场勘查等工作,有效提升了公安工作的效率和精准度。在生态环境监测方面,无人机能够对大气、水质、土壤等环境要素进行全方位监测,及时发现环境污染问题,为生态环境保护提供有力的数据支持。

尽管这些探索尚处于初期阶段,但也为测绘院积累了宝贵的经验。未来,测绘院将继续加大在新领域的投入,深入挖掘低空经济的应用潜力,为更多行业提供优质的测绘服务。

精研技术:创新驱动与精度追求

在无人机测绘领域,精度始终是衡量测绘成果质量的关键指标。测绘院在长期的实践中深刻认识到这一点,针对无人机测绘精度问题,采取了一系列行之有效的措施。

徐菲指出:“最早无人机测绘成果在精度方面存在一定局限,例如一些号称‘免像控’的技术,在实际应用中并不能满足地基测量的高精度要求。”为解决这一问题,测绘院深入研究,最终确定了通过加密控制点来提升精度的方法。

在实际作业中,测绘院的技术团队会根据不同的测绘区域和任务要求,精心规划控制点的布设方案。对于地形复杂、地物多样的区域,会适当增加控制点的数量,以确保无人机获取的数据能够准确反映地面的实际情况。在山区进行测绘时,由于地形起伏较大,为了保证地形图的精度,技术人员会在山谷、山脊等关键位置加密控制点,使测绘结果能够精确呈现地形的变化。

通过大量的实践,测绘院不断总结经验,明确了在不同地形、不同地物条件下,控制点的合理加密范围和方式。这一举措显著提高了无人机测绘的精度,为后续的数据分析和应用提供了可靠的数据基础。

随着科技的飞速发展,无人机飞行器设备不断更新换代,为测绘工作带来了更强大的技术支持。测绘院紧跟行业发展趋势,积极引入先进的无人机设备,充分发挥其在测绘工作中的优势。

徐菲表示:“从某种程度上来说,设备的创新在推动行业发展方面发挥着重要作用。”测绘院配备的新型无人机具备更高的飞行稳定性、更强的负载能力和更先进的传感器技术,能够获取更清晰、更准确的影像数据。一些无人机搭载了高分辨率的相机和激光雷达设备,可以同时获取地面的光学影像和三维点云数据,为测绘工作提供了更丰富的信息源。

先进的设备也对数据处理提出了更高的要求。测绘院一方面不断升级硬件设备,配备高性能的电脑和大容量的数据存储器,以提高数据处理的速度和效率;另一方面,积极引入成熟的软件处理工具,确保数据处理的准确性和高效性。通过软硬件的协同升级,测绘院在面对日益庞大的数据量时,能够更加从容地进行管理、处理和分析工作,为客户提供高质量的测绘成果。

安全护航,管控升级

在低空经济蓬勃发展的进程中,无人机的广泛应用带来了诸多便利,但也引发了一系列安全问题。徐菲深刻认识到,规范无人机驾驶培训和统一证件颁发是确保低空飞行安全的重要任务。“目前操办无人机驾驶培训的机构众多,航空证件五花八门。在这种情况下,要有一个权威的机构来进行认证认定和颁发证件。”徐菲说。

权威机构的介入能够确保培训内容的专业性和规范性。通过制定统一的培训标准和课程体系,对无人机驾驶员进行全面、系统的培训,包括飞行理论、操作技能、应急处理等方面,使驾驶员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,从而有效降低因人为操作失误引发的安全事故风险。

随着无人机技术的不断发展,市场上的无人机设备层

出不穷。为确保设备质量和性能符合安全标准,徐菲强调了对无人机设备进行认证和质量监管的重要性。“在这个信息爆炸的时代,无人机设备日新月异,必须对其进行严格的认证和管理。”只有经过权威认证的设备,才能确保其在飞行过程中的稳定性和可靠性,减少因设备故障导致的安全隐患。

徐菲还展望了未来低空经济发展壮大后的场景,提出了航线智能管控的必要性。“虽然目前低空经济规模相对较小,但随着行业的快速发展,未来对航线的智能管控将变得至关重要。”通过建立先进的智能管控系统,可以实时监测无人机的飞行轨迹、高度、速度等信息,对其进行合理的调度和管理,避免无人机之间以及与其他航空器之间发生碰撞事故。智能管控系统还能对无人机的飞行区域进行限制,确保其在安全的空域内飞行,有效保障公共安全和国家利益。

高效处理与价值深挖

在低空经济时代,数据量呈爆发式增长,对数据的管理、处理和分析工作提出了前所未有的挑战。测绘院深刻认识到硬件设备在应对这一挑战中的关键作用,积极投入资源,对数据处理设备进行全面升级。

测绘院购置了一批高性能的电脑,这些电脑具备强大的并行计算能力,能够快速处理海量的测绘数据。在进行大面积的地形测绘时,新电脑能够在短时间内完成对大量影像数据的处理和分析,大大提高了工作效率。

测绘院还对数据存储器进行了升级,采用了大容量、高速度的存储设备,确保数据的安全存储和快速读取。这些设备不仅能够满足当前数据存储的需求,还为未来数据量的进一步增长预留了充足的空间。

除了硬件升级,软件处理方面的优化也是测绘院提升数据管理能力的重要举措。徐菲介绍说:“在数据处理软件的选择上,我们借鉴了以往使用三维激光扫描仪等设备时的经验。”这些软件具有高效的数据处理算法,能够快速对无人机获取的影像数据进行拼接、纠正、分类等操作,生成高精度的测绘成果。

测绘院还制定了一套严格的数据处理操作标准。在国家相关规范的基础上,结合自身的业务特点和实践经验,明

确了数据处理的各个环节的具体要求和流程,确保数据处理的规范性和一致性。从数据的采集、传输、存储到处理、分析和输出,每个环节都有详细的操作指南和质量控制标准,有效避免了数据处理过程中的人为误差和错误。

对于每年生产的大量数据成果,测绘院高度重视其管理和应用工作。徐菲强调:“这些数据是我们的宝贵资源,必须进行统一管理和有效应用,以充分挖掘其价值。”测绘院建立了完善的数据成果管理系统,对各类数据进行分类存储、详细标注和定期备份,确保数据的完整性和可追溯性。

在数据应用方面,测绘院积极探索创新,将数据成果广泛应用于多个领域。在耕地保护工作中,通过对历年测绘数据的对比分析,能够及时发现耕地面积的变化、耕地质量的下降等问题,为制定科学合理的耕地保护措施提供了数据依据。

测绘院还将数据成果应用于城市规划、基础设施建设等领域,为政府决策提供了有力的支持。在城市规划中,利用高精度的三维模型数据,能够直观地展示城市的地形地貌、建筑物分布等情况,帮助决策者更好地进行城市布局和功能分区规划。

在耕地保护这场没有硝烟的战争中,测绘院充分发挥无人机测绘的技术优势,为守护耕地红线贡献了智慧与力量。徐菲介绍道:“从国家对基本农田非粮化管控的角度来看,日常管控需求日益增长,传统的人力巡查方式已难以满足实际需求,而无人机测绘为我们提供了高效、精准的解决方案。”

通过无人机的定期巡查,测绘院能够快速获取大面积耕地的高清影像数据。利用先进的图像识别技术和数据分析算法,对影像中的耕地进行精准识别和监测,及时发现耕地用途的变化情况。一旦发现非粮化的迹象,如耕地被改种非粮食作物、被用于非农建设等,测绘院能够迅速将相关信息反馈给有关部门,为后续的执法和整改工作提供有力的依据。

在应急和消防领域,测绘院同样积极作为,通过建立三维模型等方式,为应对突发事件提供了全方位的支持。

短期规划与远景蓝图

在短期规划中,测绘院将持续深耕自然资源领域,进一步扩大市场需求。徐菲表示:“我们计划在现有的自然资源业务中,进一步拓展业务深度与广度。”在耕地保护方面,测绘院将加大无人机巡查的频率与范围,利用更先进的影像识别技术,对耕地的变化进行实时、精准的监测。通过建立耕地保护动态数据库,实现对耕地资源的全生命周期管理,为政府制定耕地保护政策提供更加详实、可靠的数据支持。

在批后监管工作中,测绘院将运用无人机测绘技术,对建设项目的实施情况进行全方位、立体化的监控,及时发现并纠正项目建设过程中的违规行为,确保建设项目严格按照规划要求进行实施,维护城市规划的权威性和严肃性。对于土地收储工作,测绘院将提供更加精细化的土地测绘服务,包括土地权属调查、土地面积测量、土地质量评估等,为土地收储工作的顺利开展提供坚实的技术保障。

除了在自然资源领域发力,测绘院还将积极探索新的应用场景,为政府决策提供更多有价值的支持。

在数字化城市建设方面,测绘院计划深入参与长春市的智慧城市建设项目,通过建立高精度的三维城市模型,整合城市的各类地理信息数据,为城市的智能化管理提供基础支撑。该模型将涵盖城市的建筑物、道路、桥梁、地下管线等各个方面,实现城市信息的全面数字化呈现。通过三维城市模型,城市管理者可以直观地了解城市的运行状况,对城市的交通、能源、环境等进行实时监测和智能调控,提高城市管理的效率和科学性。

测绘院在低空经济发展的征程中,凭借敏锐的市场洞察力、扎实的技术实力和勇于创新的精神,取得了令人瞩目的成绩。从最初的技术探索到如今的多领域应用拓展,从对精度的执着追求到对安全、数据管理的全方位把控,测绘院一步一个脚印,为低空经济的发展贡献了重要力量。

展望未来,测绘院将继续秉持创新发展的理念,不断深化在自然资源领域的服务,积极拓展新的应用场景,为政府决策和社会发展提供更加优质、高效的测绘服务。我们有理由相信,在低空经济的广阔蓝天上,测绘院将继续展翅翱翔,绘就更加辉煌的篇章。

05

本文根据辽宁省自然资源卫星应用技术中心副主任王继承于辽宁省无人机测绘赋能低空经济研讨大会报告整理,有删节,内容未经本人审核。

自然资源测绘遥感助力低空经济产业发展

文/本刊编辑部综合整理

低空经济作为一种新兴的经济形态,正逐渐地受到重视。党的二十届三中全会指出要因地制宜地发展新质生产力,低空经济就是一种新质生产力。作为战略性新兴产业,近几年我国出台了多项相关政策支持其发展,并在2024年写入我国政府工作报告。

为了积极贯彻国家的战略,全国多个省份均出台多项政策推动低空经济的发展。辽宁省也是高度重视,提出建设一体化通用机场网络等一系列的措施,并把推进工作列为省重点工作任务。沈阳、大连等编制了一系列的规划措施推进低空经济在辽宁省高质量发展。

辽宁省自然资源领域低空经济主要体现在无人机测绘业务中。辽宁省自然资源事务服务中心(以下简称“中心”)挂牌成立于2018年7月,中心整合国土、海洋、测绘、住建等22家事业单位,职能涉及了山、水、林、田、湖、草、海等各领域,为辽宁省自然资源厅提供全程的技术支持和服务。无人机在辽宁省自然资源领域的业务应用非常广泛,基础测绘、调查监测、应急保障、海洋预警、生态环境等应用场景都离不开无人机航测。

基础测绘:据国际权威调研,2024年中国无人机及其相关的服务产业市场规模达到1497亿元,测绘地理市场需求占比最大,达到30%。2024年,中心利用无人机开展的工作有两项:一是在滩涂区域利用无人机影像开展低空数据获取,制作DSM、DEM场景;二是城市级三维模型建模项目,采用无

人机雷达及倾斜摄影同步开展数据获取建模。这两个项目均是融合多种传感器开展工作。可见,未来多传感器融合高精度定位、无人机智能化将是一个重要的发展方向。

调查监测:调查监测是自然资源领域最为常见的一种业务手段,涵盖了山、水、林、田、湖、草、海等多个应用场景,近几年为了适应全省大范围的调查工作,调查监测技术也在逐步向空天地一体化加人工智能模式转变升级。

首先利用人工智能技术对卫星影像进行信息提取,采用无人机航摄进行实地拍摄核查,之后再用无人机航摄的影像进行人工智能模型训练,完成模型的升级,提高智能提取的准确率,最终形成闭环的技术路线。在人工智能模型训练中,由于无人机影像的加入,辽宁省的人工智能变化模型召回率达92%,准确率达48%,达到国内先进水平。

调查监测最典型的应用是一个快速执法监测项目。2024年4月—10月,辽宁自然资源厅每月开展一次全省违法用地执法监测。相对于传统的作业方法,空天地一体化加人工智能技术的新方法效率提高五倍以上,真正意义上实现违法用地早发现、早制止、严查处。为了达到更快的监测频率,2025年中心将计划引进一批七槽式无人机,分布在辽宁省重点县区,开展每周一次的违法监测。

应急保障:中心是省级低空经济测绘保障单位,同时也是辽宁省地质灾害监测中心、省应急救援保障基地、省应急救援专业队伍,承担了全省应急测绘保障以及地质灾害监



辽宁省自然资源卫星应用技术中心副主任王继承

测相关工作。为了加强全省应急测绘保障工作,中心每年地开展应急演练。

近几年中心参加了多次全省的应急测绘保障工作。2022年沈阳爆发4·23森林火灾,我们为现场指挥部提供了第一张火灾区域的外形图,为现场的救灾、指挥决策发挥重要的技术支撑作用。

传统的应急设备保障主要以无人机为主,但在天气情况差、大范围应急的情况下,卫星影像和无人机影像协同工作是最有效的工作方式。比如2024年葫芦岛8·20洪涝灾害中,我们就是利用空天地一体化的技术开展工作。当天,建昌县的交通通信全部中断,在下暴雨的情况下,光学传感器已经无法获取有效数据,那么只有卫星可以穿透云拍摄。因此我们紧急联系了自然资源部,调用卫星开展应急拍摄,第一时间获取了灾区的项目,绘制出灾区的首张水淹范围图。受灾第二日,为了快速排查出建昌三千多平方公里的地质灾害,我们利用灾前灾后的卫星影像进行地表沉降监测工作,找到地表沉降的一个靶区,利用无人机对靶区进行航摄,快速保障了地质灾害点排查工作。事后统计,采用这种方式,地质灾害点排查准确率达到90%以上。

海洋预警:辽宁省是海洋预警需求较高、海洋灾害较为严重的省份,海洋预警监测也是辽宁省自然资源厅的一项重要职责。在海洋预警监测方面,省厅利用无人机开展了海冰、赤潮、绿潮监测工作。

首先是海冰监测,无人机对海冰进行样本采集,获取冰种类、冰厚度等信息,利用采集的样本对卫星影像进行解密,

确定每天的冰情信息,为海洋预报提供精准的冰情预报信息。

针对赤潮监测的场景。赤潮是一种水中的藻类,赤潮会消耗海水中的溶解氧,造成鱼、虾、贝等生物因缺氧而死亡,甚至导致人类中毒。如果大面积的爆发,可能会演变成严重的海洋灾害,因此是自然资源海洋预警监测的重点工作。

在此项工作中,采用无人机多种传感器对海洋赤潮进行监测,并对获取的影像进行赤潮指数繁衍,根据指数信息准确繁衍出赤潮的范围、面积、种类等信息,为赤潮、绿潮的防治治理提供重要的技术支撑。

生态环境:保护生态系统、维护生态多样性是自然资源首要任务之一。实现数量、质量、生态一体化的监测,也是自然资源未来的监测方向之一。生态环境监测需要定量繁衍,无人机高光谱航摄在生态环境监测方面应用越发广泛。

2024年,我们开展辽河口蓝碳监测业务。蓝碳是利用海洋活动及海洋生物吸收大气中的二氧化碳,并将其固定、储存在海洋中的过程、活动和机制。国际权威机构认为,蓝碳具有极强的固碳能力,相比森林固碳要高出几个量级。因此,定期开展蓝碳监测,保护好蓝碳植被,成为辽宁省自然资源生态环境的一项重要工作之一。

在辽河口蓝碳监测项目中,我们采用高光谱分析、低位光谱仪同时进行数据采集,之后采用机器学习的方式建模,准确计算出整个辽河口区域生物量和蓝碳储量。通过这种方式取得监测成果,对我省的蓝碳保护工作具有非常重要的借鉴意义。

未来,无人机在自然资源、测绘遥感等领域呈现三个发展趋势:

一是技术创新。技术的创新是推动信息发展的关键,随着人工智能、物联网等前沿技术的发展,无人机设备的智能化水平将持续提升。

二是应用场景的拓展。在自然资源领域,应用场景将加快拓展,除此之外,在交通、农业、环保、水利、安防等行业的应用也将更加广泛。

三是政策支持。作为战略性的一个新兴产业,未来国家将出台更多的政策,在政府、企业、公众的共同努力下,当前面临的问题一定会得到妥善解决。

国家测绘

蓄势腾飞, 布局低空经济新赛道 ——专访浙江数智交院科技股份有限公司

文/本刊记者 姜丹 图/受访者提供

“空中出租车”试运行、“打飞的”送咖啡、无人机跨海岛进行医疗物资配送……这些出现在科技类影视作品中的场景, 随着低空经济产业的逐步推进, 不再停留于电影和想象中, 虽然还未能实现常态化, 但已经可以无限期待。

低空经济是国家战略性新兴产业, 是新质生产力的典型代表。低空经济科技含量高、创新要素集中, 具有产业链条长、应用场景复杂、使用主体多元、涉及部门和领域多等特点。作为一种综合经济形态, 低空经济既包括传统通用航空业态, 又融合了以无人机为支撑的低空生产服务方式, 在工业、农业、服务业等领域都有广泛应用, 发展空间极为广阔, 具备五年打造一个万亿产业的潜能, 被誉为下一个“新能源汽车产业”。作为战略性新兴产业之一, 低空经济是一片新蓝海。

2024年被认为是“低空经济元年”。这一年, 低空经济作为“新增长引擎”被首次写入《政府工作报告》, 党的二十届三中全会明确提出“发展通用航空和低空经济”; 全国近30个省份出台支持低空经济发展相关政策, 抢滩新赛道; 北京、上海、常州、杭州、合肥等15城宣布联合共建低空经济生态圈, 计划到2025年打造100个示范项目。位于杭州的浙江数智交院科技股份有限公司(以下简称“数智交

院”)已率先成立“机场与低空经济研究中心”(以下简称“低空中心”), 加快新业务赛道的开拓力度。本期我们专访数智交院低空中心经营总监周辉, 请他谈谈数智交院在低空经济领域所取得的成果及相关规划。

先试先行闯蓝海

2024年6月27日, 浙江省召开高水平建设民航强省、打造低空经济发展高地动员部署会。作为战略性新兴产业之一, 低空经济是一片新蓝海。数智交院抢抓发展机遇, 布局新赛道, 迅速成立了低空中心。

数智交院创始于1951年, 是浙江省交通厅原下属事业单位, 目前是浙江省交通投资集团下属公司。前身为浙江省交通规划设计研究院, 是一家有70多年发展历史的科技型工程咨询公司, 公司拥有“三综一甲”资质, 多次名列全国勘察设计企业50强、工程咨询行业50强等榜单。

“数智交院在低空领域的一大优势就是技术实力较为扎实、应用场景明确。”谈及为何能如此快速响应成立相关机构, 周辉如此说。据了解, 作为浙江省交通设计领域的龙头企业, 数智交院承担了浙江省内80%高速公路和水路航道的规划、科研、勘察设计工作。



浙江数智交院科技股份有限公司开发的数智飞·低空应用平台

“在低空经济领域, 高速公路和水运航道空中巡查工作, 能够为空中政务航空提供明确的应用场景, 提高公路航道巡视养护的效率。同时高速公路的服务区客流量稳定、需求明确也为低空载人载物提供了良好的试验田, 内河航道又能够为低空航空器的安全试验提供良好的载体, 基于以上因素, 我们能够在低空经济领域, 尤其是低空基础设施领域提供一些明确应用场景和试验基础。”周辉介绍说。

问及目前的相关成果, 周辉介绍说自低空中心成立以来, 数智交院持续发力, 积极抓市场、争订单, 取得了积极的效果。“目前数智交院不仅参与各

地低空经济规划和应用场景的落地, 还积极和地方政府组建低空联合运营公司, 参与低空政务的投资和运营, 为浙江低空经济发展贡献国企力量, 展示国企担当。”

快速紧抓发展机会

那么在现阶段, 数智交院在低空经济领域有哪些发力点呢?周辉为我们一一道来。

低空经济专项规划。评估各地区域内低空经济产业的发展现状和存在问题, 制定各地低空经济产业的发展定位和发展目标, 提出低空经济产业的空间布局和发展路径, 统筹规划低空基础设施建设、



省内低空枢纽(立体复合型)效果图



省内飞行营地效果图



省内低空枢纽效果图

空域规划、航线规划、低空经济应用场景策划等。

低空飞行器起降场地规划。承接低空飞行器起降场地的系统规划,满足快速增长的低空飞行器的起降、备降、停放、充电、运输、运营及服务等功能需求。

通用机场及低空飞行器起降场设计。承接通用机场及低空飞行器起降场的设计,包括跑道、机库、塔台及配套工程的设计。目前数智交院已承接文成机场、丽水机场等多个勘察设计项目。

各种应用场景策划和落地海岛低空物流。低空应用场景策划包括国土资源、防灾救灾、公共安全、交通治理、医疗救治等公共服务的低空应用场景策划,以及能源电力、农林牧渔、物流行业等行业低空应用场景策划。城乡巡视治理应用场景落地包括无人机购买、机库安装调试、起降场(点)的设计建设、应用场景配套使用平台的建设及运营维护等。

低空飞行服务平台开发。承接开发低空飞行服务与无人机综合监管服务平台,构建低空空域数字孪生系统,打造低空飞行数字底座,为低空用户提供空域、航线申请、飞行计划申报、飞行通信气象监测及飞行过程监管等服务。

生态环境综合治理及绿色产业融合高质发展EOD项目。低空主题文旅探索浙江省生态环境导向的开发(EOD)模式实践,打造绿色共富高地、助力推进“两个先行”,通过建设生态治理工程及配套项目,治理

污染问题,并发展低空绿色产业,实现生态环境治理项目建设和低空绿色产业项目运营的持续性收益反哺。

周辉介绍说:“从2016年开始,数智交院培养了第一批无人机飞手,并开始着手在高速公路勘察设计阶段应用。2019年开始,着手建立浙江省高速公路和水运航道的数据库,目前数智交院已经初步建立起全省高速公路运行数据库、水运航道数据库、地形模型数据库、地质灾害数据库等一系列,并不断细化和扩展,这些成果便于我们今后在数字模型上,结合无人机的技术开展低空领域的业务。另外,2020年疫情之后,我们也开始探索云外业服务,运用无人机航拍视频和三维模型结合的技术,解决在网络审查上,代替线下审查中纸质路线长图的作用。”

截至目前,数智交院共承接省内近二十个县(市、区)的低空相关规划编制业务,涵盖低空经济发展规划、G类空域规划、低空应用场景策划、低空基础起降设施规划、航路航线规划、新基建规划、试飞(测试)基地规划、飞行控制平台规划和低空飞行服务平台规划等内容。

测绘地信助推发展

“高密度、大流量的低空飞行活动离不开高精度时空信息全方位的支撑,测绘地理信息技术将在低空经济高质量发展中发挥重要作用。”提及测绘地理信息对于

低空经济领域发展的作用,周辉如是说。

从测绘相关技术的应用及成果两方面,周辉分析了测绘地理信息助推低空经济领域发展的着力点:

在测绘地理信息技术方面,利用测绘地理信息技术保障低空飞行器导航与飞行安全及监管服务,利用全球导航卫星系统(GNSS)、惯性导航系统(INS)为低空飞行器提供精准定位,辅助飞行员掌控飞行轨迹。激光雷达(LiDAR)、合成孔径雷达(SAR)技术助力快速获取地形地貌与障碍物信息,提前预警规避风险。

地理信息系统(GIS)整合各类数据,规划最优飞行路线,同时基于测绘信息构建安全预警系统,实时监测飞行器与周边环境,遇危险或不利气象及时警报。为低空空域监管筑牢根基,构建低空空域地理信息数据库,结合ADS-B等数据,直观呈现飞行器位置与轨迹,严控飞行活动合规性。

助力低空交通管理,动态分析流量,依飞行器分布等合理调度,防拥堵碰撞。还能搭建低空飞行服务站,汇聚气象、空域、地理数据,一站式服务飞行员;构建信息共享平台,推动低空经济各主体共享飞行计划、空域及地理信息,提升运行效率与透明度。

从测绘地理信息成果方面,目前民航和通航的航路图中包含了航路信息、各类导航设施信息、机场信息、管制区域边界等信息,在终端区航图中又有离场程序图、进场程序图、进近程序图、机场图等内容。

但这些内容相对较为封闭,又有部分涉密,仅小范围在民航、通航专业人士当中流传,为了今后低空领域的发展,有必要将非涉密的低空设施、包括低空起降场、低空航线、敏感区禁飞区等信息与一般的测绘成果一起,作为国土空间信息基础数据的一部分,既能够便于今后项目实施时先决条件,防止其它项目的实施对低空设施的影响,也方便各类地图企业引用现有数据,将低空基础设施如同现有公共设施、道路设施、铁路设施一样,为大众所熟知,增加大众的认知度,同时也打开低空经济应用市场。

测绘与地理信息在低空经济领域的多个方面有着广泛而不可替代的应用。随着低空经济的不断发展,测绘与地理信息技术也将不断创新和提升,两者相辅相成,共同推动低空经济向着更加安全、高效、可持续的方向发展。

当前,低空经济还在起步发展阶段,数智交院已躬身入局。谈及未来规划,周辉介绍说:“数智交院会持续加大资金、人力等资源的倾注,在公路水运数字化、高精度测绘、城乡交通三维模型搭建等新兴领域中拓展创新,并积极利用低空领域最新技术,结合飞行测试收集的大量数据进行反复调校,确保低空测量技术在山地、丘陵等地形起伏较大的区域得到广泛的应用,并为行业提供标杆。”

此外,数智交院将主动与业界同行联手,与行业主管部门、监管部门密切沟通,共同探讨并建立符合行业发展需求的技术标准。定期举办技术交流活动,邀请业内专家、同行企业、潜在客户,分享经验、探讨趋势,为低空经济的稳健发展营造有序环境。

“将全面贯彻落实国家、浙江省关于发展低空经济的战略部署,始终坚持高标准、严要求,选派综合能力强、业务能力全面的专业技术骨干,确保项目高质量按期推进,为我省低空经济建设贡献力量。”周辉如是说,让我们拭目以待。

找准定位,领飞施工行业低空经济赛道——访北投低空经济公司林广泰经理

文/本刊记者 关晓晴 图/受访者提供

“低空经济”是近年的高频词汇,更是产业风口。在蓝天与大地之间,一个价值万亿的全新产业正在孕育。2023年中央经济工作会议强调,要打造低空经济等若干战略性新兴产业;2024年全国两会,低空经济首次写入政府工作报告;2024年12月27日,国家发展改革委低空经济发展司正式亮相,该公司负责拟订并组织实施低空经济发展战略、中长期发展规划,提出有关政策建议,协调有关重大问题等,低空经济的含金量不言而喻。2024年也因此被称为“低空经济元年”。

踏入2025,天空更加繁忙的一天不可避免地将要来临。如何立足自身优势,在这一战略要地找到自己的定位腾空而起呢?面向这一问题,广西路桥集团技术与信息分公司(以下简称“广西路桥”或“公司”)给出了自己的答案。

北投低空经济公司林广泰经理告诉记者,广西路桥早已察觉低空经济领域的发展潜力。自技术与信息分公司成立以来,依托集团在基础设施建设、信息技术应用等领域的深厚积累,公司正加速布局无人机领域。

“6年来,公司持续开展低空领域倾斜摄影测量、激光雷达扫描等技术在公路工程领域的应用和攻坚,已申请发明专利14项,发表学术论文8篇,主

编地方标准2项,完成省部级课题1项,市厅级课题2项。可以说,成功领飞施工行业低空经济赛道。”林广泰透露。

既“拥挤”又“广阔”

低空经济是指在距离地面1000米以下的空域内,通过航空器(如无人机、轻型飞机、直升机等)进行的经济活动,其作为战略性新兴产业,具有科技含量高、创新要素集中的特点,产业链条长、应用场景复杂、使用主体多元、涉及部门和领域众多,不仅包括传统通用航空业态,还融合了以无人机为支撑的低空生产服务方式,通过信息化、数字化管理技术赋能,与更多经济社会活动相融合,形成了一种综合经济形态。“具有明显的新质生产力特征,发展空间极为广阔”成为了不少人对于低空经济发展潜力的评价。

人人都在谈的“低空经济”究竟有多热?其规模到底有多大?据中国民航局发布的数据显示,2023年我国低空经济规模超5000亿元,2030年有望达到2万亿元。这些数据表明,我国低空经济正步入快速成长的新阶段。

放眼至全世界,多国也正逐步放开低空空域限制,推动低空经济发展。广西路桥也认为,随着国内技



北投低空经济公司林广泰经理

术的不断进步,未来国产无人机设备将在全球市场中占据更大的份额,国际市场也是一片巨大的蓝海。

这条赛道却也是拥挤的。截至2024年8月,就有超1.4万家无人机企业持有现行有效的民用无人驾驶航空器运营合格证,超22.5万人持有无人机操控员执照;在肉眼可见、体感可知的“热潮”下,也有多家无人机企业完成了亿万级别的融资。相较于“起飞”,“抢飞”也许更能贴切形容如今入局的企业状态。

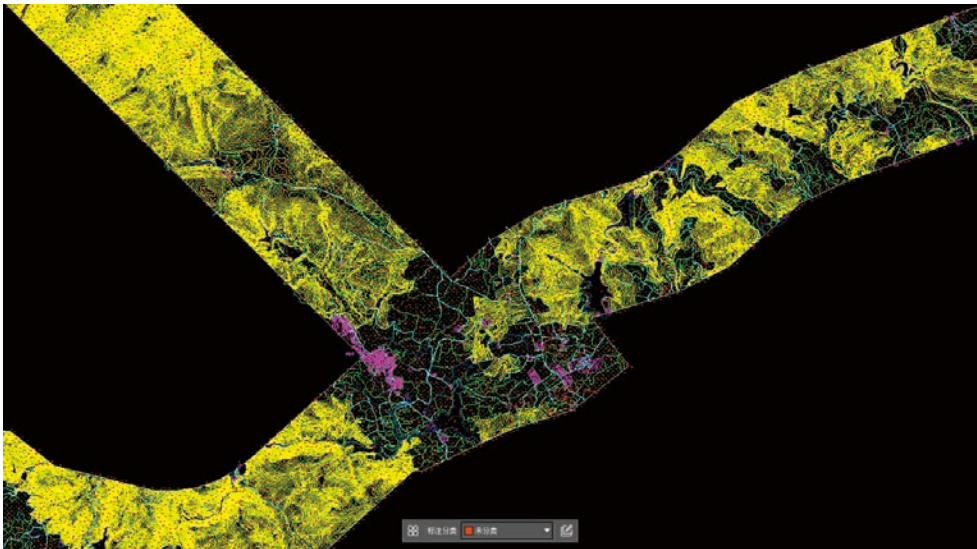
简单来看,低空经济产业链可大致分为飞行器制造、基础设施与配套保障、运营服务等环节。广西路桥自2008年开启信息化建设征程,历经16载,已在建筑企业行业信息化领域处于领先地位,目前开展了包括BIM、数字孪生、无人机、IT、ERP、业财一体化等多个信息化应用板块,其中业财一体化更是

成为行业标杆。从集团的信息化应用成果出发,聚焦中下游是顺理成章的决定,公司决定在低空飞行基础设施建设与配套保障以及运营服务环节大展身手。用林广泰的话总结,便是打造“低空+行业”的概念。

“未来低空经济将在多个领域实现突破,尤其是在物流类无人机的应用上。据公司分析,未来仅广西地区的无人机市场,除了消费级无人机外,物流类无人机的需求每年将超过500万架。光论物流类无人机的市场前景就值得公司着力开拓。”林广泰如是说。在他看来,公路质量巡检、物流配送、农业植保、应急救援、环境监测、旅游观光等场景都能发挥出低空经济的巨大潜力。立足自身优势,面向拥挤赛道,广西路桥决定率先迈出第一步:抓住“低空+交通”的机遇。



无人机载三维激光作业图



无人机载三维激光成果图

从“起飞”到“领飞”

在这样“拥挤”又“广阔”的赛道上,广西路桥瞄准时机、率先“起飞”,成为低空经济服务中的“先锋部队”。林广泰透露:“公司敏锐地捕捉到这一趋势,‘低空+行业’具有非常强大的延展性,即可延伸出多元的应用场景。”早在2018年,广西路桥就提前布局低空经济赛道,成立了专门的无人机应用团队,并取得了不少成果。“面向用户实际需求,公司开发了多样的无人机服务及产品,包括三维可视化服务、原地面复测、无人机收方、地形图制作、三维临建策划等。”

国内首个基于无人机摄影测量技术的无人机收方平台也由此诞生。林广泰介绍,该平台由广西路桥完全自主研发,具备高精度实景三维模型自动化生产、原地面复测、设计方量复核、路基土石方收方、标绘收方等多种功能,能够自动生成横断面图、计算表以及汇总表等可直接用于工程结算的资料。目前,该平台已在桐金路、巴羌路、宜州西、武忻路等十多个项目中成功应用,不仅大幅提升了工作效率,增强了收方管理的透明度,还推动了项目收方

结算向精细化管理方向迈进。

在林广泰看来,低空经济的发展首先为施工行业带来了显著的变化,最受一线技术人员和用户认可的便是其在施工效率上的提升。

“传统的测量方式,如手拉皮尺、手打RTK等,效率低下且存在一定的局限性。而无人机技术的引入,不仅改变了这一局面,还解决了传统测量在公路建设中横断面和纵断面上的不足。”林广泰说。

以广西路桥在“低空+测量”的应用为例,无人机+激光雷达设备可高效采集高精度地面点,生成横断面线,与设计横断面图进行核对,可提升原地面高复测或公路建设效率6倍以上,有效助力项目控制成本;以无人机倾斜摄影技术替代传统测绘方式采集的全线地形地貌数据,通过结合人工智能、大数据等技术,实现场站快速选址及场坪设计,施工便道BIM正向设计及优化和运载路径自动规划、经济运距分析等工作,可有效提高工作效率约30%,降低成本约20%。

测绘技术的飞速发展也更好地支撑了低空经济的腾飞。林广泰就对国产激光雷达的发展颇为关

注。他表示,国产激光雷达装备的发展可以说让他眼前一亮。广西路桥常利用无人机+激光雷达装备进行高精度地面点采集工作,因此对中长测距激光雷达的需求很大。

在实际应用中,国产激光雷达装备的参数指标和国外产品的参数指标已相差无几,在价格方面更是有着大优势。选择采用如南方测绘等国产品牌装备,对于用户来说,不必承受高昂的费用之余,也享受到更及时、更贴心的服务。林广泰希望国产激光雷达装备能继续在测距和精度方面加大攻关力度,更好地匹配无人机应用。

需要“想象”成就“现实”

对于低空经济的更多可能性,林广泰丝毫不吝啬于发挥自己的想象力。当想象不受限,现实的图景才能更多彩。

“我们正处在一个行业变革的时代,机遇与挑战并存。我们可以看到某些行业在不断萎缩,但如同低空经济这样的新兴产业也会飞速崛起。未来,我们甚至可以打飞机上班,这样看似天马行空的梦想将不再遥不可及,而是即将成为现实。”

林广泰坦言,在不断实现蓝图的征程中,肯定也面临着实际应用的挑战。当前主要的挑战就集中在人员和技术两大方面。林广泰指出,目前,公司尤其缺乏具备定制开发能力的人才。在各个“低空+行业”场景中,客户需要的是全流程的完备解决方案,这就要求企业人才不仅要熟悉本专业,还需要了解低空应用和开发技术。

“例如,我们可以采购大疆、顺丰、南方测绘的整机装备,但这仅仅是工具。要让这些工具发挥其作用,就需要进行场景开发和应用平台搭建,开发系统功能,并为客户提供一整套解决方案。这就需要定制化开发的人才和专业需求分析的人才。”

为了解决这一问题,广西路桥采取了自主培养人才的策略。公司认为,低空经济作为一个新兴行

业,市面上难以找到相关人才,因此只能通过内部培养来满足需求。

企业合作也是实现目标的有效模式。针对企业合作,林广泰也分享了自己的看法。他认为在低空经济领域,企业之间的合作存在多种可行且富有潜力的方向,其中“强强联合,成立子公司”是一种较为有效的模式。

“对于地方企业而言,它们通常在当地拥有丰富的市场资源、人脉关系以及一定的资金实力。通过与在低空经济领域具有专业技术和优秀人才储备的行业制造企业合作,共同成立子公司,可以实现优势互补。地方企业的市场资源能够为新成立的子公司迅速打开当地市场,提供业务拓展的基础和渠道,其资金投入也有助于子公司的前期建设、设备采购、运营推广等。而行业制造企业所具备的先进技术,可以为子公司的产品或服务提供核心竞争力,其专业人才团队能够保障子公司在技术研发、生产制造、运营管理等方面的专业性和创新性,从而弥补各自在发展过程中的短板,共同在低空经济这片新蓝海中抢占先机,实现互利共赢、协同发展,以应对激烈的市场竞争,提升在低空经济产业链中的地位和影响力,促进双方在技术、市场、资金、人才等多个维度的融合与进步,共同挖掘低空经济所蕴含的巨大商业价值和发展潜力。”林广泰分析。

依照现实难题和发展现状,广西路桥在低空经济领域的下一步规划也逐步明确。伴随低空经济的“腾飞”,公司计划控股一家无人机制造企业,进一步扩大在低空经济领域的影响力。广西路桥还计划在低空经济的多个应用场景中继续发力,尤其是在公路质量巡检和物资运输等领域。正如林广泰所说,我们正处在一个行业变革的时代,机遇与挑战并存。如何把握机遇,直面挑战是身处这个时代的企业必须解答的课题。广西路桥会一直保持思考,借时代东风,昂首领飞。■



南方测绘加码低空经济,应用多点开花

文 / 陈双红 (项目应用事业部)

近年来,30个余省级行政区将“低空经济”写入政府工作报告,“低空经济”迎来蓬勃发展。南方测绘瞄准“低空数据获取”+“低空信息服务”,通过“1+1+N”的服务体系,为自然资源调查、林业巡查、电力线路巡检等多个关键领域提供高效、智能、全面的低空信息服务。

三维时空底座,“一”网感知构建

以无人机机巢、车载移动无人机平台及三维激光扫描仪、航摄影相机、红外摄像机等挂载设备,建立“设施网”,快速获取空间数据、视频影像数据,依托4G、快速建模、视频GIS等技术,结合实景三维数据构建三维实时空间底座。

业务数据,“一”平台统管

低空信息服务平台以南方测绘数字孪生底座为基础,实现巡检任务申报、多任务航线规划、无人机实时群控,满足巡检管控需求。在此基础上以三维实时空间底座为基础,对接地理实体数据,实现各类数据的空间化、时序化管理,实现数据二次应用、重复共享。

“N”项行业业务,场景定制服务

面向自然资源调查监测、执法巡查、林业巡查、电力巡检等业务,可快速创建业务场景,实现任务申请、空间量算、变化发现、特征地物识别、监测报警等功能,多部门可实现平台共用,业务协同,场景独立,数据共享。南方测绘提供的低空经济建设相关方案基于公司多年技术沉淀与项目经验积累,具有鲜明的“南方特色”优势。

方案结合南方自研DPE_Online在线数据处理引擎,结合作业区域需求,可自定义航点生成方案,进而以“航点”为单元进行低空航线智能规划;方案深度结合南方测绘在GIS领域的技术能力,实现所获数据的空间化、实体化、时序化管理,为数据重复利用、分析应用提供基础;方案保持高度开放与兼容,实现了与业界主流机巢、二三维建模软件的对接,同时提供各类API接口,与业务系统对接;方案从软硬件建设到项目售后服务,均可由南方测绘独立提供支撑,提供一站式服务,避免多方对接烦恼。当前,南方测绘技术团队已承接多领域的多个低空经济建设相关项目,以下选取部分案例分享。

市县安全监测设备及新技术应用

项目依据国家和水利部的工作部署,针对广西壮族自治区14个设区市、85个县(市区)开展安全监测设备及新技术应用设备采购和部署工作。项目核心在于通过现代化的技术手段,提升市县安全监测的效率和准确性,确保水利设施及自然资源的安全稳定。

南方测绘负责巡检监测设备和新技术应用设备。在巡检监测设备方面,南方提供包括RTK、水准仪、全站仪、电测水位计及读数仪等先进设备,设备将覆盖全区各市县,用于水利设施的精密测量、数据收集与监测,从而实现对水利设施安全状态的全面掌控,此外,还由南方测绘进行水库高程数据复测复核。

在新技术应用设备方面,南方测绘提供无人机系统及其配套设备。无人机将配备固定机场、无人机负载(包括组合探照灯、喊话器等)、智能飞行电池、增强图传模块等,用于森林火情巡护、水利设施监测及应急响应等任务。通过无人机技术的应用,极大地提高监测效率,实现对广袤区域的快速、精准巡查。

同时,为满足无人机巡检管理要求,南方测绘还提供无人机管理系统,系统具备航线规划与管理、机场管理、巡检任务管理、巡检监控、远程调试、远程控制、巡检记录、巡检图片对比、巡查告警、断点续航等功能。系统还提供API对接第三方平台,实现警情位置同步至系

统;支持手动添加警情并予以执行;统一平台登录,实现日常智能巡检,紧急时接警对接;满足与广西水利工程安全运行管理平台的集成要求,实现统一身份认证、统一权限分配、统一软件界面设计和功能集成。

整个项目将遵循“统一规划、统一标准、统一实施、统一管理、统一支撑”的原则,确保设备采购与部署的高水平、高标准、高质量。通过本项目的实施,将有效提升全区市县安全监测的智能化、信息化水平,为水利设施的安全运行及自然资源的可持续利用提供坚实保障。

广西航空护林项目

广西森林覆盖面积广,植被类型丰富,林业产业占广西经济比例较大。受广西所处的地理位置影响,全年温度较高,亚热带季风气候特征明显,森林火灾高发。加之人类活动的影响和全球气候环境的变化,近年来广西森林防火工作日益严峻。为更好地保护广西森林资源,减轻森林防火工作压力,引入无人机技术加强森林火情的提前预防和早期处置工作。

在森林防火工作中,相比人工巡护,无人机优势明显且更高效,在森林资源保护领域具有难以替代的优势。对无人机技术的引入不仅是利用科技手段对广西森林防火工作的进一步完善和优化,也是对我国生态可持续发展战略的践行,在广西林业资源保护乃至整体自然资源的保护环节都具有实践意义。

南方测绘负责梧州、贵港、玉林等市的火情巡护、火情处置以及影像拍摄工作。无人机执行航空巡护、火情监测、宣传喊话、火灾隐患排查等任务,并具备远程火情视频传输能力,确保巡护面积不小于1000万亩,巡护时长不小于2000个小时。同时,无人机还根据自治区林业局的要求,开展火情早期处置、火场物资投送、火场通信保障及灾后评估等工作。

为实现无人机技术的有效管理和调度,南方测绘打造无人机管理调度信息平台服务。该平台具备无人机巡护火情管理、设备管理、人员管理、任务管理、数据管理、用户管理及空域管理等功能,并支持移动APP业务模块,实现巡护任务的申请、接收、数据上报、现场核查及

音视频通信等。

通过该平台,指挥中心可远程指挥调度无人机,实现多架无人机的视频和飞行数据远程同时接入,并支持对无人机机场的远程控制及航线规划。此外,管理平台还可接入广西火险因子监测站数据进行火险预警,为巡护任务提供科学依据。

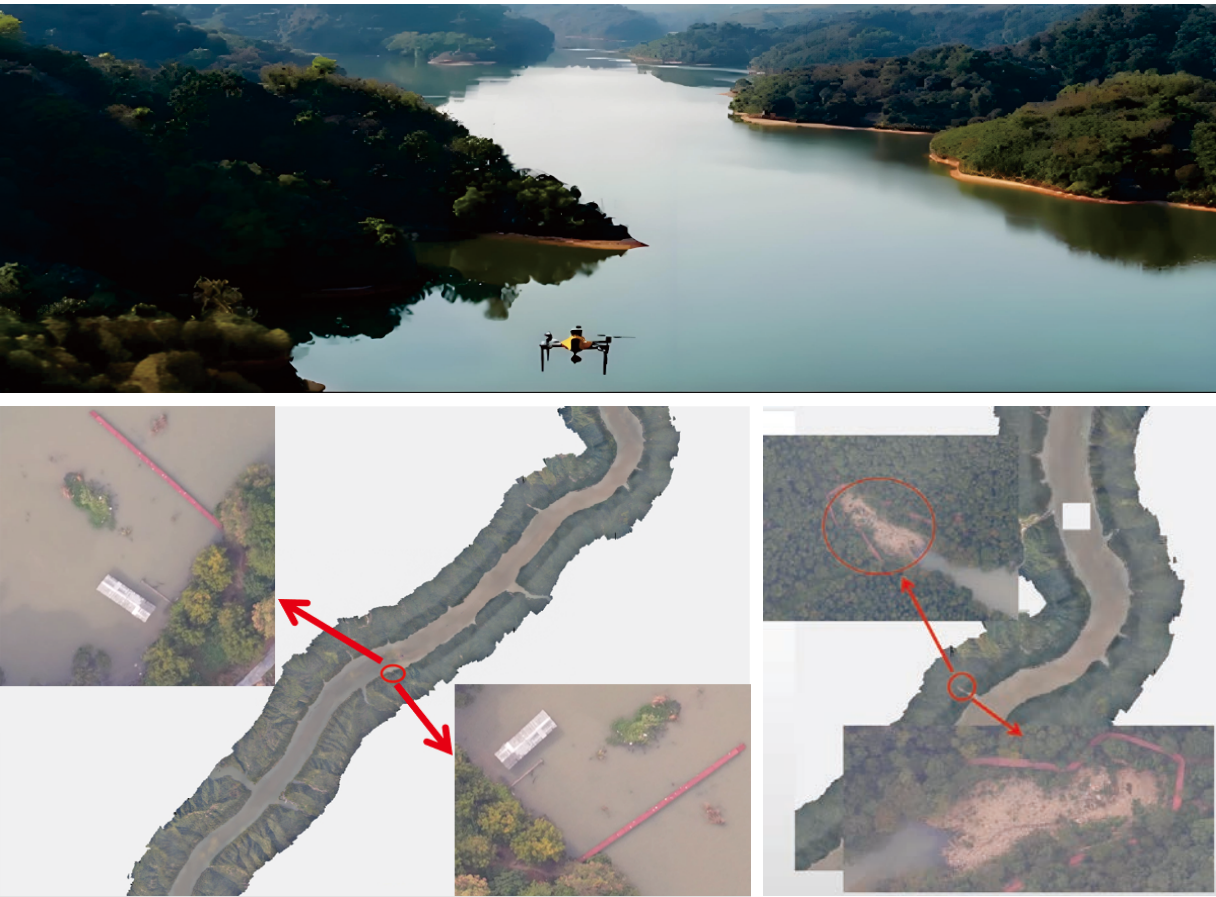
本项目不仅是对广西森林防火工作的进一步完善和优化,更是对我国生态可持续发展战略的践行,对于保护广西林业资源乃至整体自然资源具有重要意义。

富春江库区智能巡护项目

为进一步实现自动化、智能化、可视化的富春江库区安全巡库,南方测绘研究并建设一套无人机自动化航飞巡库的智能巡检系统,将原本以人工经验为主的巡检模式跨

到数据自动获取分析和人工经验并行的巡检模式,极大地发挥了无人机巡检灵活机动、分辨率高、视角不受限制、作业成本低、安全高效等优势,有效提高周期巡检的效率性、科学性、智能性,持续保障库区人员和设施安全。

巡检工作主要采用无人机对库区上游大约22公里长、横截面宽度1公里的富春江河道进行航飞巡检作业。检查主要内容根据安全巡检和管理的需要,对全局影像进行针对性的检查,主要包括三块:库区设施的检查、库区流域及其沿岸环境设施以及对违规占用河道资源情况的检查。重点检查库区是否存在塌岸、滑坡以及可能在汛期大水中对大坝安全造成威胁的大型漂浮物、废旧船只等情况进行巡检。基于视觉检查的内容,导出带有高精度坐标和现场航拍影像的可视化巡检报告,为库区安全防护提供精准科学的决策依据。



日照港数字智能化堆场建设项目

随着全球贸易的持续增长和物流需求的不断提升,港口作为连接海陆运输的关键节点,其运营效率与管理水平直接关系到国家经济的繁荣与发展。日照港,作为中国重要的沿海主枢纽港之一,承载着“西煤东运”“北煤南调”的重要使命,其战略地位不言而喻。然而,面对日益增长的货物吞吐量与复杂多变的运营环境,传统的人工管理模式已难以满足高效、安全、绿色的港口发展需求。

为此,本项目积极响应国家“十四五”规划中关于加快综合运输体系建设和推动港口绿色化、智能化发展的政策导向,旨在通过引入先进的无人机技术与数字化管理手段,为日照港打造一个全新的、智能化的港口运营管理体系。

南方测绘携手生态伙伴,共同建设无人机管理平台和日照港数字智能化堆场管理系统。

(1)无人机管理平台建设:基于无人机/挂载等提供的软件开发工具包SDK,实现作业任务规划、状态实时监控、采集数据自动回传、自动避障以及传感器数据采集等自动化功能。平台针对不同应用场景制定巡飞任务,用户通过系统下达航线任务,人员根据无人机端接收的指派航线任务对堆场进行测绘数据采集,并通过系统将各设备采集的数据自动上传至后台处理服务器进行整合处理及集中展示。

(2)日照港数字智能化堆场管理系统建设:通过建设日

照港数字智能化堆场管理系统,围绕着日照港港口堆场、垛位和货物实现堆场信息的集中化管理、可视化展示、大数据分析、预警和决策。主要包括基础平台、堆场可视化管理、堆场管理及预警、货种密度分析、堆存能力评估、堆场影像展示、生命周期管理、堆场智能跑垛、系统权限管理、参数监控管理和驾驶舱等功能模块。

项目以科技创新为引领,深度融合无人机技术与数字化管理手段,为日照港打造了一个集智能化、可视化、高效化于一体的港口运营管理体系。随着项目的成功实施,日照港将进一步提升其在全球能源与原材料运输格局中的战略地位,成为引领行业智能化转型的标杆港口。未来,我们将继续深化技术创新与应用实践,为日照港的持续发展注入新的活力与动力。

南方测绘长期致力于智能测量装备和系统平台的自主研发,深耕无人机、激光雷达、倾斜摄影、智慧城市应用等领域。从数据采集、处理到应用,具备全产业链的技术覆盖能力,能够提供一站式解决方案,满足低空经济时空信息的多样化需求。

凭借深厚的技术积累、完善的设备体系、庞大的市场覆盖和影响力,南方测绘将积极推动智能化测绘生态圈的构建,继续加大研发投入,深化行业应用,为推动低空经济发展贡献力量。



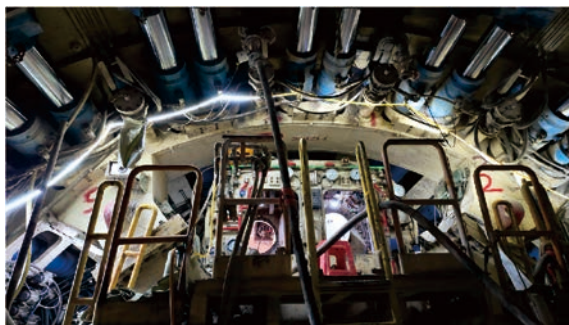
“智”驱盾构： 国产测量机器人“领航员”点亮地铁掘进路

文/本刊记者 洪智超

2025年1月15日,广州的冬格外温暖,跟随南方测绘技术团队,我踏入了广州地铁18号线北延段的施工现场。刚到工地入口,一股紧张而忙碌的气息扑面而来。工程进度牌矗立在显眼位置,工程的各项信息详细标注着,时刻提醒着人们这里正在进行的是一项关乎城市未来交通格局的重要工程。

走进工地内部,施工现场有序且繁忙,大型工程设备往来穿梭,机器的轰鸣声交织在一起,每一次巨响都扬起一片尘土。工人们头戴安全帽,身着醒目的工作服,在各自的岗位上有序而忙碌。

穿过办公区域,跟着施工人员走进隧道,步行约半小时后,见到了盾构机。它宛如一头钢铁巨兽,静静地趴在地下隧道中,等待着继续掘进的指令。盾构机的身躯庞大而坚固,一节节巨大的金属筒体紧密相连。它的前端,巨大的刀盘上布满了锋利的刀具,如同锋利的牙齿一点点啃噬着坚



硬的岩石和泥土,为地铁隧道的延伸开辟道路。在没有卫星信号定位指引的地下环境中,盾构机如何确保挖掘方向准确无误呢?国产高精度机器人全站仪究竟扮演怎样重要的角色?带着这些疑问,我紧跟在技术人员身后,迫不及待地想要了解。

01

近期,盾构机已经暂停掘进工作,正在例行保养维护。隧道尽头是盾构机的操作室,南方测绘技术人员与现场施工工人已经比较熟悉,与驾驶室的司机师傅打了招呼。司机紧盯着监视器,驾驶室外施工人员也在紧张地忙碌着,他们仔细检查着各种设备的运行状态,确保一切正常。在盾构机的控制室内,显示屏上实时显示着全站仪传输过来的数据。

南方测绘的技术人员与施工团队交流在使用全站仪过程中的实际情况和遇到的问题。据施工团队反馈,本项目前期使用的进口机器人全站仪,虽然该设备在精度上能满足项目需要,但价格昂贵,维护成本高,而且如果出现故障,维修周期长,这给工程的推进带来了不小的困扰。

项目前期,进口产品就曾出现过几次技术故障,施工团队紧急联系厂商的售后技术支持,然而问题未能得到及时有效的解决。随后,施工团队联系到南方测绘,南方测绘派技术团队携国产机器人全站仪及时响应入场,接过这一重任。

在这次设备维护中,南方测绘的技术人员耐心地解答施工人员在操作过程中的每一个问题,针对诸如测量数据传输、仪器在复杂环境下稳定情况逐一进行排查。技术人员魏工一边操作仪器,一边向施工人员讲解:“这款国产全站仪采用了先进的无线传输技术,只要在规定的距离范围内,数据就能够快速、稳定地传输到您的终端设备上。而且,南方在仪器稳定性方面下了很大功夫,针对像盾构机施工现场这样复杂的环境,进行了特殊的设计和优化,能够有效抵抗震动、潮湿等因素的干扰。”

通过定期的调试和维护,南方机器人全站仪运转情况良好。魏工亲自示范,他在盾构机操作室内打开开关,仪器就能瞬间自动识别并锁定目标,随后测量出的各项数据就出现在电脑上。

在整个对接过程中,南方测绘技术人员的耐心

细致给施工团队留下了深刻的印象。技术人员还建立了专门的技术服务群,以便施工人员在遇到问题时能够及时联系,第一时间获得帮助。施工工人感慨地说:“之前用进口设备的时候,出了问题不能及时解决。现在南方测绘的技术人员不仅随叫随到,而且讲解得特别详细,让我们心里特别踏实。有了这个支持,我们对工程的顺利推进更有信心了。”

02

跟随技术人员来到盾构机顶部,一个小小的支架上摆放着南方测绘NT10机器人全站仪,它的小巧与庞大的盾构机形成了鲜明的对比。全站仪的外壳采用了坚固耐用的钢材,这种材质不仅具有出色的抗压、抗摔性能,能够有效抵御施工现场复杂环境中的各种碰撞和冲击,还具备良好的防水、防尘功能,确保在潮湿、多尘的盾构机隧道内稳定运行。

在机身正面,清晰的液晶屏实时显示着各种测量数据和仪器的工作状态信息。NT10机器人全站仪测角精度可达到0.5秒,是世界一流水平,完全能够满足盾构机施工现场长距离、高精度的测量需求。

仪器旁边安装了一个白色的小盒子,这就是全站仪的通信电台,机器人全站仪测量盾构机掘进角度数据,就是通过这个小盒子反馈给盾构机驾驶室。驾驶室里还有一个黄色的小盒子连接着中控电脑,它就是南方测绘研发生产的RTU终端。作为全站仪的远程开关,司机师傅可以通过它实现全站仪工作的启停,避免在湿热扬尘又高噪音的环境中爬上盾构机顶部,实现全自动监测。

与传统的全站仪相比,NT10省去了操作的繁琐,也避免了盾构机导向中人为因素的影响。按照预设的程序,盾构机掘进过程中NT10每隔一段时间就会自动照准盾构机上的激光靶和后方的棱镜,实现24小时不间断的连续测量,为盾构机的施工提供了全天候、高精度的测量保障。

03

为了更深入地了解这款全站仪是如何助力盾构机实现精准定向的,我在技术人员的带领下,来到了盾构机的操作控制区域。在这里,技术人员通过一系列生动形象的图示和深入浅出的讲解,为我们揭开了其工作原理的神秘面纱。

“简单来说,它就像是盾构机的‘眼睛’,能够实时、精准地测量盾构机的位置和姿态,并将这些信息反馈给控制系统,从而确保盾构机沿着预定的隧道轴线进行掘进。”通过测量全站仪与激光靶(盾构机上一个固定的点)、棱镜的位置数据,全站仪利用三角函数和坐标转换等数学原理,计算出盾构机的位置与角度。

在实际工作中,全站仪还具备自动跟踪目标的功能。当盾构机在掘进过程中发生移动时,全站仪能够自动锁定激光靶,并持续测量其位置变化。这一功能大大提高了测量的实时性和准确性。控制系统根据这些数据,对盾构机的推进方向、推力等参数进行调整,从而实现盾构机的精准定向掘进。

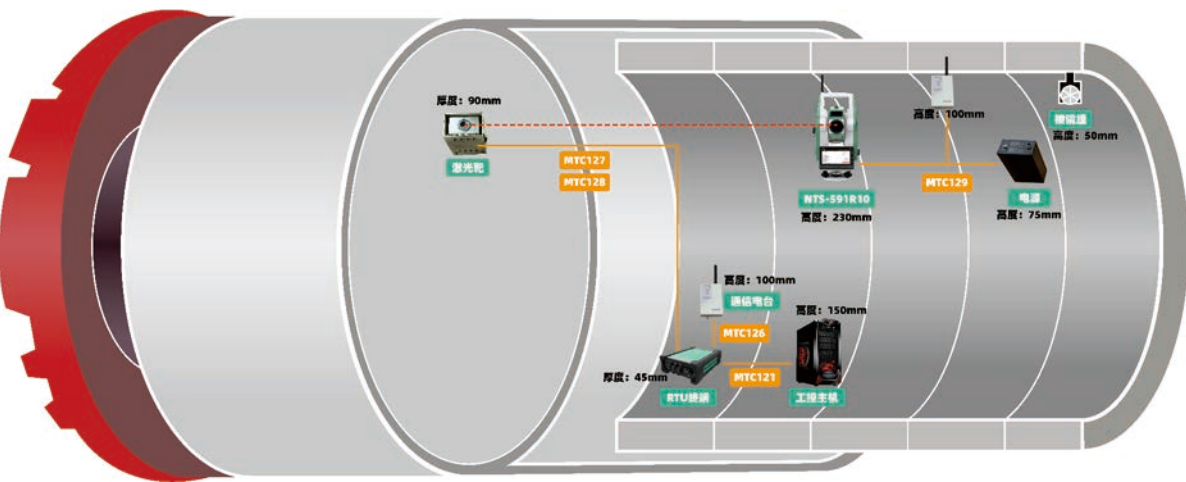
盾构机的自动导向系统就像是一个精密的导航仪,它以隧道设计轴线为基准,不断对比全站仪

测量得到的盾构机实际位置和姿态数据,一旦发现偏差,就会立即发出调整指令。例如,如果盾构机的前进方向出现了向左偏移的情况,自动导向系统会控制右侧的千斤顶加大推力,使盾构机逐渐回到预定的轴线位置上。这种实时的监测和调整机制,确保了盾构机在整个掘进过程中都能保持高精度的定向,为隧道的顺利贯通提供坚实的保障。

整个安装调试过程持续了数小时,技术人员们始终保持着高度的专注和严谨的态度,趁着这个时间将机器人全站仪维护至最佳工作状态,让它在接下来的工程中发挥关键作用,保障工作顺利进行。

司机师傅对我们说：“盾构机的精准掘进对于整个工程的安全和质量具有至关重要的意义。如果盾构机在掘进过程中出现较大的偏差，可能会导致隧道的轴线偏移，影响后续轨道的铺设和列车的运行安全。同时，偏差过大还可能会对周边的建筑物和地下管线造成破坏，引发严重的安全事故。而国产高精度机器人全站仪的应用，有效地解决了这些问题，为盾构机的精准掘进提供了可靠的技术保障。”

国产高精度机器人全站仪NT10, 作为这个浩大工程中的重要一员, 正默默地发挥着它的关键作用, 见证着广州地铁18号线北延段的逐步建成, 为城市的发展贡献着自己的力量。



盾构导向系统原理示意图



04

魏工从事全站仪技术支持工作已有多年,参与过多项重大工程项目,对这款国产高精度机器人全站仪更是了如指掌。工作间隙,我问魏工:“在你看来,参与这样的项目,最大的意义是什么?”

魏工自豪地回道：“看到南方测绘的高端自主研发测量装备能为国家的重大工程贡献力量，看着国产技术在实际应用中发挥关键作用，这份成就是无可替代的。每一次看到全站仪精准地为盾构机提供数据支持，确保隧道掘进的顺利进行，我都深感自己的工作意义非凡。”

他补充说：“拿这次广州地铁项目来说，国产高精度机器人全站仪的应用，让我们国产测量装备的可靠性得到了实践的验证，它的高精度测量和稳定性能为盾构机的精准定向提供了可靠保障。而且，通过参与这个项目，我们的技术团队也得到了锻炼和成长，积累了宝贵的经验。”

05

展望未来,智能化和自动化将成为机器人全站仪发展的重要趋势,实现更加高效、智能的测量工作。国产高精度机器人全站仪在盾构机定向领域的应用前景一片光明。随着科技的不断进步和创新,全站仪技术也将持续升级,为盾构机施工带来更多的便利和优势。

除了技术上的进步,国产高精度机器人全站仪在市场应用方面也将迎来更广阔的空间。随着我国城市化进程的不断加速,城市轨道交通建设、地下综合管廊建设等基础设施项目的规模将持续扩大。

南方测绘的研发团队对机器人全站仪的未来发展充满信心。他们表示,将继续加大研发投入,不断提升产品的技术水平和质量,为客户提供更加优质的解决方案。

夜色渐深，南方测绘一行技术人员走出隧道。地铁施工现场依旧灯火通明。在这个鲜为人知的地下世界，国产高精度机器人全站仪正以其卓越的性能，书写着城市公共交通发展的新篇章。

聚焦测绘装备创新突破, 面向智能测绘转型升级——从南方测绘看我国智能化测绘装备研发及规模应用

文/本刊记者 韦彩云

《中国测绘地理信息科技创新与产业发展研究报告(2024)》显示,截至2023年末,测绘地理信息领域共计配备各类技术装备629619台(套),其中国产设备达到521040台(套),表明我国测绘地理信息领域核心装备国产化占主导地位。

在第12届中国测绘地理信息技术装备博览会上,国产测绘仪器装备可谓独领风骚。作为测绘装备国产化重要代表的南方测绘也以全新的品牌形象亮相会场,其自主研发的国产第一台超声波马达全站仪打破了国外设备厂商的垄断,时任自然资源部副部长刘国洪在南方测绘董事长马超介绍完超声波马达全站仪、无人机及架站式三维激光等高端装备后,赞赏了南方测绘在高端测绘装备国产化方面取得的成就,并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。

测绘装备是测绘地理信息数据生产的主要工具,也是测绘地理信息产业发展的基础。从空中到地面,从地上到地下,从室外到室内,我国多维度的测绘装备已经走在世界前列。目前,在测绘装备、地理信息软件及数据处理系统、导航定位、航天航空遥感等领域都有达到世界领先水平的科技成果转化。

从装备自主化到应用规模化

测绘科技作为我国科技事业的重要组成部分,在我国经济社会建设、国防建设和生态文明建设中发挥了重要的支撑和保障作用。从服务万里之外的南极科考,到为世界最高峰珠峰“量身高”,从南水北调干线工程保障,到西气东输管道布设,从为千年大雁塔“体检”,到支撑港珠澳大桥的互联互通……这些重大工程和科技成果的背后,都有测绘地理信息科技的智慧。

近些年,测绘地理信息技术创新不断深化,关键技术、核心装备、自主可控能力均实现跨越式发展。资源、气象、环境、海洋、高分等公益性卫星发展迅速,“北京”“吉林”“珠海”“高景”等商业遥感卫星系列不断完善,空间分辨率等性能指标达到国际先进水平。北斗三号全球卫星导航系统的建设完成并对全球提供服务,打破了国外系统的长期垄断。

国产化测绘地理信息相关关键软件产品和技术装备研发取得突破性进展,无人机航空摄影系统、航空遥感相机、GNSS接收机、高精度全站仪、地理信息系统软件等方面的一些重要产品跻身国际一流,体现“中国智造”水平的测绘地理信息装备和技术已经进军国际市场。测绘高校和高新技术企业成为我国创新的核心力量,原创性、颠覆性科技创新

成果竞相涌现。

以南方测绘为代表的民族企业,陆续实现系列测绘仪器核心技术自主化和产品化。二十多项“国产第一台”,一步步助推国产测绘装备向着新的高度、新的精度、新的广度迈进。

测量机器人是精密测量监测领域的尖兵装备,也是测绘装备国产化的一块“硬骨头”,它属于光机电一体化智能复杂装备系统,研发难度系数大。因此,国内研发生产长期处于空白状态,国内市场也是被国外品牌占据。

经过十多年的积累和突破,南方测绘陆续攻克关键技术,推出0.5"高精度测量机器人,测角精度达到国际最高水平,满足行业测量规范最高等级要求。南方测绘研制的高精度测量机器人已经批量投入市场应用,主要服务于科研院所和轨道交通精密测量、水库水利精密监测等。

而此次备受外界关注的国产第一台超声波马达全站仪NT05,更是集南方测绘30年光电产品国产化之大成,融合了0.5"角度精度与压电陶瓷超声波马达驱动技术,搭载第三代自适应自动照准技术,可实现远达3000米的精准自动照准。NT05不仅具备国际领先的技术水准,还支持用户定制,能在高精度工程测量、自动化监测、工业制造等多场景中提供可靠、高效的测量解决方案。这无疑是在当前高端化、智能化上发展制高点,塑造超高端装备应用新优势。

在低空及地面移动测量装备方面,近年来,发展最快的是无人机航测系统和激光雷达测量系统。以南方测绘为代表的装备企业,突破了飞控技术、云台技术、相机技术、自动航线技术、系统集成技术、感知技术等测绘无人机难题,先后研制出垂直起降固定翼无人机、多旋翼小型测绘无人机,形成一系列无人机航空摄像测量产品、技术和应用服务体系,为我国测绘无人机领域的国产化研发和推广作出了头部企业的贡献。

目前,我国测绘无人机已具备完全自主知识产

权,在技术先进、产品成熟、应用广泛、市场占有率等方面已经远超进口产品。

面对三维激光核心技术攻坚,南方测绘攻克了12项主要技术难题,解决了各类具体的技术细节,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,形成了从机载、车载、手持到地面站的完整产品线。其自研的国产最小体积千米级高精度三维激光扫描仪,无限次回波,穿透性超过进口同类产品。

自首台国产三维激光扫描仪推出以来,南方测绘已承接实施项目超过1000个,客户遍布各行各业,包括高校、测绘单位、建筑单位以及工业自动化领域。正如马超所说:“南方测绘的三维激光扫描仪在主要性能参数方面已经与国际先进产品相当,架站式激光扫描仪的价格仅为进口产品的一半。”

作为测绘装备国产化的先行者和重要代表,南方测绘相继攻克了0.5"超声波马达全站仪,0.3mm电子水准仪,多平台、长测程、高精度三维激光扫描测量系统,实景双摄RTK,单兵测量智能无人测量船,声学多普勒流速剖面仪ADCP,室内外移动测量SLAM等核心产品技术,并初步实现规模化应用。近年来平均装备销量增速超过50%,让用户能够以国产的价格,享受进口高端装备的品质。同时,南方测绘产品硬件、软件、算法全部实现国产化,全面支持DBD技术。

如今,南方测绘的产品线系统且完整,全覆盖地、空、天、海测绘装备。从光学到电子,从点测量到面测量,从水准仪、经纬仪、全站仪、RTK,再到无人机、激光雷达、无人船、室内定位导航、高精度测量机器人等,大规模应用于市场。其朋友圈从国内扩大到国外,产品和服务遍布世界100多个国家和地区。

纵观南方测绘的发展,我们可以清晰地看到行业头部企业不断探索、持续进化的轨迹,从常规到高精尖,在关键技术和产业化上都取得了重大突破

和创新,为我国自主高端测绘装备科技水平提升注入了澎湃动能。

随着测绘技术与装备不断取得新进展新突破,测绘地理信息不仅成为重要的战略性数据资源,更成为新型生产要素,正以空前的广度和深度融入经济社会方方面面。

拥抱智能化测绘,创造更多可能

面对数字化、智能化时代浪潮,以及“第四次工业革命”带来的影响,数字中国的高质量发展对测绘地理信息的需求,无论是对覆盖度、精细度,还是新鲜度、丰富度都提出了更高要求,从二维到三维、从陆地到海洋、从地上到地下,从以年为周期到以月甚至以天为计。这些更高要求的测绘需求,都需要通过推动测绘行业技术进步和事业转型升级来解决。

测绘是一个技术密集型行业,测绘技术和装备的进步,在提升生产效率与服务水平方面发挥着至关重要的作用。2023年5月,2023年全国测绘地理信息工作会议吹响了测绘地理信息转型升级的号角。2023年8月,自然资源部出台《关于加快测绘地理信息事业转型升级 更好支撑高质量发展的意见》再次强调,要坚持创新驱动,构建智能化测绘技术体系。

时代的召唤和政策上的推动,以及高质量发展的需求牵引,均在加快测绘技术从数字化测绘向智能化测绘转型的步伐。面向智能化测绘转型升级成为了测绘行业的共识,应该如何把握时代机遇,开展创新研究,从数字化迈向智能化,实现测绘科技的转型升级。

从数字化测绘走向智能化测绘,是一项极为复杂的系统工程,既涉及理论创新、技术突破、体系构建等科技难题,也牵涉观念更新、学

科协同、政策保障等非技术因素。

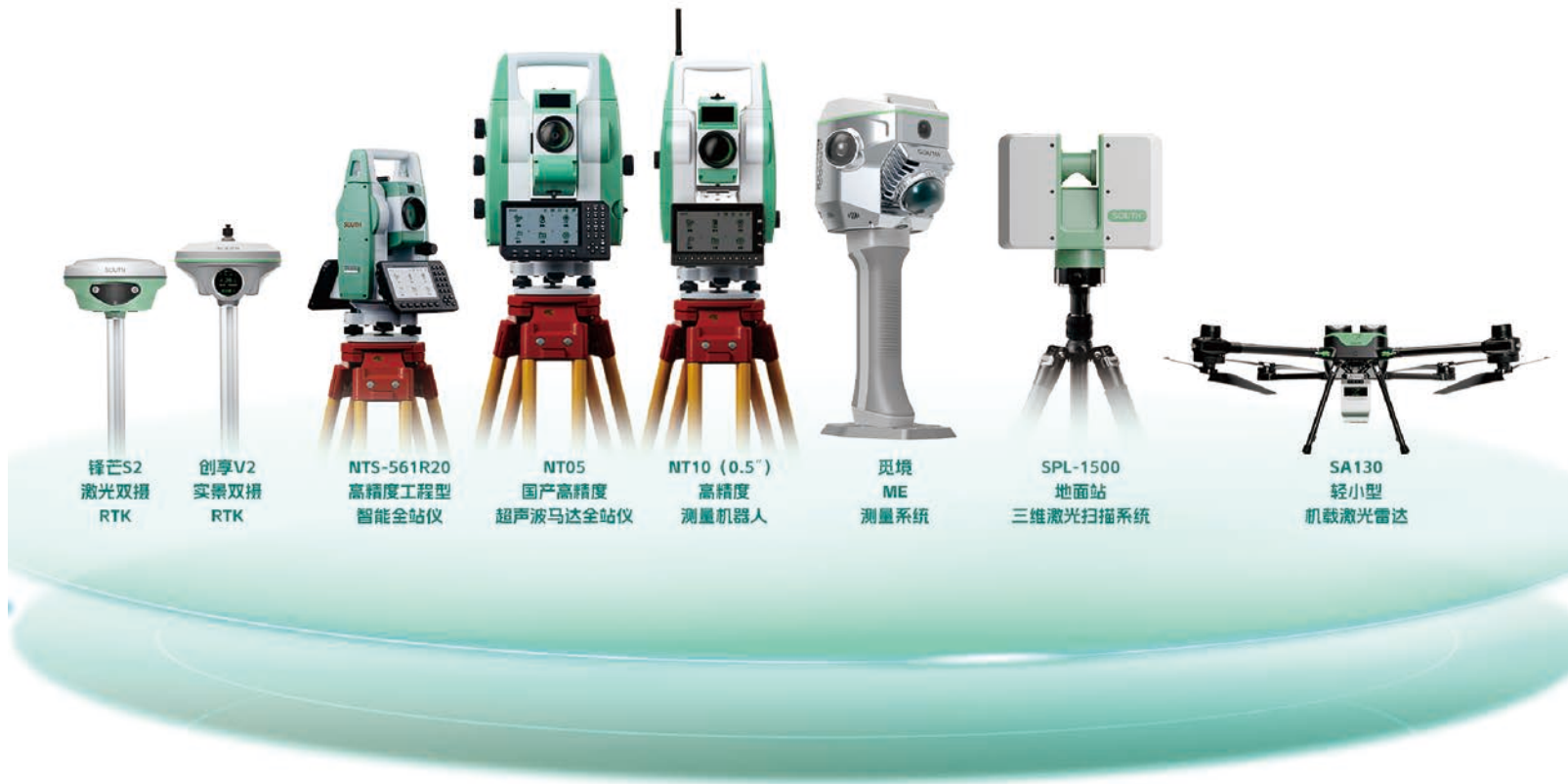
中国工程院陈军院士说,切实推动智能化测绘的创新发展,应努力地构建智能化测绘的知识体系,加大智能化测绘技术方法的研究力度,研制智能化测绘的应用系统与仪器装备。

跳出技术视角,从测绘装备来看,测绘装备是测绘地理信息科技创新和产业发展的重要基础。“高端测绘装备国产化和智能化带动了相关产业链的发展,促进了整个测绘行业转型升级发展,为经济社会发展和国家科技实力提升作出积极贡献。”中国测绘科学研究院院长燕琴院士如是说。

近年来,我国在新型、高端测绘装备领域取得了一系列重要科技创新成果,成功研制出一批具有自主知识产权的高端测绘装备,这些装备在性能和功能上不断超越国际产品,使我国测绘地理信息领域的技术装备实现了从依赖进口到自主创新的历史性转变。国产高端测绘装备正朝着更加智能化方向迈进,为测绘智能化奠定了良好的基础。

陈军院士表示,今后应该进一步发展智能化测绘仪器装备,如智能全站仪、智能化GIS软件系统、智能化的单波束测深系统、测绘无人机、测量机器人、全组合智能导航系统、识图机器人,以及利用智能设备和其所带的智能传感器(如iPad的激光传感器)开发的数据采集系统等。

随着南方测绘等民族企业不断在智能装备上发力,智能化测绘仪器装备创新成果渐次展开。南方测绘已在智能化非接触式测量装备上取得了创新性突破。如相机、IMU、GNSS联合测量装备中,RTK产品集成GNSS+IMU+单镜头/双镜头摄像头,支持实景测量/实景放样、三



维建模,高效获取实景影像中的精确三维坐标,实现所见即所测。此外,融合GNSS、IMU及SLAM等多种高精度定位技术的测量装备,可实时获取设备厘米级绝对位置、方位角和6DOF姿态信息,支持室内外无缝覆盖。

南方测绘首次将AI识别功能引入到RTK应用,开创RTK AI时代。其研制的RTK使用深度学习训练网络进行智能AI识别,实现对目标物进行快速提取,优化提升了网络训练、推理效率,改进细小目标的检测精度,识别准确率达95%以上。同时,南方测绘也研制出支持GNSS-RTK/IMU和双目深度估计(或激光器辅助深度估计)技术融合的装备,进一步解放双手,实现更智能化的非接触式测量定位,全自动化测量定位。

测绘技术的不断创新,使其应用场景也越来越丰富。南方测绘研制的虚实联动技术打通了现实世界与元宇宙之间的连接,测绘仪器不再局限于对现实世界的测量,而是可以直接深入元宇宙,为这个虚拟世界提供精准的空间数据。基于这些高新技术,南方测绘更是打造出“元宇宙智能测绘”应用方案,为全国高校测绘专业教学带来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全新的体验。

当前的智能化只是一个开始,测绘行业正朝着这一方向奋进。随着技术的革新速度和市场的接受程度进一步“智能化”,智能化测绘未来一定欣欣向荣。

科技创新与产业创新,正在加速推进

智能化测绘时代,南方测绘的“智能化”不仅仅是在产品层面,更是概念和生态层面的升级。2016年开始,南方测绘就开启转型地理信息行业应用的实践(大地信1.0),持续升级智能测绘装备,加大数据业务投入,扩大行业应用范围,实现了从测绘地信装备提供商向地理信息服务提供商的转变,并取得了阶段性成果。

迈入大地信2.0阶段后,南方测绘提出创造更大规模化价值的目标,致力于高端及新兴测绘装备的深度国产化和产业化,致力于提供完善的地理信息应用解决方案,跨界融合,做时空信息应用和服务。

南方测绘2025年用户大会就以“共融共享智能化测绘生态”为主题,在全国各地铺展开来,邀请行业同仁紧密携手、同向而行,共同构建智能化测绘生态,为测绘科技自立自强作出企业更大的贡献。

所谓智能化测绘生态,就是为用户打造一个融合多应用场景和需求的数据采集及应用平台。这是一个新起点,也是一个新挑战。智能化测绘生态建设漫长,需要南方测绘科技创新和产业创新深度融合,更需要合作伙伴的倾情加入。

融合的基础是增加高质量科技供给。南方测绘正加大科研投入,进一步加强硬件设备的自动化,同时提高数据采集精度。如南方测绘投入市场的激光雷达和测量机器人,在数据采集及处理方面,几个小时内就可以完成,甚至可以实现直接成图,技术门槛更低,作业效率更高。

融合的关键是打通各平台之间的数据流通方式。南方测绘整合市场应用的反馈,改进平台算法及设计,加快数据处理速度的同时简化操

作流程。如南方测绘自研的部分硬件、软件、平台等,实现了互联互通,数据共享,夯实了大数据时空融合底座。

融合的途径是促进科技成果规模化应用。南方测绘从提供产品升级到提供解决方案,以全链自主装备和技术、本地化服务、成熟型项目团队,持续面向自然资源、住建、应急、交通、水利、电力、安防、建造、文旅、政数、农业、教育等领域提供优质的专业解决方案。通过集合大量的多行业全业务流程的项目经验,建立起一个完整的智能化生态,为用户提供覆盖测绘地理信息全业务流程的一站式解决方案,保护数据安全的同时提高作业效率。

经过近些年发展,南方测绘推动了企业主导的产学研学融通创新。随着其生态的不断壮大,智能化测绘装备发展空间可谓不可限量。

南方测绘装备国产化、智能化和产业化的成果,吸引了莫干山地信实验室项目团队前来调研。2024年7月,陈军院士一行莅临南方测绘考察交流,询问了南方测绘装备国产化、智能化和产业化的相关情况,重点了解了激光雷达、高精度自动全站仪、高精度导航定位终端、虚拟仿真教学系统等一系列自主研发的智能化数据采集获取装备和成熟应用解决方案,并与南方测绘技术人员交流了解其应用场景和市场应用程度。

在交流座谈中,陈军院士说,实验室需要围绕国家使命,依靠跨学科、大协作和高强度支持来开展协同创新。由实验室牵头,带领行业内高校、科研院所、龙头企业共同承接国家战略性任务,组织开展面向重大科学问题的协同攻关,产出原始创新成果,实现对行业发展和经济社会发展发展的突破性引领。



中国工程院院士陈军一行莅临南方测绘,调研交流智能化测绘装备相关

“智能化测绘的混合计算理论与方法”自然科学基金重大项目下设5个课题,通过基金项目研究理论问题:智能化感知、智能化认知、智能化表达、智能化服务、智能化赋能、智能化检测等,结合智能化测绘研究院研发技术与装备,以开放合作的原则,推进项目的进行。此次来访,也是希望增进对双方团队成员研究内容和进展的了解,找到双方基于智能化测绘的契合点。

接下来,南方测绘将集结集团优势研发资源,与莫干山地信实验室实现多层面对接,携手共促智能化测绘做大做强,既出理论成果又能

落地应用。

携手产出智能化测绘的原始创新成果,是南方测绘支撑国家战略科技布局的企业担当,也是推动自身产业创新的关键。

创新的基因早已融入南方人的血液,拼搏的品格从未离他们而去。我们相信在智能化测绘建设的新征程中,南方测绘定会用实实在在的数据和硬核的成果交出优异答卷。加快智能化测绘装备研发及规模化应用,一场行在当下、制胜未来的征程已经开启!

南方测绘

南方测绘2024年度十大新闻

2024，目之所及，风光多变
南方测绘以革新应对变局
以奋斗奔赴海阔天高
新的一年，蓄势待发
以坚定的信念迎接崭新春景
用坚定的脚步丈量无边旷野

引领国产测量机器人高端替代 国内首台超声波马达全站仪NT05面市

2024年，南方测绘高端装备国产化替代进程加速，突破关键核心技术，引领测绘自主创新全新动能，打造智能测绘新质生产力，成效显著，新产品、新技术频出，集南方近30年测绘光机电技术之大成，推出国内首台超声波马达全站仪NT05。

NT05融合了0.5"测角精度与压电陶瓷超声波马达驱动技术，搭载第三代自适应自动照准技术，可实现远达2000米的精准自动照准。NT05不仅具备国际领先的技术水准，还支持用户定制，能在高精度工程测量、自

动化监测、工业制造等多场景中提供可靠、高效的测量解决方案。

测量机器人、三维激光、高精度定位终端等系列产品也在不断优化升级。期间，集团同步落实产品研发管理细则优化，成功推送研发与生产效能的双重提升，点云处理、地形地籍成图、三维可视化、质检管理等软件产品与硬件装备齐头并进，实现定制化、全流程服务，满足多行业用户的智慧应用需求，形成多行业整体解决方案。

开启RTK AI时代，南方测绘助推多行业领域北斗规模化应用

2024年10月，“自然资源领域北斗规模化应用推广启动会”在南方测绘地理信息产业园举办。本次会议由南方测绘组织，邀请了自然资源领域部分单位参与。旨在聚焦自然资源行业，升级改造替换卫星定位产品，验证北斗性能，并建设北斗典型示范区，从而实现自然资源领域北斗规模化应用的目标。

南方全系列产品均支持DBD技术，具有精度高、自主可控、安全可靠等特点。其中创享V2实景双摄RTK、锋芒S1Pro实景测量RTK等多款设备获工信部DBD认

证，入围政府DBD采购目录，北斗高精度产品矩阵形成，北斗多行业应用解决方案实践获好评。

凭借长久的北斗技术研发积累以及硬件装备优势，南方测绘已实现技术、产品、方案集成创新，本地化服务、成熟型项目团队，南方测绘北斗多行业应用方案在水利、电力、矿山、地质灾害、石油化工、智慧通航等领域取得了显著成果，可以根据用户的业务需求进行定制化服务，全面贴合用户的不同场景需求。

品牌焕色 全新而至, 全线装备产品全新亮相

坚持大地信2.0战略, 南方测绘转型升级于2024年已经进入新阶段。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等直营系列装备焕色, 全新而至。

从经典的黄灰配色到充满生命力的绿灰配色, 南方测绘在转型升级过程中焕发出新的生命力。品牌焕色, 不止于换色。南方测绘也根据每款产品的使用场景对功能优化升级, 使之更贴合测量需求和用户的使用习惯。

立业35周年, 南方测绘2024用户大会暨35周年志庆举行

2024年, 恰逢南方测绘立业35周年, 集团大地信2.0战略稳步推进。依托全系自研软硬件产品齐头并进优势, 紧跟测绘应用外延泛化趋势, 南方测绘2024用户大会暨35周年志庆以“构建智能化测绘生态”为主题, 率先在国内29个省会城市召开, 超2万的到会用户, 彰显南方测绘在区域市场的强大影响力。此外, 集团还于海南三亚、加纳阿克拉、德国斯图加特等地开展海外用户大会暨35周年志庆, 与全世界的经销商伙伴共同探

索测绘领域的未来。

站在35周年这一新的起点, 南方测绘将着力打造一个完整的智能化测绘生态, 从提供产品升级到提供整体解决方案, 用更智能的产品和更优质的方案, 为客户提供一个全流程、多领域的高效星级服务体验。立足测绘, 跨出测绘, 基于地信, 超越地信, 源于数据, 不止数据, 持续为广大用户朋友创造时空信息应用服务的更大价值。

南方测绘多类软硬件产品与整体方案通过各类测评, 获官方认证

2024年, 南方测绘多款软硬件产品与整体解决方案通过各类官方测评。其中, 南方测绘新一代的旗舰RTK创享V2获中国测绘学会2024年测绘地理信息自主创新产品认定, 是唯一被认定上榜的硬件类产品。

多款实景三维软件通过中国地理信息产业协会测评, 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。

此外, 凭借扎实丰厚的软硬件储备, 南方测绘面向野外试用, 重点针对危岩崩塌、流域性泥石流、风险区及滑坡面状监测、公路边坡监测等需求场景所提供的整体方案顺利通过专家组审查, 综合成绩优秀, 成功入选2024年度地质灾害监测预警设备野外试用参试单位。

覆盖60000+人, 南方测绘深度参与多项行业领域“南方测绘杯”国赛

2024年大学生测绘学科创新创业智能大赛, 2024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、2024一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛之首届道桥数字化测绘技能赛项决赛、第二届高速铁路精密测量技术赛项决赛等多项行业领域“国赛”在全国多地召开。

从初赛、选拔赛到总决赛, 各大赛事累计覆盖选手逾万, 南方测绘组织专业技术团队深度参与, 提供装备与技术支持。过程中, 南方测绘装备各项指标符合要求, 性能稳定, 表现出色, 被列为赛事推荐产品, 助力选手们顺利完赛, 使用占比持续攀升。

虚拟仿真教学实践与元宇宙技术深度融合,引领智慧教育改革

2024年12月,数智赋能虚拟仿真实践教学研讨会暨全国测绘地理信息元宇宙智能测绘展演举行,这是南方测绘元宇宙智能测绘竞赛创新模式的首次呈现。据反馈,南方测绘此次元宇宙智能测绘竞赛模式受到了与会嘉宾、专家学者的认可,这为测绘虚拟仿真大赛提供了可借鉴的经验,也为虚拟仿真实践教学与元宇宙技术深度融合提供了新的范式。

南方测绘围绕VR、元宇宙技术,深耕八年,打造了适用于测绘地理信息教学的竞赛系统,通过“场景、设备、流程、成果”孪生,实现了将外业搬回家,让教室成为施工现场,利用真实世界平行的虚拟世界,打造情景

化、项目化、案例化的教学模式,实现咫尺之间测量山河。相应的虚拟仿真竞赛平台成为本科、中高职等在内多项教育领域国赛的竞赛平台。其中,全国大学生创新创业智能大赛是测绘学科在元宇宙和人工智能等新技术探索的一次有力实践,经过四届大赛的比拼,已经有超过1.5万选手在国赛舞台上展示风采,参与省赛和校赛的学生总数超过了7万人。

2024年,南方测绘还开展了元宇宙高校中国行活动,用一年时间走进百所高校,以智能测绘实训室共建作为合作模式,增强校企合作,在竞赛创新之余着力探索“测绘地理信息+人才培养”路径,已累计完成共建32站。

跨界融合,南方测绘亮相多行业展会

2024年,南方测绘逐一亮相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、中国地理信息产业大会、北斗规模应用国际峰会、中国国际北斗规模化应用展览会等测绘地理信息行业品牌大会,集中展示了集团最新技术装备以及时空信息应用多行业解决方案,收获地理信息产业百强企业、2024地理信息科技进步奖特等奖、优秀工程银奖等多项荣誉,吸引了众多行业领导、专家、同仁以及媒体朋友的关注。

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,赞赏了南方测绘在高端测绘装备国产化方面取得的成就,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。

此外,南方测绘也陆续参展了INTERGEO 2024、CHINTERGEO 2024、首届联合国地信周、全球地理信息开发者大会(WGDC2024)、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。得益于国产化替代优势、多品牌优势以及核心技术自研成果,遵循“国产化”“国际化”并驾齐驱的原则,集团强化渠道服务,走向世界各地、深入各行业细分领域,打造品牌在海内外及多行业的知名度,寻求新机。

构建智能化测绘生态 南方测绘与多方深入交流并达成可持续合作

2024年,南方测绘积极开拓赛道,领跑优势领域,通过更多元的合作方式,与多方达成或深化合作。水利部总工程师仲志余,国家卓越工程师奖获得者、风云卫星张志清总师,中国工程院院士、国家基础地理信息中心教授、莫干山地信实验室主任陈军,武汉大学卫星导航定位技术研究中心主任、教育部卫星导航定位重点实验室主任赵齐乐,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,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

绘制暨地籍局局长黄健谦等各领域的众多领导专家学者携团陆续到访南方测绘总部考察调研。

在交流中,增进来宾对南方测绘发展历程、产品技术、研发攻关、市场开拓等方面的了解。公司立足测绘,更跨出测绘,已成功与中国测绘科学研究院、莫干山地信实验室、清华珠三角研究院、武汉大学卫星导航定位技术研究中心、陕西省煤田地质集团有限公司、长光卫星技术股份有限公司、南京禄口国际机场空港科技有限公司等顺利达成进一步合作。

决堤抢险 灾害应急,南方测绘应急驰援

2024年7月,受持续强降雨和上游来水增加影响,洞庭湖水位不断攀升。5日,洞庭湖一线堤防紧急封堵失败,堤坝决堤。

南方测绘密切关注险情,协同中国安能一局应急救援事业部,启动应急预案,迅速就近调集长沙分公司的专业团队和装备,并携救援物资,第一时间奔赴灾区。灾区现场,南方测绘应急小组通过无人机、三维激光、雷达波测流仪等测绘装备,对决堤口情况、流速水位等进行数据采集,实时回传影像资料,为决策部门提供重要参考依据。

2024年9月6日,今年第11号台风“摩羯”以超强台风级别在海南文昌市登陆,位于台风正面袭击路径上的海南省澄迈县。南方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。

面对重大应急灾害险情,南方测绘始终与时间赛跑,积极响应需求,凭借自身完善的软硬件储备与应急实战经验,利用遍布全国的星级服务网络和技术团队,为抢险应急提供技术支持。

620年前绘制的航海地图

文/徐永清

2025年,是郑和船队下西洋(公元1405年)620周年。

郑和是一位了不起的世界级大航海家。从永乐三年(1405年)到宣德八年(1433年),郑和奉命率领有史以来最为庞大的船队,7次远航西洋,前后长达28年,历经37个国家。从中国东南的海港启航,经过南中国海,穿越马六甲海峡,进入浩瀚的印度洋,所历“大小凡三十余国,涉沧溟十万余里”。船队历次远航,参加的官员、水手、军卒、医官、买办等达两万七千多人,大小船只二百多艘,“云帆高张,昼夜星驰,涉彼狂澜,若履通衢”。



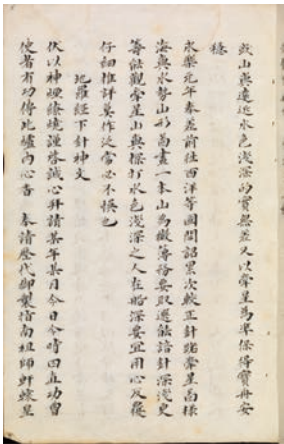
1992年福建长乐显应宫出土明代郑和塑像

郑和船队以明初强盛国力为后盾,七下西洋,打破东方国家相对分散、隔绝的状态,迈出了从陆上文明转向海洋文明的重要一步,由此整合形成的亚洲国际贸易网,延续繁盛了一个世纪。也可以说,郑和下西洋船队持续近30年的海上实践,为15世纪末开始的大航海时代奏响了序曲。

郑和船队下西洋,航路之遥远、之繁复,航海技术之先进、之成熟,在世界航海史上是划时代的。尽管由于历史条件的局限,地理大发现的历史使命与实践主体,并未由郑和船队来承担;但是,郑和下西洋船队在如此广大范围开辟的航路,在造船工业和航海技术方面做出的杰出贡献,写下了世界航海史的不朽篇章。

笔者特别想强调的是,今天我们要以世界眼光看待郑和船下西洋这一历史事件。在15世纪之前,人们的地理视野,还局限在“已知世界”。古代中国人知道有“天下”,而不知有“世界”;古代希腊罗马人有“世界”的观念,但他们的“世界”只是地中海世界,而不是全世界。居住在世界其他地方的人大体上也是这样。

正是在大航海时代,实现了地理大发现。欧洲的船队走出地中海,绕过好望角、来到非洲大陆;跨越大西洋,发现了美洲大陆;通过环球航行,进入太平洋、印度洋地区,发现了大洋洲,接近南极洲;从而对世界地理有了一个完整认识。而郑和下西洋船队,在大航海时代



《顺风相送》序言部分

的初期,开拓了人类历史上第一次有记录的大规模国家级洲际远航。

郑和船队下西洋,必须备航海地图。

历史资料记载表明,早在率领船队下西洋之前,郑和除了收集有大量旧存的海洋地理资料外,还对南海一带的海岸、海岛地形等作了普遍调查,并整理、编绘出一本东西洋航海地图册。

在福建泉州发现的手抄本《海底簿》记载:“永乐元年,奉旨差官郑和、李兴、杨敏等,出使异域,前往东西洋等处。一开谕后,下文索图,星槎、山峽、海屿与水势,图为一书。务要选取山形水势,日夜不致误也。”

福建集美航海学校收集的《宁波温州平阳石矿流水表》记载,“明永乐元年,奉旨差官郑和、李恺、杨敏等出使异域,……校正牵星图样,海岛、山屿水势图画一本,务要选取能识山形水势,日夜无歧误也。”

2015年,福建一位蔡先生从晋江一户行船人家中,收藏到一本世代流传的手抄本《针路簿》记载:“永乐元年,奉旨差官郑和李敏等出使异域川往东西二洋等处,开输系政,牵图星样,山屿海岛及水势图存一本,务要能选取山形水势,日夜不致有误也。”

原藏在英国牛津大学鲍德林图书馆的明代海道针经抄本《顺风相送》记载:“天朝南京直隶至太仓并夷邦巫里洋等处,更数针路、山形水势、澳峪浅深撰写于后,以此传好游者云尔。”“又以牵星为准,保得宝舟安稳。/永乐元年,奉差前往西洋等国诏。累次校正针路、牵星图样、

海屿、水势、山形,图画一本。”“宝舟”一词,专指郑和下西洋的船只,“牵星”指过洋牵星术,是《郑和航海图》中使用的术语。“永乐元年奉差往西洋等国开诏,累次校正针路,牵星图样,海屿水势山形图画”,清楚说明在永乐元年已有人奉诏根据已有的针路图,多次校正针路,图画牵星图、水势山形。这份海图的校正、绘制者,极可能就是郑和及其船队成员。

上述记载说明,在郑和船队下西洋的准备阶段永乐元年(1403年),朝廷下谕收集海图资料,郑和等人曾短期前往东西洋测量绘图,根据搜集和测绘资料,编绘了一本东西洋航海地图册,可惜这本地图已经散佚。

明代军事家、文学家茅元仪(1594~1640年)编纂的大型军事类书《武备志》,成书于天启元年(1621年),书中有一组名为《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番国》的地图,即著名的《郑和航海图》,图上署“自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图”,是对于郑和下西洋航路的图绘。据学者研究,这些航海图约绘于洪熙元年(1425年)至宣德五年(1430年)之间。

《郑和航海图》以南京为起点,沿中国大陆东海岸,最远到达东非的慢八撒(今肯尼亚蒙巴萨),图上所绘基本航线以南京为起点,沿江而下,出海后沿海岸南下,沿中南半岛、马来半岛海岸,穿越马六甲海峡,经锡兰山(今斯里兰卡)到达溜山国(今马尔代夫)。由此分为两条航线,一条横渡印度洋到非洲东岸;另一条从溜山国横渡阿拉伯到忽鲁谟斯。图中对山岳、岛屿、桥梁、寺院,城市等物标,是采用中国传统的山水画立体写景形式绘制的,形象直观,易于航行中辨认。对主要国家和州、县、卫、所、巡司等则用方框标出,以示其重要。



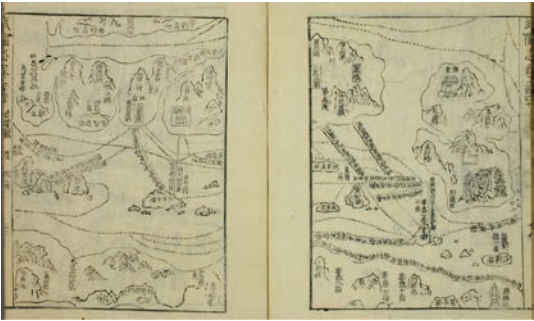
《武备志》刊《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番国》

《郑和航海图》共绘记530多个记名,包括了亚非海岸和30多个国家和地区,是15世纪中叶以前中国记载亚非两洲内容最丰富的地理图籍,也是世界上现存较早的航海图集。

崇祯元年(1628年)春,茅元仪向朝廷呈送《武备志》,明思宗朱由检(1611~1644年)阅后赞该书“该博”,却因朝廷内部派系纠纷,招致兵部尚书王在晋(?~1643年)的忌恨。是年夏天,茅元仪离京,待罪河北定兴县江村“缄口思过”。期间,茅元仪在江村埋头著述,其时所作《掌记》卷三的一则笔记,叙及郑和下西洋和航海图:“成祖声教远被,太监郑和出使海外,凡数万里,历涉诸国,或降或夷,或虏或覆,其道里之详,尝载之《武备志》矣。此外有《星槎胜览》,太仓成卒费信撰:《瀛涯胜览集》,张昇所撰其序曰:永乐中,有人随太监郑和出使西洋,循历诸国,随所至辄记其乡土风俗、冠服、物产。日久成卷,题曰《瀛涯胜览》。余得之,繙阅数过,喜其详赡,足以广异闻。第其文鄙朴不文,亦牵强难辨,读之数叶,觉厌而思睡。暇日乃为易之,词亦敷浅,贵易晓也。’此张昇不知即论内阁刘吉之翰林张昇否。三书大同小异,余尝欲冠其地图于首而总核三书,删繁补阙,作《大明西使志》,均未暇也。”

成祖聲教遠被太監鄭和出使海外幾數萬里
歷涉諸國或降或夷或虜或復其道里之詳余
嘗載之武備志矣此外有星槎勝覽太倉成卒
費信撰瀛涯勝覽集張昇所撰其序曰永樂中
有人隨太監鄭和出使西洋徧歷諸國隨所至
輒記其鄉土風俗冠服物產日久成卷題曰瀛
涯勝覽余得之繙閱數過喜其詳瞻足以廣異
聞第其文鄙朴不文亦牽強難辨讀之數葉覺
厭而思睡暇日乃爲易之詞亦敷淺貴易曉也
此張昇不知即論內閣劉吉之翰林張昇否三
書大同小異余嘗欲冠其地圖於首而總核三
書刪繁補闕作大明西使志未暇也

(明)茅元仪撰《掌记》卷三中有下西洋及航海图的记载。



《武备志》刊郑和航海图(域外部分)

茅元仪在这则笔记高度评价郑和下西洋“其道里之详,尝载之《武备志》矣。”,而且他“欲冠其地图于首而总核三书,删繁补阙,作《大明西使志》”。可惜的是,这部《大明西使志》,史上未见记载,大概是没有写成。但是从茅元仪这则笔记来看,结合茅元仪在《武备志》中为《郑和航海图》所作短序,更可以肯定《武备志》所载那套航海地图,无疑出自郑和下西洋船队的手笔。

《郑和航海图》原名是《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》,因其名冗长,后人简称为《郑和航海图》。学术界通常认为,此图作于郑和第六次下西洋之后,全体下洋官兵守备南京期间集体编制的舆图作品。

茅元仪所辑《武备志》(1621年刊刻)郑和航海图的前序云:“明起于东,故文皇帝航海之使不知其几十万里,天实启之,不可强业。当时,臣为内监郑和,亦不辱命焉,其图列道里国土,详而不诬,载以昭来世,志武功也。”茅元仪非常明确地说明这套地图就是郑和下西洋所使用的海图。

明朝南京兵部尚书范景文(1587~1644年)编撰的《南枢志》,成书于崇祯八年到十一年(1635~1638年)之间。

《南枢志》卷一百一十一序云:“是以溯洪、永中外国来朝诸事详纪之,至于西域一志、西洋一图,皆永乐中武功也,掌于我职方举朝贡礼仪而合志焉,爰志朝贡第十四共六卷。”这里提到的“西洋一图”,即指《郑和航海图》。



《南枢志》刊《航海图:自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》(第一幅)

《南枢志》卷一百十三《朝贡部》之《西洋海道考》序云:“南京城西北有宝船厂焉,创于永乐三年。其年三月,命太监郑和等行赏赐古里、满喇诸国。通计官较、旗军、勇士、士民、买办、书手共二万七千八百七十余员名;宝船共六十三号,大船长四十四丈四尺。丈所经国,曰占城曰爪哇曰旧港曰暹罗曰满刺伽曰阿枝曰古里曰黎伐曰南渤里曰锡兰曰裸形曰溜山曰忽鲁漠斯曰哑鲁曰苏门答刺曰那孤儿曰小葛兰曰天方曰阿丹。和等归建二寺,一曰静海,一曰宁海。视汉之张骞、常惠等凿空西域尤为险远矣。”“或曰宝船之役时,有谓建文帝入海上诸国者,此踪迹之不可测也。今列当日航海图于后,其西洋诸国志另有定编,不具载志。《西洋海道图》。”

这部官方编修的兵部志《南枢志》所言之“西洋一图”“当日航海图”“西洋海道图”,就是该志所载之《航海图:自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》,即郑和下西洋船队所用航海图。《郑和航海图》(《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》)不单为《武备志》所收录,《南枢志》所载海图,与《武备志》所载航

的海图,为同源的另一版本。《南枢志》航海图所画之山川、建筑、林木,均比《武备志》中的《航海图》精美,且字体饱满。

《郑和航海图》是一部专为指导航海用的地图,突出了与航行有关的要素,是写景式的海图,又属于针路图系统,专供航海之用,具有突出的中国航海图的特征,同时也是现存世界上最早的航海图集。该海图从方便使用出发,从起点开始至终点,图幅呈一字排列展开的连续拼接。《郑和航海图》采用“对景图”的画法,绘制山川的形象与有方位意义的地物,可把地图与实地一一对景,尽快判断出自己所处的位置。海图绘出平潮时的浅沙、礁石和港口、海岛等航海用的地物要素与居民地、山地等。

《郑和航海图》山水画式的绘法,最具中国特色,中国古代的江河航行地图,大多是这种山水画式的绘法。此海图是以行船者的主观视觉来绘制的,遇山画山,遇岛画岛,突出了海岸线、离岸岛屿、港口、江河口、浅滩、礁石以及陆地上的桥梁、寺庙、宝塔、旗杆等沿岸航行的标志。航海者观海看图,只要依“景”而行,就可以到达目的地。

《郑和航海图》制图范围广阔,全面反映了郑和下



《郑和航海图》中南海诸岛部分

西洋所经区域的地理概貌,制图范围包括南海、印度洋水域,直至非洲东海岸。所绘地域非常广阔,航线众多、漫长,图上绘制了航线两侧所见的山川、岛屿、桥梁、寺院、城市,标示出这些地物的所属国家、及州、县、卫、所、巡司等。全图总共记录了530多个地方、30多个国家和地区,30多条航线。图中郑和下西洋船队所经之地,均有命名。图中的500多个地名中,有外国地名300多个。

《郑和航海图》所示的基本航线,以南京为起点,顺江而下,出长江口后陆海岸南下,沿中南半岛、马来半岛海岸,穿过马六甲海峡,经锡兰山(今斯里兰卡)到达榴山国(今印度洋的马尔代夫)。由此分作两条航线:一条横渡印度洋到非洲东岸,再北上沿阿拉伯半岛海岸至忽鲁漠斯(今霍尔木兹海峡北部);另一条航线从榴山国横渡阿拉伯海至忽鲁漠斯。图上航线以忽鲁漠斯为终点;而返程航线,则从忽鲁漠斯始,到江苏太仓入港。

《郑和航海图》南海部分,详细绘出航道经过的陆地、岛屿和礁滩。对南海诸岛的岛屿,是以中国画绘画山水的笔法来表示,并分别注写“石塘”“万生石塘屿”;对南海诸岛的礁滩,则以许多小圆圈和黑点来表示,注写“石星石塘”。

针路,中国古代用罗盘针所指示的航道。在罗盘指



明代罗盘图

引下,从甲地到乙地的某一航线上有不同地点的航行方向,将这些航向连结成线并绘于纸上,就是人们所说的针路,又称针经、针簿。《郑和航海图》分页海图中,绘有针路航线109条。

《郑和航海图》在记录印度洋海域航线时,使用“过洋牵星术”的等纬度航行法,在中国传统天文航海知识的基础上,将这一技术加以综合地运用,引入了其他不同方位的星体来解决船舶导航定位问题,记载利用北辰星定位的有38处,经去极度修正后,基本上与所到达的地点纬度相符。

《郑和航海图》中的牵星“指”数颇为准确,当是通过牵星板观测获得。牵星板,是测量星体距水平线高度的仪器。通过牵星板测量星体高度,可以找到船舶在海上的位置。牵星板共有大小十二块正方形木板,以一条绳贯穿在木板的中心,观察者一手持板,手臂向前伸直,另一手持住绳端置于眼前,眼看方板上下边缘,将下边缘与水平线取平,上边缘与被测的星体重合,然后根据所用之板属于几指,便得出星辰高度的指数。

《郑和航海图》有牵星记载的约80处。载4幅“过洋牵星图”,每图绘有一艘三桅三帆的海船,其四周标注舟师所使用的诸星象位置。这4幅“过洋牵星图”,是古里往忽鲁漠斯过洋牵星图、锡兰山回苏门答腊过洋牵星图、龙涎屿往锡兰山过洋牵星图、忽鲁漠斯回古里过洋牵星图。

中国明清时期,航海指南中的短时段计程、铅锤测深和印度洋海域的过洋牵星3种方法,分别来自古代印度、地中海和阿拉伯地区。其中,短时段计程法和印度洋海域的过洋牵星术,很可能是由郑和船队直接引进。

通过《郑和航海图》,人们可以看到,明初郑和船队七下西洋的大规模航海活动,不但勘定了通往西太平洋和印度洋的各条航路数据,还促进了航海技术及其计量单位的传播与普及,大幅度提高了中国定量航海技术的准确度和安全性能,也形成了此后几个世纪里中国实用航海指南和航行技术的基本形态。

品牌焕色 全新而至

国产替代 自主可控 南方品牌 焕色升级



SOUTH

锋芒S2

南方激光RTK



支持DBD



激光测量



实景放样



实景测量



北斗算法



北斗精度



超级惯导



液晶显示



扫码获取
产品电子彩页

—— 光速定位 精准无界 ——

SOUTH

智测元穹 元宇宙数智测图系统

元宇宙智能测绘 创新行业教与学

行业专家评审为达到国际先进水平

多人多场景，多设备多流程

虚实云协同，内外业一体化

情景化、项目化、案例化教学

覆盖中高本院校，辐射数万名学子



*详情请咨询当地分公司
联系方式请见本期封底

—全新旗舰 纵横江海—
探索水文测验、水下地形测绘新境界

SU30

智能无人测量船

全新感知系统
智能自检、辅助测量

全新船体设计
导流抗扰、减重抗撞、保障加倍

全新数据链路
信号增强、传输稳定



智能避障



扩容月池



防沉防撞



扫码获取
产品电子彩页

南方测绘新一代智能无人船
硬件革新，智控随心，邀您体验非凡

DBD 纯国产



DBD基准站网解决方案

北斗基准站

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

南方精准位置服务平台



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



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。

详情请咨询当地分公司
联系方式请见本期封底

位禾多木戈 MR3

专业型一体化监测系统



前端解算



无线组网



高度集成



超长续航



扫码获取
产品电子彩页

—— 专业监测 稳定可靠 ——

SmartDBase

数字孪生底座平台

SmartDBase数字孪生底座平台是基于SmartGIS二三维GIS引擎打造的集成性应用平台,集成空间构建、实时感知、数据融合治理、可视化表达、时空计算和场景推演六大能力,助力实现物理世界全流程、全要素、全周期的数字化与智能化管理,支持多行业数字化转型与效率提升。

一个集成性可视化应用平台

空间构建 | 实时感知 | 数据融合
可视化表达 | 时空计算 | 场景推演

一个同生共长的数字孪生体

物理世界 ↔ 虚实映射 | 实时驱动 | 动态迭代 | 数字世界
真实还原 | 交互控制 | 模拟推演

一个全场景贯通的智慧底座



智慧水务



智慧机场



智慧园区



智慧能源



智慧交通



智慧管网



SOUTH

SOUTH

NT05

超声波马达全站仪

— 品牌焕色 全新而至 —



超声波（压电陶瓷）电机



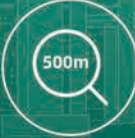
0.5''测角精度



ATR 3000m自动照准



测距（棱镜）精度
 $\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$



PS 500m超级搜索



影像传感器



智享测量系统



SMOS自动化监测程序

国内首台打破垄断



扫码获取
产品电子彩页

觅境

ME 测量系统

探未知 觅真实

拒绝信号妥协 ※ 打破测量边界



RTK



激光SLAM



组合导航



机器视觉

- 创新型“组合解”技术，无卫星信号也能厘米级定位
- 非接触式“隔空测量”，秒级批量获取目标
- 三维可视化显示，智能引导精确放样
- 多路独立供电系统，热插拔无感切换
- 点云实时预览，真彩实景复刻
- 免回环设计，自由规划作业路线
- RTK+SLAM双擎纠偏，有效抑制误差累积



扫码获取
产品电子彩页