

SOUTH

精密测量 国产赋能



NT10

南方国产智能化高精度测量机器人

0.5"/1"超高精度

2000m自动照准

500m超级搜索

测距精度± (1mm+1×10⁻⁶D)

南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

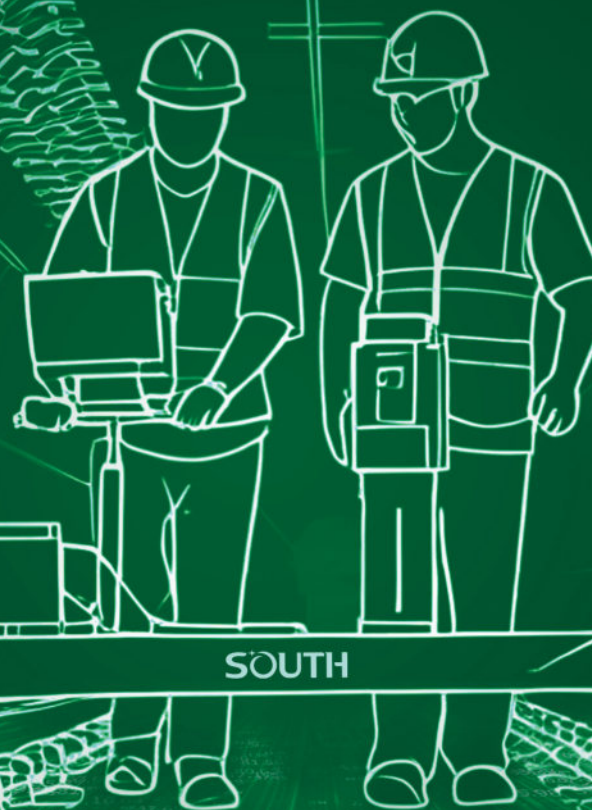
南方视角 经纬情怀

SOUTH

· 季刊总第127期 · 2025年10月出版

钢轨上的精密守护

以毫米级的精密刻度，守护每一程的平稳，让远方与归途，都安全满载。



南方测绘

SOUTH SURVEYING & MAPPING

2025年

总第127期

© 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	

视角：
建设全球覆盖“一张网”，
赋能行业北斗规模化应用 P60

一线：
演练精兵 实战保障
——南方应急测绘进阶之路 P63

南方测绘全系列产品 带您畅享激光雷达测量



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底

轨道交通,我们能做点啥?

文 / 缪小林

我们探讨一下测绘地理信息与轨道交通。

轨道交通肯定离不开测绘地理信息。前期的勘察、规划、设计,建设中的工程测量与精密检测,运营中的精密监测,甚至现在数字孪生与智能化技术加持的智慧轨道交通系统,都需要实时动态感知传感器和精密空间数据。

我们国家走过了高速铁路和城市轨道交通的快速建设期,积累了丰富的建设和运维经验,精密测量和监测技术也随着新建轨道里程数的增加而快速迭代。

我们看高速铁路。

高铁是我国一张亮眼的“名片”,世界瞩目。我们都看过这样的报道:在运行时速达到350公里的高铁上,倒立放在车厢小桌上的矿泉水只是有些微微晃动,一直都没倒下来,做到了瓶水不倒,滴水不溢。

高铁的“快”在于技术的先进,高铁的“稳”就在于其施工的精准!其功夫就下在“精密轨道”的文章上。要达到瓶水不倒,滴水不溢的境界,列车运行的轨道就要相当的平顺,平顺到何种程度呢?设计值与理论值相差不能超过0.3mm,相当于一根头发丝的厚度。如此高的精度,靠的是测绘工作的保障:控制网布设、轨道板粗铺定位、横纵向模板安装、轨道板精调、轨道精调,各项测量工作环环相扣,一步都不能马虎。

轨道板精调是实现无缝对接技术的关键,采用高精度全站仪,依次测量放置在轨道板上的棱镜,获取坐标数据后通过软件分析轨道板的平整度,软件能实时反映轨道板的位移差,操作人员依据数据,对轨道板进行精细调整。这套能指导轨道板精调的设备叫做轨道板精调系统。轨道精调,采用的是轨道测量仪,该设备能实时反

映轨道高差、轨距、实际值与设计值差别等数据,指导操作人员调整。

同时,高速铁路建设初期桥墩和路基沉降观测以及建成后的变形监测必不可少,利用全站仪、GNSS监测系统、倾斜监测传感器、自动水准测量以及静力水准仪等一系列软硬件和技术实现对工程建筑的全面监控。要想跑得稳,地基要打深。列车从轨道上来回频繁地飞驰掠过,必给两条钢轨以及承载钢轨的地基很大的压力。因此地基采用钢筋混凝土浇灌,深度直达地面以下60~70m,高铁实际运行时还要通过变形监测技术的监控,其沉降率在亚毫米级之内。

还有高铁及地铁通行的隧道形变监测,这也是极其重要的运营保障,精度要求虽然没有高铁轨道那么精密,但可靠性要求也是极高,目前的监测技术完全可以稳定实现。

由此可见,精密测量与监测技术在轨道交通中何其重要!可以说,没有精密测量就没有高速铁路,没有精密监测就没有安全运行。可喜的是,这些技术都全部实现了完全自主化,甚至领先了全球。

南方测绘是业内最早参与轨道交通全流程精密测量技术装备研制与规模化推广的装备厂商与集成商,我国最早一批的高速铁路干线与城际线,近90%都采用了南方的精密测量技术装备。发展到今天,城市地铁都开始建设高速轨道了,技术的发展趋向融合化,精密光电、SAR遥测、激光雷达、惯导传感等协同应用,推动轨道交通更高效,运行更安全,而这一切都离不开持续创新的精密测量与监测技术。■



P14 | Topic

主题策划

钢轨上的精密守护

- 14 / 缘起武广线, 精测轨道毫厘准
——专访武汉大学潘正风教授
- 18 / 测绘筑基创新拓未来: “南方铁军”新征途下的转向探索
- 23 / 轨道交通智能检测海内外市场: 激烈竞争下中国方案“性价比”突围
- 26 / 与时俱进, 赋能轨道交通检测
- 29 / 把脉地下交通主动脉: 地铁隧道检测的安全守护
- 32 / 轨道精调保障安全, 国产仪器彰毫厘
——深圳地铁8号线(三期)精调项目见闻
- 36 / 走进崇左
——81.52公里的高铁精调
- 42 / 轨道一线正能量

Preface 卷首语

1 / 轨道交通, 我们能做点啥?

Points 编者的话

4 / INTERGEO2025见证中国地理信息产业的全球化突围

South 观察

5 / 观察

Subject 智能化测绘专题

- 47 / 陈军院士: 智能化测绘的发展探讨
- 50 / 从2D到3D的城市规划和管理
- 52 / 李清泉院士: 动态精密测量技术及工程应用
- 55 / 人工智能新技术赋能时空智能
- 56 / AI发展与自动驾驶地图应用趋势
- 58 / 智能化测绘技术发展展望

Vision 视角

60 / 建设全球覆盖“一张网”, 赋能行业北斗规模化应用

Witness 一线

63 / 演练精兵 实战保障——南方应急测绘进阶之路

Record 记录

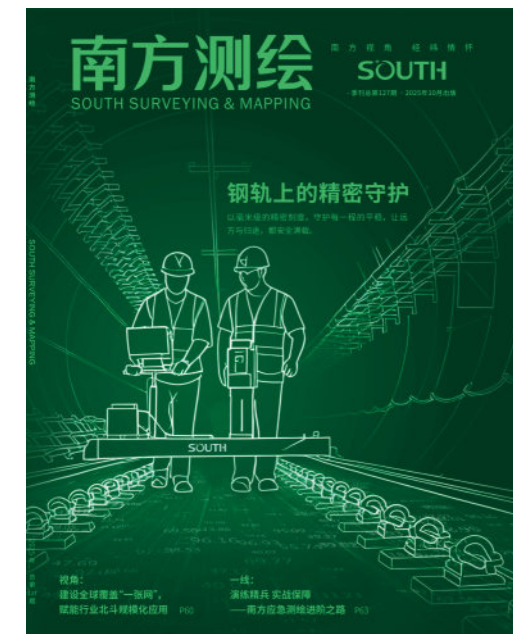
67 / 拿下30余项“中国第一”!
这家天河企业如何练成测绘装备的“中国名片”?

Viewpoints 观点

69 / 测绘地理信息安全可信产品的探索实践及思考

Read 阅读

71 / 初心依旧 步履不停



INTERGEO2025 见证中国地理信息产业的全球化突围

文 / 李宁 (南方研究院研发总监)

INTERGEO始于1995年,是全球地理信息领域规模最大的行业展会,涵盖测绘、遥感、导航和智慧城市等全产业链,被视为行业技术趋势的风向标,每年在德国不同的城市举办一届,INTERGEO2025于10月7日-9日在德国法兰克福举办。

这场全球地理信息领域的顶级盛会,不仅是中国企业技术实力的集中展示,更折射出中国地理信息产从追赶到引领的深层变革。在本届展会上,以南方测绘、华测导航和司南导航等为代表的中国企业不再满足于展示成熟产品,而是以定义下一代技术的姿态,用多项全球首发刷新行业认知。

南方测绘在本届展会上向全世界首发了觅境ME这一全新的多源融合高精度测量系统,这一全新的创新型产品形态打破了传统测量型产品的边界,融合了高精度RTK、激光SLAM、机器视觉和组合导航四大新型技术,实现了在没有卫星导航信号场景下的厘米级测量。南方测绘觅境ME这一创新型产品在本届展会上的全球首发吸引了非常多的合作伙伴和友商前来交流学习,现场合作伙伴喊出“me Want ME”,彰显中国技术的国际认可。此前该领域长期被美国Trimble、瑞士Leica等海外公司主导,南方测绘觅境ME这一产品的发布不仅解决了复杂环境下高精度测量的难题,更让中国在高精度测量领域与欧美企业“并跑”甚至“领跑”。

INTERGEO的技术盛宴背后,也面临着如何让测绘行业高端技术惠及全球这一新的命题。尽管中国企业推动设备成本下降,但全球80%发展中国家仍因地形复杂、资金匮乏难以普及技术。未来需通过轻量化设备(如手持式激光雷达)、云端协作平台等路径实现技术普惠。

INTERGEO2025的落幕不是终点,而是起点,当测绘技术被赋予空间智能的能力,我们看到的不仅仅是硬件的升级,软件的迭代,更是一场关于空间认知的革命。对于中国测绘行业而言,这既是机遇也是挑战,机遇是中国企业有望在全球市场占据更大份额,挑战是需要要在技术普惠、数据安全方面承担更多的责任。

从法兰克福到全球市场,中国地理信息产业正以“空间智能”重构全球话语权。这场始于法兰克福的技术革命,或将改写未来十年的行业版图。

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

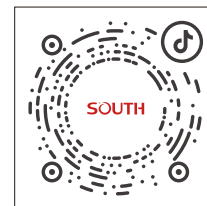
南方测绘官方网站:

<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

聚焦 >>

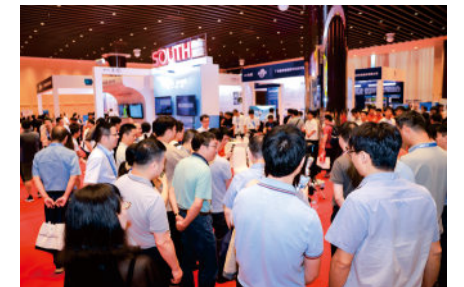
第四届智能化测绘发展研讨会成功举办 南方测绘携集团智能化测绘成果亮相



近期,第四届智能化测绘发展研讨会在广州成功举办,大会以“数智领航 协同创新”为主题,吸引500余名政产学研代表参会。

开幕式上,中国工程院院士陈军致欢迎辞,自然资源部国土测绘司副司长廖安平等多位领导及南方测绘集团董事长马超致辞,肯定了研讨会推动智能化测绘发展的重要意义。作为承办单位代表,马超发言时表示,南方测绘深感荣幸,更觉责任重大,愿助力大会为推动中国智能化测绘事业迈上新台阶注入强劲动力。

大会设置主论坛以及六大专题论坛,涵盖智能化协同感知、装备、时空大模型等领域。南方测绘联合相关单位牵头发起“智能化测绘装备”专题,由集团项目应用事业部总经理邓万军主持,南方研究院研发总监李宁作报告,分享移动测量、北斗应用等前沿技术;集团副总裁、教育事业部总经理郭宝宇,南方智能相关负责人还分别在“测绘类专业数智



化重构”“国土数据空间智能化构建”专题论坛中作分享汇报,展示了实践成果。

同期举办的技术装备展览上,南方测绘展示了智慧施工3D挖机引导方案、具身智能测绘机器人等最新成果。其中,与深圳大学联合研发的3D挖机引导系统,因解决施工精准定位需求备受关注。

作为行业领军企业,南方测绘将深化产学研合作,携手产业链伙伴构建智能化测绘生态圈,助力产业向新质生产力迈进。

南方测绘亮相第48届国际测量师联合会 (FIG) 大会

近日,由国际测量师联合会(International Federation of Surveyors, 法文缩写FIG)主办的2025年FIG工作周暨第48届FIG大会在澳大利亚布里斯班拉开帷幕。来自世界各地的1000多位测绘地理信息专业人士和相关代表齐聚一堂,共同探讨行业前沿技术与发展趋势。

本次会议展览,南方测绘携全系列测量装备及解决方案参会,NS系列机器人全站仪、激光双摄系列RTK、SLAMRTK觅境与DotLasPlus、手持激光扫描仪RobotSLAM、测绘教育虚拟仿真平台VR-Geo、无人机载雷达SG130等产品全面亮相,系列装备和解决方案得到来自世界各地参会代表的广泛关注,纷纷前来咨询和体验。

会议期间,中国测绘科学研究院院长、国际测量师联合会(FIG)副主席燕琴专程到访南方测绘展台,燕琴高度认可南方

测绘二十多年推动中国测绘走出去的作为和成果,鼓励南方测绘以FIG活动为契机,加大力度参与国际交流、扩大国际化视野,让中国测绘高端制造在更多区域开花结果。未来,南方测绘将加强重点区域服务,进一步提升在发达国家市场的竞争力,引领中国测绘装备向更高端市场迈进。



南方测绘集团2025年中工作会议暨广东地区员工运动会举行

7月,南方测绘集团2025年中工作会议暨广东地区员工运动会在华南师范大学大学城校区隆重召开。南方测绘集团总部全体员工参加了会议。

会议对集团上半年经营情况的全面复盘与评估,不仅为公司在复杂多变的市场环境中持续校准航向、稳健前行筑牢了根基,更通过强化跨部门协同凝聚了团队战力,清晰擘画了

下一阶段工作蓝图。

同日下午,集团第23届广东地区员工运动会举行。集团总部各职能部门、旗下各事业部、南方智能及广州分公司的员工代表们齐聚赛场、同场比拼,不仅展现了昂扬向上的精神风貌,更营造出活力迸发、奋勇争先的浓厚氛围。相信南方人将把赛场上争先信念与协作合力一以贯之,向年终目标进发。

南方测绘集团2026校园招聘正式启动!

山河轮廓始于测绘,时空脉搏等你探析。9月,南方测绘集团2026校园招聘正式启动。本次校招面向2026届应届毕业生(本、硕、博)开放多类职位,覆盖研发、市场业务、产品技术以及管理培训等方向,包含管理培训生、组合导航算法工程师、水声算法工程师、飞控算法工程师、定位算法工程师、激光/slam算法工程师等20个大类职位。

各大高校宣讲会或招聘会已于9月开启。武汉大学、中国地质大学宣讲顺利完成,现场气氛热烈。后续宣讲日程将持续至11月,可搜索集团官网或“南方测绘招聘”服务号,进入校园招聘模块了解详情。

我们期待觅见独特的你以热爱为笔,共绘不凡之路。

大赛 >>

2025年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛圆满完赛

近日,2025年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛在内蒙古科技大学举行,由中国测绘学会教育工作委员会主办、南方测绘集团协办,延续“选手线上参赛,评委线下评审”模式。作为纳入《2023年全国普通高校大学生竞赛分析报告》的顶级赛事,今年的大赛吸引了全国近400所高校7000余名学生参赛,规模与影响力再创新高。

本次赛事,南方测绘组建了专门技术团队全程保驾护航。面向参赛选手,大赛提供历时8年打造的智测元穹元宇宙数智测绘系统,协助近6000名决赛选手进行赛前训练;数字测图、无人机航测等仿真赛项也依托该系统进行。面向评委裁判,大赛采用了南方测绘与东北大学联合开发的展示平台,实现了竞赛指标的集中可视化管理。大赛在促进校际交流、深化校企合作、助力学生就业等方面成效显著。

本次大赛在促进校际交流、校企合作及培养“数据采集+智能处理”复合型人才方面发挥了重要作用。南方测绘将持续以产教融合深入合作模式推动高校教学与科研服务,共育面向未来的测绘人才。



2025年世界职业院校技能大赛总决赛争夺赛地质勘察与地理测绘赛道(高职组)完赛

近日,由教育部、国家发展改革委、科技部等30余家部委和单位联合主办,江西省教育厅承办,赣州市人民政府、江西应用技术职业学院协办的2025年世界职业院校技能大赛总决赛争夺赛地质勘察与地理测绘赛道(高职组)(以下简称“高职国赛”)在江西应用技术职业学院黄金校区举办。

今年高职国赛赛项内容全部来源于企业真实项目,覆盖勘察、测绘等多个环节,紧密对接国家战略与产业升级需求,不仅考验选手理论知识储备,更注重复杂环境下的实操能力、团队协作默契及应用创新能力。赛事共有来自全国的105支参赛队伍同台竞技,竞争激烈。

比赛现场,超过80%的参赛队选用了南方测绘提供的测量装备和软件,如NT10E高精度智能测量机器人、觅境ME测量系统、创享V2实景双摄RTK、RobotSLAM手持激光扫描仪、SA130无人机载三维激光测量系统、SU20智能无人船、

SouthMap数据成图软件等,参赛选手们熟练且高效地完成了多项任务。经过两天的激烈比拼,大赛结果已经揭晓。获奖的代表队尤其是金奖代表队,大部分使用了南方测绘竞赛装备。

在大赛金奖代表队中,广西理工职业技术学院的四位参赛选手均来自该校南方测绘产业学院,这正是产教融合、校企合作、协同育人结出的硕果。




69名老师教学风采大比拼，2025年全国高等学校测绘学科青年教师讲课竞赛决赛举行

近日，2025年全国高等学校测绘学科教学创新与育能力大赛——青年教师讲课竞赛决赛在内蒙古农业大学举行，南方测绘参与协办赛事。

今年讲课竞赛课程为测绘类专业核心课，大赛同样分预赛和决赛。预赛依然采取了线上评审的形式，共有来自81所开设测绘类专业本科高校的232位选手参加，已于此前的6月17日顺利完成。此次决赛，从预赛中脱颖而出的20位高级组、49位中级组共69名青年教师，在来自全国50所高校56位具有丰富教学经验的评委老师们的共同见证下，在内蒙古农业大

学的赛场开展特等奖、一等奖与二等奖的角逐。本次竞赛的参赛教师人数、参与高校数、评委数创历届最高。

从首届赛事的举办至今，已有35年。经过30多年的磨砺，赛事愈发成熟，品牌效应逐步显现，吸引力不断增强。一批批测绘青年教师从教学竞赛中脱颖而出，成长为教学的“行家里手”。“全国高等学校测绘学科教学创新与育能力大赛”已于2022年被纳入全国普通高校教师教学发展指数“教学竞赛”特别维度，成为我国测绘学科最高级别赛事之一。 




合作 >>

中国自然资源报社王永梅社长一行莅临南方测绘调研考察

近日，中国自然资源报社社长王永梅一行莅临南方测绘地理信息产业园调研考察，南方测绘集团董事长马超、常务副总裁缪小林等接待。

王永梅一行在缪小林陪同下参观南方测绘体验中心，详细了解企业发展历程、产品业务、企业文化等，重点关注南方高端装备国产化、智能化及产业化应用进展，对公司三十多年发展成果予以肯定。


座谈会上，马超对王永梅一行表示欢迎，感谢报社长期支持，称中国自然资源报社是行业宣传主阵地，希望未来获得更多指导。王永梅表示，民营企业是中国式现代化生力军，南方测绘三十多年稳扎稳打的发展规模令人赞叹，体现了自然资源领域民企力量。双方均表示愿加强交流，探索更多宣传契合点与创新合作模式。 

中国测绘学会地下管线专业委员会专家团一行莅临南方测绘交流座谈

近日，中国测绘学会地下管线专业委员会专家团一行20余人到访南方测绘总部。专家团涵盖城市规划、测绘、高校等多领域。专家团参观南方测绘体验中心，听取集团发展、产品及业务汇报，重点了解高端装备国产化等进展，对集团发展成果予以肯定，尤其关注自研机载激光雷达、地下管线探测仪等设备及解决方案。

随后，双方就城市地下管线现状分析、综合管廊建设、发


展趋势等方面进行交流探讨。中国煤炭地质总局原副局长、中国测绘学会地下管线专业委员会主任委员徐小连肯定南方测绘实力，希望通过本次交流，携手探索城市地下生命线建设新路，加强合作促进行业提升。

凭借全链条新型测绘装备、自研软件以及智慧运管平台，南方测绘未来将持续升级解决方案，用测绘科技的力量，以及数字化、智能化的手段，守护城市生命线。 

武汉大学-南方测绘数智测绘研究中心正式揭牌成立

近日，武汉大学-南方测绘数智测绘研究中心揭牌仪式在南方测绘地理信息产业园进行。此次合作将整合武大的学科优势与南方测绘的研发实践能力，构建“人才培养-技术赋能-产业升级”闭环生态，打造数智测绘产学研合作标杆。南方测绘集团创始人、董事长马超与武汉大学科发院产学研合作处处长邹进贵均表示，双方强强联合，将在技术共研、教育共育、生态共建等方面发力，提供从算法到场景落地的全链条解决方案。武汉大学测绘学院潘正风教授分享了数字测图发展历程，以“传承测绘精神，共筑数智未来”寄语后辈，并捐赠核心代码给研究中心。座谈期间，南方测绘集团副总裁郭宝宇还演示了元宇宙、测量机器人数智测图操作。

本次合作是技术与市场的结合，更是传承与创新的交响。


愿双方以此次揭牌为起点，携手攻克关键技术难题，研发出更好的数智测绘系统，为测绘地理信息事业发展贡献中心的智慧与力量。 



南方测绘与航科院中宇公司签署战略合作协议

近日，航科院中宇(北京)新技术发展有限公司与南方测绘集团战略合作协议签约仪式在北京举行。签约前，双方围绕机场信息化管理、低空信息采集等方向深入交流。航科院中宇公司作为民航局重要技术支撑单位，依托航科院资源，在民航新技术研发等方面成果显著，希望通过此次合作，寻找双方契合点，释放应用新活力。

南方测绘在智慧机场、低空航测等领域有成熟方案与实践经验。愿通过资源共享、人才交流等方式，与航科院中宇公司在多方面建立深度合作，延伸时空信息在航空领域的应用。


此次签约后，双方将尽快整合资源，构建服务网络，聚焦机场信息化管理等领域提供综合解决方案，推动测绘地理信息技术在航空领域深化应用，助力民航事业发展。 

南方测绘与北方雷科(安徽)科技有限公司签订战略合作协议

近日，北方雷科(安徽)科技有限公司与南方测绘战略合作协议签约仪式在南方测绘集团总部举行。

北方雷科董事长李传军一行参观了南方测绘体验中心，了解其发展历程、技术及行业应用成果，双方就全站仪等产品在城市生命线等场景的应用展开探讨。签约仪式上，双方深入交流合作细节。集团创始人、董事长马超期待此次签约成为双

方合作深化里程碑，让项目合作“落地”“结果”。李传军肯定南方测绘成果，希望携手打造标杆项目，建立完善体系，推出爆款产品。

未来双方将整合资源落实项目，在道桥隧建设等领域开拓共赢新图景。 

南方测绘与合汇科技共筑智慧水务解决方案

近日, 湖南合汇科技有限公司与南方测绘集团战略合作协议签约仪式在广州举行。合汇科技董事长朱小波一行参观南方测绘体验中心, 盛赞南方测绘深耕行业的坚守。座谈会上介绍了南方测绘在多领域的应用突破, 尤其推出了面向水务领域的智慧解决方案, 希望通过双方合作实现资源共享, 助力行业发展。朱小波分享了供水企业漏损控制与智慧水务建设经验, 期待借助南方技术积淀, 携手打造行业标杆。南方测绘产品经理还展示了适用于水务行业的先进测量装备。

以此次合作为契机, 双方将秉承“资源共享、互利共赢”原则, 推进水务行业数字化转型。



南方测绘与博铭维技术共筑城市生命线智慧解决方案

近日, 南方测绘集团测绘产品事业部总经理杨艺率队赴深圳市博铭维技术股份有限公司参观交流, 深入了解城市地下管网智能检测领域的技术成果, 并进行战略签约仪式。

会上, 杨艺介绍了南方测绘集团业务布局, 依托覆盖全国的市场网络及高精度测量装备、北斗导航定位、三维激光扫描等核心技术, 已形成从数据采集、处理到应用的全链条解决方案, 这些优势将为双方的“城市生命线”运维合作提供强有力支撑。

博铭维技术董事长代毅表示, 南方测绘集团在教育市场的耕耘成果显著, 构建了完善的教学体系与培训模式, 其经验值得学习。未来, 希望借助双方合作, 将地下管网的前沿技术与实践经验融入教育内容, 为行业培育更多专业人才。

此次战略合作签约, 是南方测绘集团与博铭维技术优势互补、资源共享的新起点。

未来, 双方将秉持合作共赢的理念, 在多方面发力, 共同助力“城市生命线”安全运维。

成果 >>

南方测绘自研无人机全部通过工信部DBD认证

近期, 南方测绘自研无人机全部通过工业和信息化部DBD认证, 标志着南方测绘全系列无人机产品完全适配北斗定位技术, 符合国家“自主可控”的战略方向, 尤其在国防、测绘、水利、应急、公共安全等领域具有重大意义。

无人机的定位依赖于惯性导航系统、北斗导航定位系统、视觉定位及光流定位技术等, 在飞行过程中的空间位置提供主要以北斗导航为主, IMU及各种传感器辅助, 及时修正飞机姿态, 保证飞机安全飞行。

南方测绘系列无人机是由工业和信息化部电子第五研究所(中国赛宝实验室)主导的权威认证机构验证, 主要测试内

容包括: 终端设备是否完全仅依赖北斗卫星导航系统实现定位、导航和授时功能, 确保产品质量、信息安全及技术自主可控。

经检测, 南方测绘系列无人机具备实时差分和后差分的功能, 在DBD工况下可提供高精度的位置信息(POS), 完全满足常规航测成图的精度需求。

随着北斗导航系统的全球组网完成, 国产芯片、操作系统研发实力日益提升。南方测绘也在不断突破技术瓶颈, 提升自主创新能力满足各行业北斗高精度位置服务需求, 推动北斗规模化应用高质量发展。

南方SmartDBase数字孪生平台全面接入DeepSeek

立于创新重构生产力的世界, 南方测绘快速融合行业技术发展浪潮, 深度思考、探索、构建一个全新的数智未来。目前, 南方测绘自研SmartDBase数字孪生底座平台已全面接入DeepSeek, 基于开源框架研发的RAG(检索增强生成)平台提升了底层大模型效能, 实现了时空信息生产、治理、应用全链条服务能力跃迁。

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, 赋能多行业数字化转型, 以创新之力, 推动数字产业发展再加速。该平台也已在智慧城市、智慧水务、智慧交通和智慧能源等领域发挥积极效能, 沉淀出一批可借鉴、可复用的行业实践经验。随着DeepSeek大模型的内置, AI与数字孪生的创新融合, 必将以风起云涌之势, 驱动南方测绘在多行业领域数字化转型的道路走得更快。

沈工-南方测绘北斗时空信息产业学院数字化师资培养项目启动

近日, 沈工-南方测绘北斗时空信息产业学院数字化师资培养开班仪式成功举办。此次师资培训聚焦于数字化的提升, 培训面向元宇宙智能测绘、实景三维、遥感应用等方向的水平提升及创新能力, 为产业学院教学打下坚实基础。

此次培养是衡量教学水平的重要标准, 要以数字技术创新应用引领发展, 助力教师开辟新赛道, 让学生在真实企业环境中成长, 能有效推动学校数字化转型。希望通过此次培训深化产教融合, 为行业培养更多人才。结合多年的实践经验, 南方测绘规划了为期5周的系统培训, 授课讲师均来自业务一线, 教学坚持知识与实践结合, 采用全模块体系化教学, 确保教师全面掌握数字化知识与技能。

此次项目启动将为低空经济等产业提供技术与人才支

撑, 也为南方测绘深化产教融合积累经验, 未来双方将携手培养更多适应时代需求的高素质人才。



南方测绘低空产业方案与成果获央广网关注报道

近日, 央广网《高质量发展看中国》关注报道了广州低空经济产业发展情况, 走进了广州天河区的南方测绘, 聚焦南方测绘低空产业方案与成果。

在今年年初, 广州把低空经济与航空航天列入“12218”现代化产业体系战略性先导产业, 向着“天空之城”加速进发。作为广州低空经济的核心集聚区, 天河区将发展低空经济纳入本区战略性新兴产业, 围绕研发制造、增资扩产、人才引进等方面给予政策扶持, 为加快构建“12126”现代化产业体系注

入“低空经济”新动能。

作为一家致力将专业级无人机应用到专业测绘和巡检领域的企业, 南方测绘集团副总裁向高照在受访时表示, 天河有很多的这种科研机构, 为我们提供了很多的智力支持和人才储备。(天河)不仅是我们的总部基地, 也是我们的创业福地、资源宝地、战略阵地, 我们将继续扎根天河, 从这里把我们的低空产业跟天河整个低空经济布局同频共振, 希望我们能够进一步走向全国, 走向世界。

钢轨上的精密守护

以毫米级的精密刻度, 守护每一程的平稳
让远方与归途, 都安全满载



缘起武广线, 精测轨道毫厘准

——专访武汉大学潘正风教授

采访/本刊记者 姜丹、韦彩云 执笔/韦彩云

列车在祖国南岭山水间奔驰, 车厢内外流动着迥然不同的风景——旅客倚座笑谈, 窗外城镇田畴飞掠而过。这一幕, 让人想起2009年12月26日上午9点, 三列“和谐号”高速列车从武汉、长沙、广州三地同时鸣笛出发, 宣告着中国首条具有世界一流水平的长距离干线——武广铁路客运专线正式投入运营。这条纵贯湖北、湖南、广东三省, 全长1069公里的“黄金动脉”, 将武汉至广州的旅程从11小时缩短至3小时左右, 让“朝饮珠江水, 午食武昌鱼”成为日常。

十六年来, 武广高铁累计运送旅客已超过17.5亿人次。2025年春运期间, 它日均开行列车超过130对, 单日最高客流突破24万人次, 成为连接南北的重要运输通道。从攻克无砟轨道铺设技术难关, 到融入国家“八纵八横”高速铁路网, 武广高铁不仅有效连接了珠三角、长株潭和武汉三大城市群, 促进了区域经济一体化, 更以其成功实践, 为中国高铁技术从引进消化吸收到全面自主创新并达到世界领先水平, 奠定了坚实基础。

潘正风教授, 正是武广高铁建设中, 在轨道精密测量领域做出贡献的专家之一。如今, 85岁的他仍在

忙碌新项目, 临近中午的短暂间隙, 终于有机会采访他。高铁建设过程中的点滴故事他娓娓道来, 为我们打开了深入了解精密测量的窗口, 感受到中国高铁轨道测量技术如何一步步实现突破, 以毫米级的精度保障列车高速、平稳、安全运行的发展历程。

0.2毫米精度的挑战

搞了几十年工程测量的潘正风, 提起精密测量那些事, 眼里就闪起光来。这份热忱, 从青丝到白发, 丝毫未减。上世纪八十年代, 当国产高精度测量仪器尚属空白时, 他亲历过捉襟见肘的困境: 进口设备价高难求, 而普通仪器无法满足施工测量要求。面对技术封锁, 他选择了一条最艰难的路: 结合生产, 自己画图纸、装零件、编程序, 把实验室变成“车间”。

“我这个人喜欢捣鼓, 1990年前主要搞些硬件。”潘正风如是说。在1975-1983年, 他先后研制出几款测量设备。其中, 激光铅直仪用于高烟囱、电视塔施工。波带板激光准直系统用于大坝变形观测和大型汽轮发电机组安装, 填补了国内激光应用技术的一项空白。



武汉大学潘正风教授

1984年, 潘正风团队承担了北京正负电子对撞机工程的直线加速器精密安装测量任务: 要求在202米直线段上水平和垂直两个方向的准直精度为 ± 0.2 毫米, 这相当于两根头发丝的直径。彼时国内尚无成熟技术, 潘正风则凭借着多年的激光准直仪科研经验, 带领团队日夜奋战, 在这一国家重大技术装备的安装中, 研制出全套波带板激光准直系统, 用于直线加速器成套设备安装测量, 202米直线距离误差小于 ± 0.2 毫米, 相对精度为百万分之一, 使得电子对撞机一次对撞成功, 为我国开展高能物理研究和同步辐射光应用研究做出了重大贡献。

± 0.2 毫米精度成果, 不仅刻有他们精良的技术, 更刻有工程测量者“零容错”的精神。据了解, 管道即将

铺设完成时的一次精度测试, 现场发生了惊心一幕: 加速器管道铺设过半, 直径30厘米的塑料管接驳后精度测试却卡在1.5毫米。专家们在地下6米的加速器隧道内百思不得其解, 潘正风当机立断, 带着团队逐节拆卸管道复测, 每撤一节就测一下, 最终在一节管道内发现了一团残留的棉纱团。一拿掉棉纱团, 精度立马就达到预期。这场虚惊印证了工程测量的铁律: 精密工程测量工作中容不得一点瑕疵。

北京正负电子对撞机直线加速器精密安装测量, 在1987年获得了“国家重大技术装备国家嘉奖”和时任国务院总理李鹏签发的荣誉证书。在荣誉证书的一页写有李鹏总理寄语: “努力实现重大技术装备国产化。”

此后的岁月里, 潘正风团队为精密工程测量领域

研发了多个类型的装备,包括数字式遥测垂线坐标仪、引张线仪等。随着全球卫星导航定位系统、数字化测绘装备、地理信息系统等装备技术的应用推广,数字化测绘标准和地理信息数据生产流程逐渐形成。此外,在模拟测绘向数字化测绘发展时期,我国测绘装备国产化进程也大踏步前进:具有自主知识产权的电子(数字)经纬仪、测距仪、全站仪、GPS接收机、制图软件等系统国产化软硬件相继推出,为测量工作带来了越来越大的便利。数字化测绘浪潮向工程测量领域袭来,工程测量不再是传统的三件套(大平板、经纬仪、小笔尖)。当计算机的嗡鸣声响起,潘正风从1990年开始自学编程,用长征286台式机,一个代码一个代码地敲出武汉首套数字测图系统。

正如潘正风所说“工程测量领域有什么先进的技术及设备,我都会保持关注”。从硬件到软件,他始终坚持学用结合,实践,认识,再实践,再认识,做成系统、标准,再用到工程中去,不遗余力地解决生产问题。

武广线的实践与突破

进入21世纪,中国高铁迎来快速发展期。2004年《铁路中长期发展规划》的出台,标志着中国进入自主创新快车道。武广铁路客运专线(简称“武广铁路”/“武广高铁”)是我国第一条自主设计的时速350公里的标准高速铁路,多方面技术都存在着一一定的挑战。

2005年,武广铁路已经开始施工建设,原水准测量精度不足,需紧急升级至二等水准。但湖南至广东的路线大多是山区,若按传统的二等水准测量,将无法满足工期。由于工期紧迫,铁路设计院的专家得知潘正风正在做精密三角高程测量的课题,便问道:“潘老师,精密三角高程测量技术能不能去干?”当时这个方法尚未正式投入生产任务,潘正风盯着数据沉默片刻,回答也很

干脆:行,干吧。

就这样,潘正风连国庆都没休息,就赶去湖南至广东的山区进行踏勘。考虑到这个任务的工期和经费,他边踏勘边思考测量方法,怎样避免返工。“在已知距离的两个控制点架设全站仪,分别观测高、低位置的双棱镜,通过高低棱镜对称观测,使往返测大气折光误差符号相反,均值计算后自动抵消K值影响,根据这样的方案,每站复核高低棱镜高差互差,超限即重测,就可以避免部分返工。”潘正风介绍,国庆回来后,他们团队就开始在武广铁路上实践验证。采用该方法可达到二等水准测量精度,与几何水准测量相比,大大降低了作业条件限制,显著提高了作业效率。

潘正风针对武广高铁复杂地形提出的精密三角高程测量法,攻克了山区大气折光干扰难题,开创了国内外大范围、长距离精密三角高程测量代替二等水准测量的先例,在双棱镜同时对向观测、完全不量仪器高和觐标高等关键技术及工程应用上处于国际领先水平。该方法在2006年通过专家评审,2009年写入《高速铁路工程测量规范》。

回想起这段经历,潘正风说这是一次偶然降来的机遇,但是机遇从来不会给毫无准备的人。潘正风告诉记者,在这之前,他们已经做了多次试验。试验从学校到东湖的路上开始,后来又去了107国道,所有的试验结果都显示精度达到了要求,所以才有了最开始说出“行”的底气。

2006年潘正风从武汉大学测绘学院退休,从2006年到2009年以顾问身份参与武广高铁建设。从2011年到2014年,潘正风又参与了晋豫鲁中南通道铁路建设项目。可以说,潘正风退休后的大半时光,都在为铁路测量工作着。

为生产解决实际问题

“当施工单位在同类项目中碰到同样的问题,且无法找出原因时,这个案例就可以提供精准解法,避免再走弯路。”自从参与铁路测量以来,潘正风发表了多篇论文专著,包括《高速铁路平面控制测量的探讨》《武广铁路客运专线无砟轨道平顺性评估》《三角高程测量在高铁特大桥无砟轨道施工测量中的应用》和参与《武广铁路客运专线无砟轨道精密工程测量》(2012年出版)的编著等。

不止高铁,潘正风早期也参与了地铁测量工程。2002年在天津协助测量单位培养了一批专业人才,为天津地铁建设提供了测量技术和人才支撑。

潘正风曾说:“工程测量是工程建设的尖兵,是工程施工的眼睛,工程建设一开始,测量人就要先去打头阵,所谓‘工程建设,测绘先行’。要修铁路了,测量人员首先要到现场把地形图测绘出来,提供给设计人员进行线路设计,工程才能进入实质的施工阶段,所以叫尖兵,而‘眼睛’则是指施工过程中对高精度测量的保证,没有工程测量的‘火眼金睛’,就没有施工的精确。”

精密工程测量更是如此,潘正风希望更多人能够认识到精密工程测量的重要性,多参与工程实践。因为技术的提升和突破都需要在实践中实现,很多问题在一般的情况下并不会有机会发现,况且没有哪一种作业方式适合于所有工作场景。“从测量角度来说,现有的劳动强度比原来要减轻很多,但野外实践仍是必要环节,特别是铁路测量基本上都在野外作业。要充分认识到这项工作的独特价值,野外作业环境提供了‘边走边看’的机会,更提供了‘支持动态观察与即时验证’的问题解决的天然试验场。”


“我们的核心目标主要是为生产解决实际问题。”潘正风如是说,“近期我们关注到数字测图技术存在改

进之处,与南方测绘合作也是如此,携手共同推动行业发展。”他认为数字测图技术的关键不仅在于数据获取方法,更在于后续的数据管理能力。面对城市级海量地理数据(地形图、地下管线图、地基图等),现有系统无法满足高效率的数据管理与共享,如各类图纸都需要单独保存的问题,他主张存储结构化数据而非图纸本身。例如地下管线只需存储坐标与属性数据,无需保留完整管线图。这样既减少数据量,又为城市信息系统提供统一数据基础。

这项技术的突破,将带来三大应用价值:数据管理革新、动态更新优势、按需出图。新研发的系统将为行业转型升级排忧解难。

与其对接的南方测绘研发技术人员说,“潘教授系统解构数字测图源码框架,重点剖析数据结构与符号存储的核心逻辑。针对旧图式符号升级新国标的关键任务,潘教授提出了针对性方案,并建议开发过程中,不要着急,一步一个脚印,一个个符号去升级,避免大批量符号同时升级导致的混乱局面,也强调在未来的数字测图当中,数据和符号是分离的,图幅应该根据不同比例尺中需要动态生成。”

可见,奔赴“最前线”,是最好的实践学院,年轻一代也能通过潘正风的智慧重新认识精密工程测量、数字测图和专题地理信息系统等,在日复一日的扎根之中,开出千娇百艳、各具风华的“工程花儿”。

作为提灯者,潘正风照亮的路越来越长——当一代代工程测量人把“工程花儿”创造的惊喜,不断绽放在祖国的广袤大地乃至世界各地,那盏灯开始散播出漫天星光。

测绘筑基创新拓未来： “南方铁军”新征途下的转向探索

文/本刊记者 关晓晴

在当今的中国大地上，一条条银色的“巨龙”正以惊人的速度穿梭于广袤无垠的国土之上，它们连接着城市与乡村，编织出一张覆盖全国的交通网络。这，就是中国高铁，一个让世界瞩目的交通奇迹。

中国大地，“银龙”疾驰，连接城乡，遍布密网，不用赘述便知，这是惊艳世界的中国高铁。从京津城际高速铁路的率先开通，到“四纵四横”高铁网的建成，再到如今“八纵八横”高铁规划的顺利推进，中国高铁以其卓越的性能、高效的服务和可靠的安全保障，赢得了国内外广泛的赞誉和认可。如今高铁早已是中国享誉世界的“名片”，而这张“名片”的铸就过程，亦不缺乏测绘的力量。

南方高铁于中国高铁建设热潮之时应运而生，作为南方测绘旗下子公司，历经近二十年的深耕与积淀，立足优势，不断探索着“南方铁军”的新赛道。

近年来，高铁市场的发展态势出现了显著变化。曾经在全国范围内掀起的高铁建设热潮，如今似乎有了“降温”的迹象。新建高铁线路的速度明显放缓，像2024年湖北省交通规划调整，就一次性取消了7条原定高铁线路，包括十宜高铁、武贵高铁

等。这一现象并非个例，放眼全国，高铁建设不再如往昔般迅猛扩张。

与此同时，国家政策也在引导高铁发展走向更加理性的方向。2021年《关于进一步做好铁路规划建设工作的意见》中明确指出：“既有高铁能力利用率不足80%的，原则上不得新建平行线路；未进入规划的项目原则上不得开工建设。”“在铁路规划建设工作中，一些地方存在片面追求高标准、重高速轻普速、重投入轻产出等情况，铁路企业也面临经营压力较大、债务负担较重等问题。”这意味着高铁发展不再单纯追求速度与里程，而是进入了注重实际效益的“整合期”。

面对市场环境的变化和冲击，深耕高铁板块的企业如何应对？为此南方高铁总经理朱茂栋分享了他的见解。

剧变——认知市场强优势

朱茂栋坦言：“按时间维度来对比的话，十年前和十年后的（高铁板块）市场环境可以说发生了翻天覆地的变化。”他分析道，回溯过去，国内高铁正处于“大干快上”的建设初期。当时，“八纵八横”规

划尚在推进，线路建设需求井喷，具备技术与装备优势的企业“非常吃香”，甚至拥有自主挑选项目的主动权，业务重心完全围绕新建线路的轨道铺设与精调展开。“直接点说，我们完全可以挑着项目干。”

初期，南方高铁多以装备供应商的身份参与到高铁建设中。随着客户对技术的需求愈发迫切、要求愈发严格，部分一线员工拥有操作精密测量装备的能力，南方高铁开始面向客户需求承接项目实践。业务也由“卖设备”向“做项目”延伸；另一方面，随着高铁建设加速，工程局承接的项目量远超承载能力，企业顺势从装备销售团队转型，组建专业技术服务团队，为工程局提供技术支持，形成“装备

+服务”的双业务模式。此外，当时的市场门槛较高，竞争相对有限，企业依托于行业需求的自然增长，就足以实现较好的发展。

可市场格局瞬息万变。随着技术成熟，国内高铁建设技术门槛在降低的同时，建设需求也在逐渐饱和，当“八纵八横”主干线路基本建成，建设重心转向城际铁路与市域铁路。市场环境的变化，给南方高铁这类团队也带来了新的挑战。

那么，当行业门槛逐渐降低，如何在同类企业中脱颖而出？答案藏在“技术积累”与“行业经验”的深度融合中。作为测绘行业领军者——南方测绘旗下聚焦铁路领域的企业，南方高铁的独特性就在于，既是少数能从高铁发展早期持续服务至今的企业，又具备测绘领域的技术沉淀，形成了“懂测量、更懂铁路”的差异化优势。

朱茂栋指出，早期高铁建设对测量精度、平顺性要求有不同，行业内相关技术与人才储备薄弱；而南方高铁依托南方测绘在测绘领域的强优势，可熟练融合测量机器人、雷达、超声波、惯导等技术，更能敏锐捕捉测绘技术的发展趋势。“比如同样做轨道精调装备，我们能更快理解铁路场景下的精度需求，知道在隧道信号遮挡时该如何优化定位算法，在高寒地区该如何选择耐低温元器件。”朱茂栋一针见血地总结，“这种对‘技术与场景适配性’”的精准把握，我认为是南方高铁区别于其他企业的关键。”

此外，业务领域的拓展也为竞争加码。测绘作为支撑力量，业务多集中于公共领域，当南方高铁依托测绘优势向铁路车务、机务等细分领域延伸时，便形成“公共领域+铁路细分领域”的双轨发展模式，既避免了单一领域的同质化竞争，又能通过跨领域经验反哺铁路业务，进一步巩固优势。

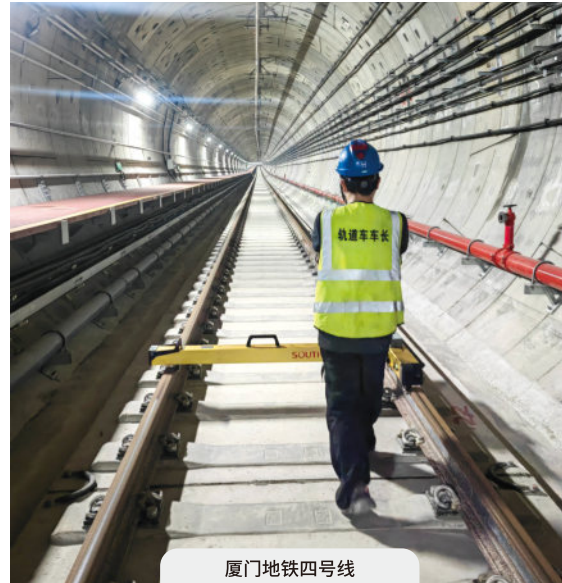
此外，朱茂栋也分析了海内外市场的差异。南方高铁曾承接雅万高铁、中老铁路、以色列红线项目等多个海外高铁建设项目。在他看来，在国内市场转变，企业亟需转型的节点，发展海外业务确实



南方高铁总经理朱茂栋



崇左高铁



厦门地铁四号线

可以成为企业新的增长点。“承接海外项目虽然会面临国际政治的影响与一线环境的复杂问题，但其资金优势与回款保障，使得这类项目具备较高吸引力。像这些出海的项目，不同于国内的自主扩展，（项目实施的全程）无不例外都需要由央企作为‘领头人’，也有所保障。”

应变——拥抱发展守稳途

客户需求的变化，始终是驱动业务调整的核心动力。十年前，高铁建设热潮中，工程局的需求集中在“能用的装备”，南方高铁的核心任务是研制CRTS I型、II型、III型轨道板协调系统，确保新技术能快速应用于轨道精密测量；随着建设高峰期过去，工程局的需求转向“高效的服务”，企业随之组建技术服务团队；如今，工程局自主采购装备的意愿降低，但对“定制化装备”的需求却日益凸显——希望与科技型企业合作，基于实际业务流程，联合研发智能建造装备，这也推动高铁必须从“装备供应商”向“研发合作伙伴”转型。

对此，装备产品发展的路径也随之清晰：一方面，推进国产化替代，突破进口依赖，例如全面推广0.5秒国产智能化高精度测量机器人，实现核心装备国产化；另一方面，瞄准运维市场的新需求，布局自动行走式运维检测装备。当

前国内高铁线路已达5万公里，铁路总里程超15万公里，3-5年后轨道板裂缝、钢筋锈蚀等病害将逐步显现，自动化检测装备的需求将迎来爆发，这一领域正成为企业未来的重点发力方向。

在此背景之下，南方高铁正沿着三条清晰的路径转型。其一，是领域拓展，从高铁轨道精调向地铁领域延伸，借助成熟的技术经验适配地铁线路、城际线路的特殊需求。其二，是合作对象转换，从以工程局为主逐步转向铁路局。朱茂栋解释，随着高铁线路建成并启用，基本三到五年后就会进入运维期，轨道精调、控制网复测、限界测量等定期维护工作需求释放，相关负责的铁路局回款更有保障，其运维市场规模也在持续扩大；其三，是技术升级，依托传统轨道调整业务，向智能建造方向突破，用自动化、智能化装备替代传统人工操作，提升精调效率与精度。

“其实，在市场环境巨变之下，最直接的影响是，部分合作方甚至陷入被执行的困境。这就更要求我们对合作方、客户、项目进行‘精挑细选’。”对此，朱茂栋列举了最直接的影响。他指出，除了选择信誉优良、有保障的工程局合作外，南方高铁“挑项目”的逻辑从“选利润”转向“保安全”“助发展”“可推广”。

“这几个点其实都很好理解。首先，我们要确保企业资金的健康运转；其次，我们要判定这个项目的研发需求是否匹配我们的转型或创新方向；最后，我们会考量成型产品或方案是否利于推广。”

正如上文所言，定制化是当前客户需求的主流趋势，尤其是工程方在智能建造装备研发中，常要求企业结合其具体业务流程设计产品。朱茂栋坦言，定制化需求与企业需要的标准化研发存在天然矛盾，成为了南方高铁在项目协同中的核心挑战。

不同项目的客户需求差异性较大，不同项目方的施工工法、管理流程存在差异，对装备的功能侧重、操作界面、数据输出格式要求各不相同。例如，某工程局需装备适配其自主开发的项目管理系统，要求数据接口定制化；另一合作方可能更关注装备的轻量化设计，以适应山区线路运输需求。若完全按单个客户需求进行定制，会导致研发资源分散，产品难以形成规模化推广，增加企业经营成本。这就要求，在承接项目时，南方高铁需要明确项目筛选标准、控制研发节奏、优化资源分配，实现长期可持续发展。

针对这一情况，南方高铁已经初步形成了一套清晰的评估标准。“目前，我们会优先考虑或承接匹配政策导向、契合技术方向、市场需求旺盛的项目。”朱茂栋解释道，匹配政策导向的项目通常符合行业的发展方向，如智能建造、国产化替代等项目，且有资金保障；后续也有颇大机遇能推向全国的铁路系统。而像聚焦自动化、人工智能等前沿技术领域的项目，不仅可以依托现有技术积累创新，符合行业技术升级趋势，也可通过优化适配不同线路场景，避免陷入“单一项目定制”的困境。“例如，在研发隧道用监测装备时，以成熟的北斗定位技术为基础，仅针对隧道内信号遮挡问题优化算法，既缩短研发周期，又降低技术风险。又例如，高铁贯穿祖国大地，同一条高铁线路地域条件差别会很大，我们就可以采用基础款+适配模块的设计思路，针对高寒地区增加低温预热模块，针对山谷、隧道区域增加信号增强模块等。便能在满足定制化需求的同时，满足我们核心部件、核心技术的标准生产和应用推广。”

此外，在启动研发前，南方高铁也会安排业务团队提前开展市场调研，评估产品的潜在采购需求，以确保研发成果有实际市场需求支撑，避免资源浪费，也能形成案例输出。

遵循这样的思路，南方高铁在面向海外业务时也着眼于长期扎根，不能局限于短期项目合作。“通过一些项目的承接，我们找到了除装备销售外的本土合作支点。”朱茂栋如是说。

目前，南方高铁正通过产学研合作夯实海外市场基础、联动海外服务网络，为后续切入运维市场铺路。朱茂栋透露，南方高铁正与柳州铁道学院联合马来西亚相关机构成立合作联盟，也成功联合昆明铁道职业技术学院为老挝铁道学院提供装备支持。在韩国，南方高铁凭借已销售的十几台轨道巡检小车，计划与专注铁道工程的又松大学合作，从装备销售向本地化技术服务延伸，逐步适应当地营商环境。

求变——主动突围拓未来

在高铁行业从建设热潮转向运维深耕的当下，技术创新成为南方高铁破局的关键。朱茂栋指出，北斗规模应用、人工智能与产学研协同将是南方高铁近期着力布局的几个方向。

在北斗规模应用方面，南方高铁已取得不少成果。近年来，南方高铁始终延续国产化和智能化的目标进行产品创新和技术发展，在全面国产自研、保障信息安全的前提下，完成对北斗系统的适配应用，进一步提升了南方高铁的装备竞争力，全系产品拥有了更高的定位精度与稳定性。值得一提的是，高精度相对小车也通过了国家关键认证，即将进入铁路市场，有望凭借更优质的使用体验赢得市场良好反馈。

提及高铁领域中的人工智能应用，朱茂栋认为，其核心始终围绕“解决实际检测痛点”展开，而“视觉”与“音频”则是切入这一领域的两大关键维度。在高铁精测精调与病害检测场景中，单纯的人工巡检不仅效率低下，还易受环境干扰导致漏判，人工智能的价值便在于通过多模态融合，让检测更精准、决策更高效。

要实现这一目标,首先需突破“数据与技术”的双重壁垒。目前南方高铁已为高校研发轨道交通数据模型,更立足于此持续积累全路病害数据,构建轨道与混凝土专属平台库。“无论是视觉识别轨道裂纹、雷达探测路基隐患,还是超声波检测钢筋锈蚀、音频分析轮轨异响,都离不开全面的样本库支撑。”朱茂栋解释道,“样本库的完整性直接决定AI识别的准确率,而技术与业务流的贴合度,则决定了AI能否真正落地。”他还补充表示,在算法设计时需充分考虑巡检人员的操作习惯,数据输出格式需与铁路现有管理系统无缝对接,避免出现“技术先进但用不了”的困境。

装备与软件的协同升级则是AI落地的另一关键。硬件装备方面,需在已有检测装备上集成趋势感知、多维度探测传感器,让装备具备从感知到采集再到传输的一体化能力;软件功能方面,力求打破场景数据壁垒,朱茂栋指出,目前信息采集场景集中在铁路巡检涵盖桥梁下部车载检测、轨道车轨道检测、无人机带状线路巡检三大场景,未来需将三类数据融合叠加,通过综合分析为一线人员提供决策依据。

面向产学研用,南方高铁正依靠“竞赛”为载体,加强链接,赋能发展。“近年来,高铁承办了不少大赛,例如一带一路铁路经济测量大赛、路桥数字化大赛,以及交通运输部桥隧相关大赛等多个赛事。这些赛事基本会分为学生组和职工组,对学生而言,大赛让他们在校期间就能接触一线装备与技术,毕业即可快速适配岗位需求;对铁路职工而言,赛事则成为掌握新技术、提升技能的重要平台。”在朱茂栋看来,承办、协办各类行业大赛,早已超越“品牌宣传”的单一意义,而是成为企业链接产学研、赋能人才培养的重要载体。

更重要的是,大赛与培训过程中收集的一线问题与需求,还能反哺技术研发。例如,通过师生与职工的反馈,南方高铁能更精准地把握装备操作中的痛点,进而优化产品设计,让研发更贴合市场实际需求,形成良性循环。

面向未来,当近五万公里高铁线路逐步进入运维期,当国产化替代、智能化装备、人工智能成为新的行业命题,南方高铁将始终以测绘为基、创新为向,稳稳握住发展的方向盘。在中国高铁发展新画卷中,相信南方高铁能向着更辽阔的征途疾驰而去,走出测绘赋能铁路精密测量的新速度。



2024一带一路暨金砖国家技能发展与技术创新大赛之第二届高速铁路精密测量技术赛项决赛

轨道交通智能检测海内外市场：激烈竞争下中国方案“性价比”突围

文/本刊记者 洪智超

天工开物,必先度其方舆;地脉通衢,首要查其毫厘。当高铁以350公里的时速穿梭于城市群之间,当地铁列车在地下数十米的隧道内精准停靠,轨道结构的每一处细微变化、隧道的每一次微小病害,都可能关乎乘客的安全。在全球轨道交通高速发展的浪潮中,轨道精密测量技术已成为保障“流动的中国”乃至世界交通命脉的核心环节。

从行业背景看,全球轨道交通网络经历了前所未有的扩张期。中国高铁运营里程突破4.8万公里,地铁运营里程超1万公里,居世界首位;在东南亚、南亚、中东等发展中国家,高铁与城市轨道交通建设也在加速推进。轨道结构长期承受列车荷载、地质沉降、温度变化等多重作用,其健康状况直接影响行车安全、舒适度与运维成本。

据南方测绘子公司南方高铁副总经理张恩诚介绍,轨道病害导致的停运事故不少是源于早期监测预警不足。因此,对轨道几何参数、隧道结构变形、接触网状态等进行实时、精准监测,成为实现灾害预警、降低运维成本、全生命周期管理的刚性需求,推动铁路精密测量技术从传统人工检测向智能化、自动化升级。

“在这一背景下,南方测绘以自主研发的高精度测量机器人为核心,形成了国产化轨道交通检测解决方案,其轨道精密测量技术覆盖‘建设-管理-检测-维修’全链条,打破国外技术垄断,为轨道交通安全运营装上‘安全之眼。’”张恩诚说。

从精密测量到智能诊断

南方测绘的轨道精密测量技术体系,满足了用户“静态检测精准化、动态监测实时化、运维管理数字化”的三大需求,形成了覆盖轨道全生命周期的技术闭环。

静态检测是轨道建设与运维的“基准线”,其精度直接决定轨道铺设与调整的质量。南方测绘通过自主研发,推出了系列国产化核心设备:全国产化0.5"测量机器人(GS05P),测角精度达0.5",测距精度±(1mm+1×10⁻⁶·D),打破国外在高精度全站仪领域的长期垄断;铁路轨道检查仪集成高精度陀螺仪与轨枕识别器,可在无控制网条件下实现轨距、超高等参数的±0.3mm级测量;惯导小车则通过融合INS(惯性导航系统)、高精度全站仪、北斗GNSS数据,在隧道、桥梁等复杂场景下仍能保持亚



毫米级定位精度。

目前,这些设备已广泛应用于高铁CPIII控制网复测、轨道板精调、无砟轨道精调等关键环节,为“中国高铁毫米级平顺性”提供了底层技术支撑。

“在铁路自动化监测领域,南方自主研发的自动化变形监测系统采用多源数据融合技术,可全面覆盖铁路沿线基坑、高支模、驼峰、高边坡、隧道、桥梁等建(构)筑物的全生命周期监测,实现采样信息实时传输至用户终端平台,支持监测数据的图表化查询展示与趋势变化分析;通过自动报警推送机制即时响应异常数据,同步完成监测人员与工程的数字化管理;自动导出监测数据并生成标准化报表,显著提升监测工作的规范化程度与整体管理水平。”张恩诚对南方测绘铁路监测的优势如数家珍。

张恩诚还介绍,三维激光技术、AI与多传感融合技术被引入轨道监测应用,进一步提升了检测效率。无人机搭载高清相机与激光雷达,结合深度学习算法,构建

起铁路沿线环境智能巡检体系;激光雷达异物侵限系统则通过毫米波雷达及AI视觉技术,对侵入轨道、桥梁、隧道周边进行动态扫描,实时检测并预警各类侵入异物,显著提升运行安全。

从“数据采集”到“数字孪生”铁路虚拟仿真教学培训

在三维激光测得的点云数据基础上,南方测绘将监测数据转化为可视化资产,与虚拟现实技术结合打造了轨道数字化教学生态,通过模拟线路施工、线路维护及应急故障处置等作业场景,开展安全规范培训和设备操作教学,支持多终端接入和多人协同演练,并依托大数据分析构建个性化学习路径,在提升培训质量、保障作业安全、降低培训成本方面成效显著,有效推动了培训模式的创新。系统已经广泛应用于广铁集团、成都局集团等多所路局单位及全国30余所铁路类高职院校。

应用实践

在国内市场,南方测绘的技术已深度融入轨道交通建设与运维的各个环节。在高铁领域,参与京沪、京港、哈大等高铁干线的CPIII控制网建设,累计完成超2万公里轨道精调,保障列车运行平稳性达国际最高标准;在地铁领域,为北京、上海、深圳、广州等30多个城市的地铁线路提供轨道精测及自动化监测服务,其中深圳地铁14号线通过组合惯导动态检测技术,将轨道精测效率提升80%,在提高整体线路质量的同时,节约了大量的人力成本。

海外市场竞争格局

近年来,南方测绘的高铁检测技术乘着“一带一路”的东风扬帆出海,凭借精湛的检测工艺和智能化解决方案在中老铁路的崇山峻岭间、雅万高铁的热带雨林中、匈塞铁路的欧洲平原上以及马来西亚东海岸的碧海蓝天畔大放异彩,为“一带一路”沿线国家的高铁建设注入了中国智慧与技术力量。张恩诚介绍,发达国家市场呈现“区域壁垒”特征:欧洲市场受限于严苛认证体系,市场基本“内部消化”;非洲市场侧重设备耐用性与极端环境适应性;更多的新增需求主要集中在东南亚,而东南亚市场比较注重成本和服务响应速度。

在竞争格局中,中国企业正凭借“性价比+场景适配”加速突围。南方测绘的0.5"测量机器人价格约为欧美同类产品的60%,且针对当地的气候等环境因素进行专项适应性优化。与欧美企业相比,南方测绘的解决方案更强调“硬件+软件+服务”的一体化输出,如为中东某高铁项目提供的“监测设备+云平台+本地化运维”套餐,较欧洲方案响应速度提升3倍,运维成本降低40%。南方测绘通过“区域定制化”策略,逐步打破国际品牌垄断。

机遇与挑战

轨道监测赛道正迎来技术变革与市场扩张的双重机遇。张恩诚畅想,当前南方测绘已具备实现“北斗

+UWB”“北斗+音频”的室内外一体化定位的能力,在无卫星信号的隧道内,也可以实现施工人员与设备的厘米级定位,与北斗的室外定位无缝衔接,解决了隧道内“定位盲区”问题;多模态感知网络的构建,则让激光雷达的三维建模、惯导的动态轨迹捕捉、机器视觉的细节识别形成协同……新技术的应用给轨道检测带来的便利值得期待。

经过十余年研发,南方测绘在高精度传感器领域实现多项突破:0.5"全站仪的核心芯片与算法完全自主可控,打破进口产品的垄断,关键技术指标达到国际先进水平,但在品牌认可度方面,欧美日的部分产品仍有先发优势。对此张恩诚认为:“我们当下最关键的就是做好产品和服务,剩下的交给时间。”

轨道监测行业的升级窗口正加速开启。测绘技术跨行业融合将推动监测从“单点检测”向“全域感知”演进。

从产业维度看,国产化替代政策为本土企业提供了红利。国铁集团明确要求2025年轨道交通关键设备国产化率超95%,南方测绘的0.5"全站仪、轨道几何状态测量仪等已被纳入国铁采购目录,替代进口产品数千台套。

张恩诚也提到,当下挑战同样显著,全球市场的文化差异与法规差异,考验着企业的本地化能力,例如中东市场对设备的耐高温、抗沙尘性能要求,与东南亚的防潮需求截然不同。站在全球轨道交通发展的风口,南方测绘正以“技术护城河+生态化布局”推进“轨道监测全球化”战略。

在技术层面,南方测绘持续投入研发,形成从硬件到软件的全链条自主知识产权;在生态布局上,主动走进客户单位,深度参与从规划设计到运维养护的全生命周期服务;国际市场则聚焦“一带一路”沿线国家,成为“中国高铁”走出去的技术伙伴。

轨道交通的安全运营,既需要“中国速度”的激情,更需要“毫米级感知”的精准。在全球轨道交通智能化的浪潮中,以南方测绘为代表的中国企业,正以创新为笔,书写着新的篇章。

与时俱进, 赋能轨道交通检测

文/本刊记者 韦彩云

南方高铁的成长, 始于国内轨道交通快速发展的时代。从参与京津城际铁路项目起步, 到服务京雄城际铁路、中老铁路, 再到如今遍布国内外多个重大工程, 南方高铁在检测技术领域的探索从未停歇。一路走来, 技术的积累与创新, 让南方高铁在轨道交通检测领域从新生走向成熟。

随着中国高铁路网不断延长, 对轨道检测技术的要求也越来越高。而早期检测技术效率有限, 每天仅能完成约2公里。“那时我们也开始深入思考, 如何显著提高轨交测量速度, 轨检技术下一步的方向在哪?”南方测绘惯导轨检系统负责人杨世峰说。

轨检技术持续创新

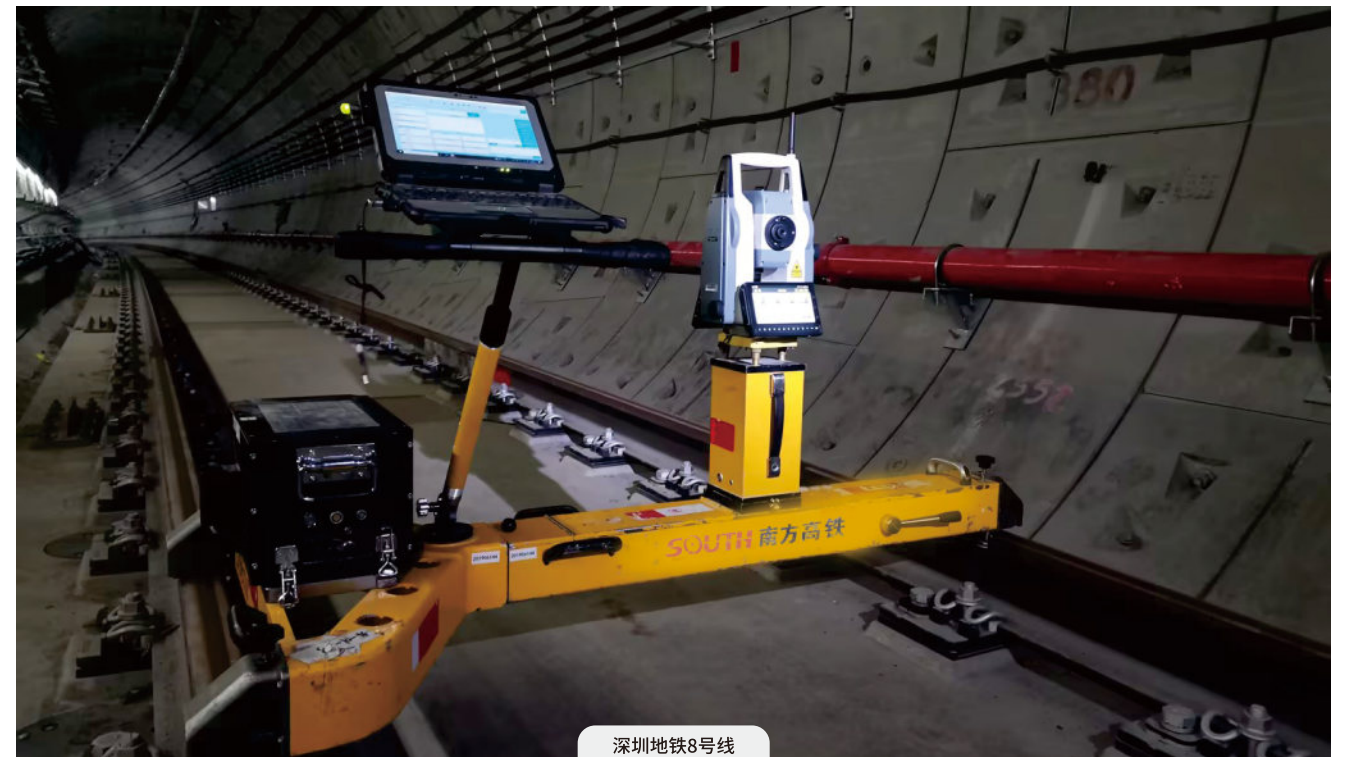
2012年, 南方高铁开始探索惯性技术应用, 以实现更快速的高铁轨道检测; 2014年, 公司将搭载该技术的实验车在兰新线上进行实地测试。实验车达到了约1毫米的技术指标, 获得了合作方中建二局的认可, 并在其提供的100公里实验段上成功完成作业。线路建成后, 高铁动检车确认该技术满足安全运营要求, 同时检测效率较传统方法显著提高, 每天能够检测10公里。基于这些成果, 南方测绘惯性技术开始向产品化方向发展; 2015至2016年间, 公司在海南、重庆等地开展了更广泛的实践应用, 进一步验证技

术的稳定性和精度; 2017年, 该技术初步获得工程局的认可; 同年, 公司融合了全站仪惯导技术进行升级, 并于2018年正式推出国内首台惯导轨检车。

“惯导轨检小车的技术创新, 在于将卫星定位技术与惯性技术有效组合, 应用于轨道的高精度检测, 实现了从‘走停式’轨道测量到‘连续式’轨道测量的转变, 极大地提高了长轨测量速度和效率。”杨世峰介绍, 这一项技术组合改进了传统的施工方法和作业模式。基于惯导轨检小车的应用, 南方测绘联合了中铁二局申请新的施工工法。该工法获得了中国中铁集团特等奖, 并被国家铁路局评定为中国铁路建设部级工法, 达到国际领先水平。

惯导小车改进了施工作业模式。传统方法需要逐根或每隔3到5根轨枕停下, 用全站仪记录数据。而融合惯导技术后, 可以连续测量100至120米后才需要暂停, 这使得测量时间大幅缩短。例如完成一段120米的测量, 过去需要数十分钟, 现在只需两三分。惯导小车在2016年获评中国优秀产品奖, 2017年其相关专利被评为中国专利优秀奖, 同年, 该技术获批广东省重点科技专项, 获得500万元科研经费支持, 该项目已于2020年顺利结题。

随着国内地铁大规模建设, 南方高铁研发部针对不同轨道应用需求, 持续优化轨检小车的软硬件



深圳地铁8号线

功能, 进行适应性改进。例如, 为满足轨道交通线路精调作业要求, 公司在软件中设计了多种设站模式、单点速测模式、无设计线形作业模式等多种方法。这些改进在保障施工进度和精度的同时, 也提升了操作便利性, 获得了客户认可。其中, 在参与马来西亚东部沿海铁路项目建设时, 轨检小车设备遇到了高湿度、高盐度的环境(一段时间天天下雨)。这类环境对设备部件(轴承、螺丝、导轨、弹簧等)的防腐及防潮性提出了极高的要求, 成为提升产品环境适应性的重要实践, 更进一步促进公司产品品质完善与提升。

此外, 惯导小车通过持续研发升级, 并在国内多条轨道交通线路积累实践经验后, 在中老铁路建设中, 首次完成了海外铁路全局长轨精调应用。与此同时, 公司也开始探索适用于地铁的轨检小车技术。高铁与地铁虽同属于轮轨技术, 但在轨道线形和作业环境上存在具体差异。对此, 杨世峰解释道: “高铁轨道转弯半径大(可达10公里), 线形更接近直线。而地铁弯道多、半径小、坡度大, 以

适应频繁停站的需求。因此, 将高铁检测技术应用于地铁时需要进行针对性改进。”

“地铁建设主要在隧道内, 潮湿环境对设备影响较大。当把高铁的CPIII控制网测量等技术引入地铁, 需要符合地铁检测标准。同时, 地铁盾构隧道空间有限(直径约5米), 传统马达全站仪在自动搜索轨道时, 可能因空间狭窄而发生识别错误。”针对此问题, 南方高铁研发部门引入了智能识别(AI)技术, 结合CPIII点位分布、测量数据及设备实时位置, 智能判定轨道左右侧, 有效解决了地铁隧道内空间狭小导致的全站仪准确识别的难题。

面对地铁特殊需求(如小半径弯道、减震要求), 南方高铁研发部门还进行了多项技术调整与开发。比如为了适应新型减震轨道板(如弹簧板、U型轨), 开发了定制化的检板、调板软件。此外, 还开发了无人值守监测系统, 系统在隧道内固定点位部署全站仪, 可以连续、自动采集数据, 并上传至平台分析处理。当异常情况发生时, 系统按自动分级报警, 有效地减少了人工值守需求。

如今,轨检小车已广泛应用于高铁和地铁线路,技术应用趋于稳定。从基础设备研发到系统集成,南方高铁通过持续的项目实践和技术迭代,逐步构建起更高效、更精准的轨道检测体系。基于自身技术积累,并结合我国铁路和城市轨道交通的发展及培训需求,公司还研发出一整套的铁路及城轨三维仿真培训系统。该系统基本涵盖了车务、机务、工务、电务、车辆等全专业的教学培训内容。在疫情期间,公司利用该系统举办了首届全国职业学校“南方高铁杯”铁路工务作业虚拟仿真技能竞赛,取得了良好效果。

国产化、规模化应用

目前,在轨道交通检测技术领域,南方高铁已实现亚毫米级的精密测量。同时,伴随高铁里程持续增长,研发新型快速检测技术和施工方法的需求日益迫切。“高铁路网从最初的几千公里,发展到‘四纵四横’规划下的2万多公里,再到如今‘八纵八横’下的近5万公里。传统的检测手段已难以满足当前行业的需求量和工作节奏。”杨世峰坦言,“我们的研发方向和检测手段必须与时俱进。”

面对如此庞大的路网规模和高频次的运营压力,轨检技术面临着—项核心挑战:惯导小车关键部件的精度要求极高,如何研制出成本可控、精度达标且适合大规模推广的关键部件,是当前惯导小车发展的关键任务。推动关键部件国产化以有效控制成本,提升设备的普及及应用条件,是解决这一任务的重要途径。

早期,惯导技术主要用于军事领域,成本高昂。要将其应用于民用铁路设备,降低成本是主要难点。为此,南方高铁研发部门开展技术攻关,研制出精度达到0.001度的核心部件,满足了惯导小车小型化和广泛应用的需求。要实现从“能用”到“好用”,再到“高性价比”的转变,关键在于技术不断成熟,以及惯性器件等核心部件成本的持续下降。依托产业化优势,南方高铁历经数年努力,在软件、硬件、器件、车体及传感器等方面,都已经实现了国产化。

当前,设备成本呈现下降趋势,用户需求持续增长。规模化量产,研发成本有望进一步降低,加速产品普及应用。现阶段,南方高铁第二代惯导小车已基本定型,已


在深圳地铁进行试用,同时也开始产品配件定型和全部指标确认。后续还将完成技术检定和计量认证工作。

惯导小车在引入CORS技术后,已集成了精密位置、距离、角度、激光及卫星定位功能。鉴于轨道环境具有连续性、运行平稳和控制系统固定等特点,公司正计划将高精度测量机器人集成到轨道检测车上,推动其向轨道检测机器人方向发展。

“轨道检测机器人的实际应用,需要克服一些现实挑战。”杨世峰说。例如,线路运维的天窗控制,铁路安全规程要求设备操作须双人作业、区间封闭及两端防护。实现轨检小车的自动行走相对容易,但关键难点在于严格满足铁路安全要求下,如何使其在区间内自主移动时,自主识别并高精测量。他具体列举了一些需要解决的问题:在信号差的荒山野岭,远距离的实时信息回传,精准稳定的实时控制?卫星信号缺失时,如何准确确定设备在区间内的位置?如何使设备自动识别CPⅢ控制点,无需人工干预?杨世峰认为,有效解决这些问题,需要将人工智能(AI)、机器人以及通信技术与现有轨检测绘技术进行深度融合创新。

“上述技术问题,将是下一代惯导小车研发的重点方向,我们计划于今年启动第三代智慧型轨检小车的研发工作。”杨世峰强调,除产品技术研发外,还需要与相关部门协作,系统地制定或改进设备技术标准、安全监管规程、人员配置及操作流程,整个配套体系的完善,这将是接下来的主要研究工作。

经过多年发展,南方高铁现已掌握完全自主知识产权的测量算法体系,累计获得发明专利近50项,软件著作权近30项。依托自主创新技术,公司深度服务于国家铁路运维与建设,业务覆盖全国百余条高铁和地铁线路、50余座城市轨道交通项目,并将技术成果推广至东南亚、韩国、欧洲、中东、非洲等海外市场。

从核心算法突破到产品持续迭代,再到国内外市场的深入应用,南方高铁正以持续创新驱动轨道检测技术的自主化与智能化跃升。立足精测,服务轨交,南方高铁将致力于为全球轨道交通发展提供更高效、精准的技术支撑。 

把脉地下交通主动脉： 地铁隧道检测的安全守护

文/本刊记者 姜丹

当和谐号高铁从南往北疾驰而过,时不时忽明忽暗的光线和呼啸震动耳膜的声音在提醒我们:列车在陆续穿过长长短短的隧道。

地铁、高铁轨道的精密稳定一直是行业重点关注的对象,但轨道之外的隧道墙壁安全问题也是不容忽视的存在。隧道属于混凝土结构,随着运营时间的推移,地铁隧道盾构面可能出现潮湿、渗漏、裂缝、环片破损等病害,因此,质量检查、变形监测、病害巡检及设备调查等是确保其安全运营的关键。据统计,我国共有50多个城市开通了城市轨道交通系统,中国公路、铁路隧道总数已超5万座,总里程超3.5万公里。随着城市化进程的加速和交通运输需求的增长,隧道工程数量和规模都在不断扩大。

地铁作为城市交通主动脉,承载高密度客运;隧道长期受列车振动、地下水侵蚀、地质活动等影响,结构易老化,其安全性和耐久性至关重要,如同血管壁,它们都需要定期“体检”。本期杂志采访地铁隧道领域十余年经验的“体检师”、南方测绘广州分公司智能精密测量技术部技术总监黄鸿伟,一起谈谈地铁隧道监测检测相关技术的发展现状和未来趋势。

零的突破

“一条隧道即便只有1公里,一个断面墙壁一圈10多米长,需要人一点点去看,要实现对隧道全面检查,不遗漏病害,这是不现实的,比如头顶4、5米高的地方,人在地面用手电照射下,肉眼很难分辨0.2mm左右的裂缝,需要使用登高梯进行作业,操作就更麻烦。”据黄鸿伟介绍,传统模式下,地铁隧道的巡检靠人工进行:用全站仪采点记录净空、



南方测绘广州分公司智能精密测量技术部技术总监黄鸿伟

椭圆度等结构变化,潮湿、渗漏、裂缝等其他病害需要人工取证,边走边拍照记录,针对重点区域再进行精细检查。城市地铁属于封闭线路,其主体修建于地下,地铁线路和隧道的安全检测只能在天窗期进行,天窗期只有凌晨的4小时

左右,施工环境光线不足、阴暗潮热,人也不适合在这种环境久待,日常运维难度大。

传统方式检测效率较低,病害容易遗漏,技术手段不足,并且数据信息获取、管理与分析能力有限,不能及时预警病害,从而留有隐患。

2015年因为偶然的的机会,进入这个领域不久的黄鸿伟接到应急任务,在充分了解客户需求后,黄鸿伟采用三维激光扫描仪进行数据采集,踏出了从图像识别到点云识别的第一步。“因为点云密度足够高,采集的数据通过高密度的灰度图可以判断实地的一些问题,比如漏水的地方点云密度小。”但是在实际操作过程中,问题也不少,黄鸿伟说:“第一次应急的项目,采集数据几个小时,数据处理一个月,这个时效性已经没办法满足应急要求了,需要提升的空间还很大。”

2016年,黄鸿伟团队接到京广高铁郴州段某隧道临近项目施工过程中的应急监测项目,2017年,参与广州地铁应急监测项目,经过实际项目的打磨,以三维激光为主要数据采集手段的隧道快速施工与病害检测设备逐渐成型。但在十年前,数据体量大,非测绘本专业客户点云独立处理能力缺乏,且缺乏专业匹配的处理软件。竣工验收、资料存档、日常运营以及临时施工前后的扫描存档等,能基本满足铁路隧道、地铁养护规程中的结构运营监测和健康度评定要求。“但在应急层面,很长一段时间并没有更好的解决技术和方式,这是当时国内外普遍的技术情况。”

渐入佳境

此前,国内此领域内的工程测量多依靠国外设备及配套软件,此类软件缺乏对国内行业规范的理解,难以解决工作中具体问题,需要客户凭经验做二次处理,技术也难以普及和提升。

在黄鸿伟看来,要想改变目前的局面,一方面是精进硬件设备,提高采集的数据质量,减少冗余数据,提高数据采集效率;另一方面,需要更深入了解行业需求,形成专业对口的数据处理软件,提供可用的系统解决方案。“其实这个领域监测需要的成果并不复杂,比如某个位置有掉块,需要分析具体位置和面积,而以前我们获得的点云,只讲数据精度,缺乏目标的自动识别和专项成果分析,就没办法快速满足客户需求。”

隧道监测检测技术需要多专业融合,精密测量是涉及测量技术、工程技术、通信技术、电子技术、计算机技术等领域的交叉学科,与工程紧密联系,是工程测量中的重点难点。从团队配置来看,南方测绘正好人才齐备。“南方测绘有一个很大的优势,就是有足够强的技术实力和足够多的项目机会,能够快速研发产品并且在生产实践里去磨合产品和方案。”

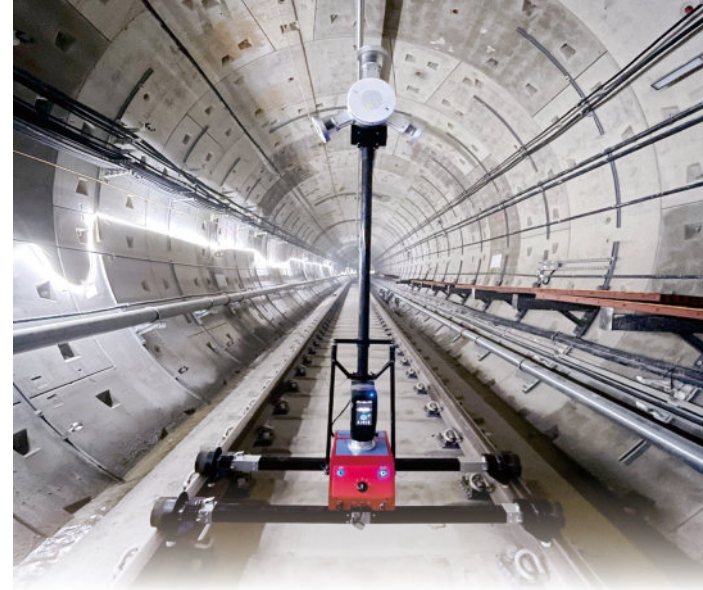
技术手段直接影响项目的实施成本和效果,对技术路线的选择起着关键的作用。为了满足客户需求,黄鸿伟团队从硬件软件两方面进行优化。提高前端硬件移动扫描成果质量,使得数据组织形式利于后续自动化处理。考虑实际作业需求,提高对装备产品小型化和组装操作便捷化的要求,目前配上电池和小车,设备总重量不到50公斤,两个人即可完成作业。产品采用碳纤维材质,拆装运输方便,很适合小队伍跨地区作业。黄鸿伟特地强调了产品设计上三叶草旋转的相机组装模式,这个设计可以解决相对分散的小场景全断面的数据采集,作业效率高。“有一次客户在京沪高铁郴州段作业,当时的设备100公斤重,遇到下大雨,设备需要人工抬上去,增大了作业困难。后来我们做碳纤维车架折叠、自动对焦功能、系统小型化、某些功能一键启动,都是基于实际作业需求,为生产单位服务,节省人力物力,让作业更轻松高效。”

在充分了解客户所需要的成果方向和质量要求后,黄鸿伟团队开发出了针对性的后期软件。“如果是应急需求,可以在扫描技术后快速获得椭圆度和线界成果,如果是病害实例数据体量稍微大的一类,电脑配置好的话,1小时也可以完成1公里的数据量。后期处理软件的进步提升,AI识别的参与,大块的裂缝、破损和渗水这几种病害能实现90%的自动识别筛查,小的裂缝自动识别的效果还有待提升。”

技术手段提高后,一次性作业可以同步获取多个作业成果,以应急的手段去处理安全事故隐患成为业主或者监管部门的一个管理手段,日常普查也可以发现一些问题,提前把安全隐患消除。

开花结果

在过去的10年里,作为国内首个生产隧道快速施工与病害检测的设备厂家,南方测绘研制了系列高端装备并实现工



程化应用,数字化、智能化指导施工和运营维护,推动地下空间建设高速创新发展,成功解决了目前隧道检测与监测的效率、精度和安全性问题,填补了国内的空白。确保检测数据真实、可靠且及时,能有效指导施工和辅助管理决策。

由三维激光扫描仪、MDC移动扫描小车、云图隧道三维扫描软件、平板电脑组成的MS101移动三维扫描系统,用于隧道断面扫描、病害扫描、限界扫描和隧道中线测量的全自动移动扫描测量系统,能快速、准确测量隧道结构参数和表观病害数据。移动扫描小车能智能定速巡航,结合云图隧道三维扫描软件快速稳定地处理数据并实时呈现扫描影像图。在广州地铁13号线中,对施工期窄轨隧道进行质量检查,为下一步施工提供高精度原始数据;在深圳地铁12号线中,首次采用点云扫描技术进行现场运营数据交接,获得隧道侵限分析表、断面分析表等数据;在广州地铁金坑矿山隧道扫描,获得隧道净空收敛/渗水掉块等信息,通过云图软件一次性得出成果报表;对深圳地铁9号线隧道现状扫描,两期扫描数据成果对比,地铁隧道施工前后进行扫描椭圆度差值小于0.5%;对烟台王格庄和蓬莱铁路限界扫描,支持每小时5公里速度扫描,效率高。

南方测绘云图隧道三维扫描软件集系统控制、数据采集、数据处理于一体,具有MDC移动扫描小车驱动控制、三维数据采集智能控制以及数据分析处理等功能。能够结合项目实际需求,自由切换不同扫描模式并一键采集数据,获取断面几何成果数据、限界分析成果、高清正射影像图等。控制小车进行定速巡航,结合云图隧道三维扫描软件快速稳定地处理数据并实时呈现扫描影像图。在广州地铁18号线中,10mm机电安装滑槽孔位识别提取坐标及里程;在广州地铁13号线盾构区间检测中,高效识别病害并获取隧道椭圆度、净空收敛等信息;在深圳马蹄形隧道中,实现病害

精确定位识别及量化;在广州北站限界扫描中,快速完成扫描现场并实时得出限界成果。

TSS隧道三维扫描软件能自动解析处理三维扫描数据,并输出隧道病害分析成果、隧道断面净空分析成果、隧道椭圆度分析成果、隧道点云模型等,保证数据质量和提升内业处理效率。在广州永和隧道(左线)中软件耗时5天对隧道扫描的数据进行分析,智能输出断面及椭圆度分析成果;在辽宁抽水蓄能电站隧道扫描项目中,单人即可完成大面积工作区超欠挖检测工作,检测精度高,成果直观展示,快速获得多样化数据成果,保障施工安全,节约施工成本;在深圳12号线隧道三维扫描中,能够快速处理扫描数据,输出断面分析表、隧道椭圆度、明线调整数据及马蹄形隧道扫描等多样性成果;在华隧建设-隧道扫描中,可以根据广州地铁三维激光扫描规范定制软件,直接生成广州地铁规范所需的断面表。

黄鸿伟介绍说,目前团队的隧道轨道监测检测解决方案一次扫描,可完成隧道渗水、破损、裂缝病害巡检,以及净空、限界、椭圆度、错台等结构参数检测。检测数据实时自动化处理,黑暗环境也可以获得隧道高清影像图,隧道运维检测工作简单且高效。在工程全生命周期理念下,路桥隧监测技术升级,工程结构精细化三维建档、实时监测、病害识别、健康状态快速检测、智能化病害治理等都可以通过测量监测技术来实现。

在黄鸿伟看来,目前隧道监测检测技术手段已经比较清晰成熟,发展应用在于数据处理和数据价值的挖掘。随着AI智能识别更精细化,自动化程度提高,他们也在尝试做健康管理平台,将这些病害作为长期追踪目标,多期数据的对比呈现在全生命周期管理应用中,发挥数据真正的作用,形成基础数据底座。

“有轨场景应用成熟后,后续可能拓展到诸如电力、排水等地下综合管廊,因为这类场景的数据成果需求都是一致的,但是目前技术迁移的最大难点在于硬件采集设备还无法在完全封闭式且人员没办法进入的黑暗空间操作,或许未来随着机器人的应用面打开,这些使用都将不是问题。”黄鸿伟对此很期待。■

轨道精调保障安全, 国产仪器彰毫厘

——深圳地铁8号线(三期)精调项目见闻

文/本刊记者 洪智超

地铁轨道精调是轨道铺设完成后, 通过高精度测量、数据分析和精准调整, 使轨道的几何参数(包括轨距、水平、高度、方向)达到设计标准的精细施工过程, 是地铁轨道投入使用前的“最后一次体检”, 直接关系到列车的平稳舒适性和设备的使用寿命。

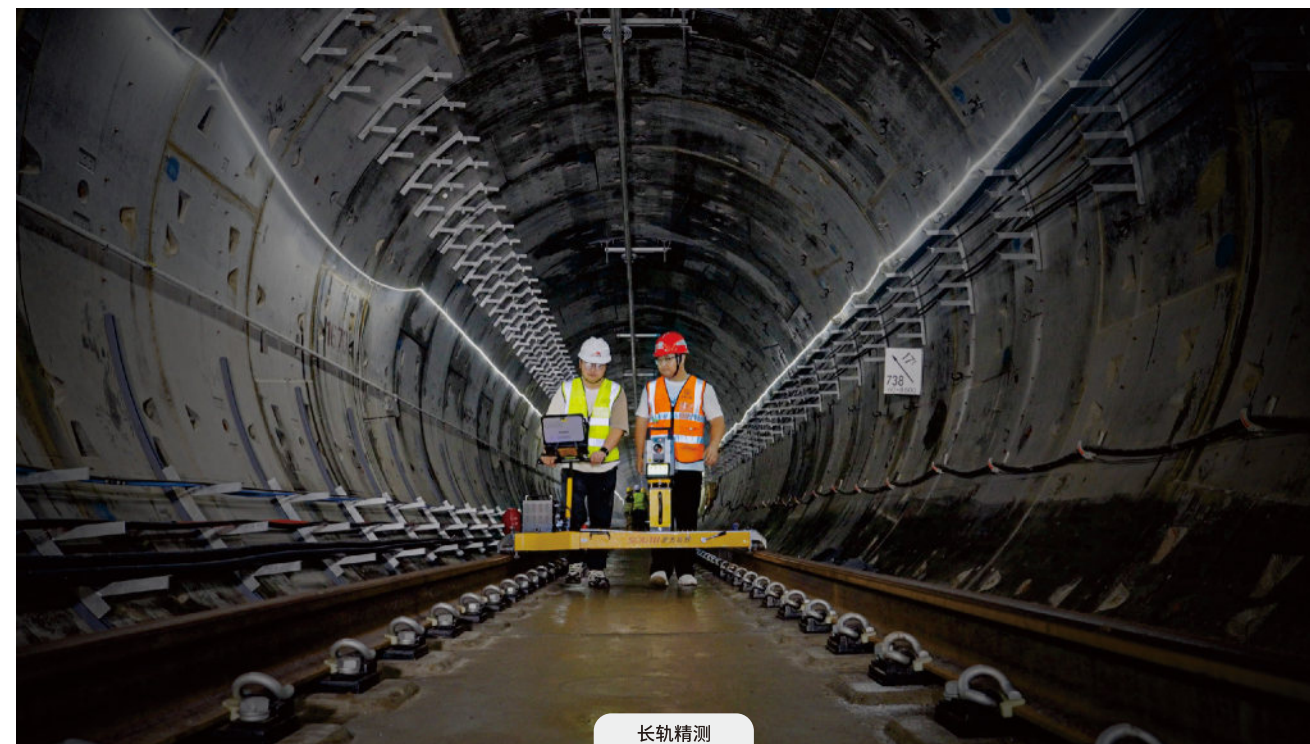
测绘技术是地铁精调的核心支撑, 在没有卫星信号辅助定位的地下环境中, 全站仪就是地铁精调的“眼睛和标尺”。2025年, 南方测绘工程测量团队参与了深圳地铁8号线、13号线的精调项目, 笔者有幸跟随技术同事前往一线, 观察学习。

深圳的六月酷暑难耐, 空气温度超过38°C, 距离不过百米的施工现场如同蒸笼, 而地下20米的13号线隧道则像一座蒸汽迷宫, 湿度几乎达到了100%。湿热空气裹挟着施工扬起的水泥和粉尘黏在皮肤上, 重型设备的轰鸣声在混凝土拱壁间反复折射, 形成持续的低频压迫, 水汽在墙面凝结又滴落在地上, 在一个个坑洼处形成了大小泥潭。工人使用闲余木板和钢筋在泥潭间搭建起了简易的小路, 走在上面

晃悠悠, 稍不注意就可能踩空。

我跟随南方测绘高级工程师谭云在狭窄的地道中艰难跋涉了20分钟, 才看到黄色的轨检小车和它上面那台银灰色的仪器——高铁专用版GS05P机器人全站仪。轨检小车的机身沾着施工溅上的泥点, 但全站仪的镜头玻璃却洁净如手术刀, 反射着隧道幽暗的灯光。谭云小心翼翼地用专用镜头布擦拭着镜头边缘, 哪怕只有一丝灰尘, 都可能影响测量精度。

谭云此行是按照约定定期检查全站仪工作状态, 他说:“过去我们地铁精调项目用得比较多的是欧洲或日本的机器人全站仪, 精度确实不错, 但价格高, 而且售后服务响应慢。经过几年的追赶, 国产机器人全站仪的关键参数已经达到了精调施工的要求, 南方测绘的优势在于性价比和本地化服务。就像这台GS05P, 价格比进口同类产品低60%, 而且我们在当地有专门的技术服务团队, 有任何问题, 数小时内就能到场处理。”



长轨精调

他边说边用手指划过触控屏, 全站仪开始自动搜索棱镜建站。只见仪器镜头缓慢转动, 红色的激光束在隧道内穿梭, 刺破烟尘和雾气, 精准锁定远处的棱镜。不到三分钟, 屏幕上就显示建站完成。“相比于传统全站仪的手动建站, 自动建站效率更高, 操作也更简单, 只需要点几下屏幕, 施工人员经过简单的培训即可独立操作。同时, 测量人员在高温高湿的环境下更容易分神, 手动建站时稍有不慎就可能出现毫米级误差, 自动建站就避免了这种情况。”谭云说。

眼前这台GS05P机器人全站仪水平角观测对中误差小于1mm, 精密导线网测角采用测回法, 测距误差小于±(1mm+1ppm), 完全能满足地铁轨道精调0.3mm级的精度要求。IP54级防尘防水等级让它这样高温、高湿、高尘的恶劣环境中仍能稳定工作, 这也是国产仪器近年来在环境适应性上的重大突破。谭云指着仪器说:“为了应对隧道内的高温, 我们做了专门

优化, 工期紧张时, 经常人休机器不休, 连续工作几天。”

完成建站后, 接下来就是测试轨检小车的工作是否正常。负责现场精调的技术骨干向我详细介绍了整个流程:“轨检小车就像是轨道的‘CT扫描仪’, 我们推着它沿轨道缓慢行驶, 它就能实时采集轨道的各项几何参数, 然后通过系统分析, 找出需要调整的地方。”

在正式测量前, 技术人员要做一系列准备工作。例如大致清理测区轨道表面, 确保没有明显的水泥残渣等杂物, 因为这些杂物可能会导致小车传感器接触不良, 影响数据采集精度。

然后是检查轨检小车的状态。技术人员打开小车的电源, 屏幕亮起, 显示各传感器的自检状态。“我们要确保每个传感器都正常工作, 轨距传感器、高程传感器、倾



角传感器,一个都不能出问题。”他边说边指着仪器上的几个小灯,没有亮红灯说明工况正常,可以开始作业。

一切准备就绪后,两名技术人员抬起轨检小车,轻轻放在轨道上。小车底部的四个车轮精准卡着轨道,车轮上包裹着耐磨橡胶,既能保证与轨道的紧密接触,又不会损伤轨面。小车与全站仪之间通过无线信号连接,同时还连接着一台平板电脑,用于实时显示测量数据和波形图。

测量过程比笔者想象中的简单很多,两名技术人员推动小车缓缓前进,速度控制在每小时1.5公里左右。“速度不能太快,否则传感器采集数据的频率跟不上,会影响数据的连续性;也不能太慢,不然效率太低。这个速度是我们经过多次试验确定的最佳速度。”谭云解释道。

随着小车的移动,平板电脑上开始实时显示轨道的高低偏差值、方向偏差值和里程信息。“你看这个波形图,”技术人员指向屏幕,“这个数据是高低偏差波形,反映的是轨道纵向的平顺性;旁边的数据反映的是轨道横向的平顺性。波形越平缓,说明轨道越平顺,列车行驶起来就越平稳。”

测试路段此前已经精调过,因此波形未出现异常。再向前走,我注意到波形图上有两个地方波动较大,谭云说:“这些就是超限区段,我们的系统会自动标记出来。设计标准是高低偏差和方向偏差都不能超过规定数值,超过这个值的地方就需要调整。”系统不仅能标记超限区段,还能实时计算出每个超限点的具体偏差值。

轨检小车的测量数据实时发送到计算系统,系统内置的轨道检测数据分析软件会对数据进行处理。软件采用了先进的滤波算法,能剔除因小车振动、环境干扰等因素产生的异常数据,保留真实有效的轨道几何参数。同时,软件还会将测量数据与设计数据进行对比,计算出每个里程点的偏差值,并生成详细的偏差报表。

整个测量过程流畅高效,相比传统的人工测量方式,作业效率提升了4倍。“过去人工测量需要技术员用道尺、水准仪等工具逐点测量,不仅劳动强度大,而且数据精度受人为因素影响大,一天最多能测500米。而现在用轨检小车,一天就能完成10公里以上的测量任务。”谭云说。

在测量过程中,系统会根据偏差数据自动计算模拟扣件调整量。地铁轨道的扣件是调整轨道几何参数的关键部件,通过更换不同厚度的调高垫板可以调整轨道高度,通过调整轨距挡板的位置可以调整轨距和方向。系统会根据每个点的偏差值,自动计算出需要更换的调高垫板厚度和轨距挡板的调整量,生成详细的扣件调整方案。工人可以直接按照清单进行调整,非常直观方便。

三

在狭窄的施工现场,不同工种经常需要面临“会车”难题。隧道内空间有限,除了精调作业,还有铺轨、供电、通信等其他工种在施工,工程车辆和工人来来往往,很容易造成拥堵。南方测绘轨检系统采用模块化设计,可以快速拆装,上下线简单便捷。

我们在试测过程中就遇到了这种情况。迎面开来一辆运输建材的工程车,谭云当机立断:“拆小车!”两名技术人员迅速松开连接螺栓,将小车的主体部分和传感器部分拆开,然后连同全站仪一起搬到隧道侧边的平台上,整个过程不到5分钟。工程车通过后,他们又快速将小车载好,重新放在轨道上,继续测量。“一些轨检系统,拆装很麻烦,会严重影响施工进度。我们这种快拆装设计,就是为了适应地铁施工现场复杂的环境。”谭云说。

一公里的试测很快就完成了,平板电脑上生成了完整的测量报告和调整方案。谭云将数据导出:“接下来就是扣件调整了,工人会按照这个数据,对每个超限点进行精准调整。”

四

下午,隧道里的体感温度和湿度又有些提升,技术人员肩膀上的汗蒸腾起来,还有些“仙”味,近视的几位同事眼睛上也挂上了一层白霜。我们沿着轨道向深处走去,几位调整工人拿着调整清单和工具,沿着轨道逐个检查扣件。

“调整完成后,技术人员会进行复测。”我们看到两

位技术员推动轨检小车沿着调整后的轨道测量,平板电脑上的波形图明显变得平缓了许多,原来的超限区段大多已经达标。

“但我们不能掉以轻心,”谭云说,“有些调整后的轨道可能会因为螺栓松动、道床沉降等原因出现反弹,所以我们会进行第二次复测,确保调整效果的稳定性。”

复测时,系统会将两次测量的数据进行对比分析,计算调整后的偏差值和调整量的吻合度。如果有个别点吻合度较低,就需要查找原因,重新调整。“精调工作就是这样,需要反复测量、反复调整,直到所有参数都达到设计标准,确保列车行驶的平稳和安全。”谭云补充道。

下午六点,隧道内的灯光显得格外明亮。技术人员还在忙碌着,有的在整理测量数据,有的在检查设备状态,有的在和施工方沟通第二天的作业计划。谭云指着屏幕上平顺的波形图,欣慰地说:“你看,经过精调,这条轨道的偏差值已经达到了标准。”

他告诉我们,深圳地铁8号线(三期)轨道的精调工作任务重时间紧张。“但我们有信心完成。国产仪器的性能越来越可靠,为我们的工作提供了有力保障。”谭云的话语中充满了自豪。

在返程的路上,我回想起今天在隧道内的见闻,深深感受到轨道精调工作的重要性和工人的辛苦。正是他们在高温高湿的环境中,用精湛的技术和严谨的态度,一点点校准轨道的每一个毫米,才为地铁的安全运行打下了坚实的基础。而国产仪器的崛起,不仅提高了精调工作的效率和精度,也为我国轨道交通事业的发展注入了强大动力。

地铁隧道没有军功章,但每一段平稳运行的轨道都是充满匠心的纪念碑。全站仪外壳有些许划痕,仿佛诉说着一种“粗粝的可靠”,恰似对这个时代的趋势——中国制造从“能用”走向“敢用”,国产仪器与中国工人建立了最朴素的信任。与此同时,国产仪器也悄然走向国门,重构轨道交通的话语权图谱。图九

走进崇左

——81.52公里的高铁精调

文/本刊记者 韦彩云



精调师安装棱镜



工务组搬运施工物品

在桂西南的辽阔土地上，崇左以“中国糖都”闻名。无垠的蔗田铺展如绿毯，风过处，涌动着蔗乡特有的生机。它也是一座实实在在的“边关之城”——广西1020公里的陆路边境线，崇左一市便担起大半，533公里的边界线，串起大新、龙州、凭祥、宁明四地，与越南山水相依，阡陌相通。

这紧密的联结，催生出全国瞩目的高外贸依存度（2024年达到207%），抢眼的数字背后，是货畅其流，人便其行。红色记忆、蔗糖甘甜、多彩民族风，在这里沉淀、交融，让这座曾经的边陲小城焕发着活力，成为祖国南疆对接东盟的闪亮门户。

近年来，更深度的融入、更高效的合作、更迫切的人流物流需求，对区域交通体系提出了更高要求。于是，南凭高铁南崇段的到来，让崇左至南宁的通行时间从原来的2小时36分缩短至52分钟，融入南宁“一小时生活圈”，并实现了与全国高速铁路网无缝连接。而崇凭段是南凭高铁的延伸，它的线路宛如一张弓，从崇左南

站引出后，经宁明县天西镇往西北拐一个弯到龙州县，再南下延伸至终点站凭祥东站，正线全长81.52公里。这条时速250公里的“边境经济新动脉”正开展毫米级精度的精调精捣作业，提升线路质量，为南凭高铁今年年底全线开通运营做好准备。

南方高铁承担了崇凭段全部的正线有砟轨道的精测，以及宁明东、龙州、凭祥东三个车站的35组有砟道岔的精测。自精调作业开展以来，南方高铁已投入了3台“组合惯导动态轨道检测系统”（全测小车），高峰的时候更有15名以上的精调师进行测量作业。他们每天每个小组测量任务都在10公里以上，如果是夜间作业，工作时长可能还得加到8小时以上。他们每天穿梭在两条轨道间，用专业和耐心，为精调精捣工作提供最精准的数据依据。目前，崇凭段进入轨道第三遍精测阶段。

6月中，我们从广州南出发，辗转南宁东，抵达崇左南。站台上，带着行李的旅客往来穿梭，其中不少是慕名前往德天瀑布与明仕田园

的游客。站外，直达景区的大巴车和公交车静静停靠，等候着将他们送往目的地。

离开崇左南站后，我们驱车前往龙州。车窗外，是连绵起伏的山峦，覆盖着浓密的绿意。同行的南方高铁同事边开车边说起：“昨晚崇凭段项目部着急用精调设备，我们从广州一路开了8个多小时的车，凌晨四点多到了龙州，设备检查没问题后，刚好赶上他们下一组线路精调作业的使用。”他的声音里带着一丝不易察觉的疲惫。

突然，碧蓝的天空下起了急雨，豆大的雨点密集地敲打着车窗，远处的山峦在雨幕中逐渐变得模糊。没多久，雨停了，乌云渐渐散去，阳光穿过层层白云，洒在远方那一条桥隧相间的轨道。同行的另一位南方高铁同事告诉我们，那就是崇凭段新线路，透过隧道口，我仿佛看到了精调小组于暴雨或骄阳下，与工期赛跑，与零点几毫米较劲。

进入龙州县时，天空又下起急雨，车行雨中，龙州街头人影稀疏。傍晚时分，我们见到了此次项目负责人——艾荣超，他领着我们吃完晚饭后，便驾车前往项目部检查设备。靠近马路的一栋居民小区，二楼的客厅

便是项目部的“主战场”，系列精调设备有序摆放，两张大餐桌各放了几台电脑和一些先前完成作业的资料，以及防暑药品（如藿香正气口服液）、方便面。

此刻，精调小组人员正抓紧核对当天测量的数据，将测好的数据反馈给大机精捣方，艾荣超他们也在一旁仔细地检查各个设备，他们深知，精调是个精细活，差之毫厘，失之千里，每一组数据、每一次调整都必须精准到位，容不得半点马虎。据介绍，截至6月15日，崇凭段线路精测了第一遍、第二遍以及第三遍的大部分区段，累计测量线路里程约480公里。艾荣超指着线路图纸的某一点，说明天带我们去现场看看，感受一下高铁精调作业。

次日上午，项目部的一位同事开车带我们奔赴目的地。阳光正烈，将山野映照得一片明亮。进村的公路较窄，仅容一辆小型车单向行驶，沿着上坡路快速前进着，七拐八弯之后，我们终于在一片甘蔗地上方见到了正在施工的人员，伴随着“轰隆”的机械运转声，有人挑着两桶水泥，有人倒水泥并抹平……而信号塔另一侧就是崇凭段新线，精调小组的人员将全测小车挪动到钢轨上，激光惯导、全站仪、卫星接收器被有序地安装

到小车各个位置,工具、数据线在精调师的手上动来动去。等软硬件调试完毕,他们开始紧锣密鼓地对大桥上新铺设的轨道进行精测。两人推着一辆小车不断前进,对讲机时不时传出指令声,前方两人快速移动棱镜,其余两人负责轨道安全检查,以及随时解决小组作业碰到的问题。

当日气温骤升至33℃以上,头戴安全帽的精调师,汗水顺着他们的脖颈流淌,他们也只是匆匆用衣袖一抹,便又全神贯注地投入测量工作中,眼神中满是对精准度的追求。南方高铁自研的全测小车亦成为他们挑战毫米级精测精调过程中的可靠伙伴,稳稳护航崇凭段新线的质量和通车安全。

轨道精调是高铁新线开通运营前的一道重要工序,主要是根据轨道测量数据对轨道几何状态进行极其精细地调整,使轨道精度达到规范标准,满足高速列车快速、平稳、舒适运行要求。轨道质量指数中,TQI值越小就证明轨道线路平顺状态越好。为了啃下精调这块“硬骨头”,南方精调小组给自己定下了一个小目标——把TQI值控制在2.1毫米以内。要在3个月工期达到这个目标并不容易,尤其崇凭段大部分处于山区,全线桥隧比为85.63%,这无疑增加了施工难度。

站在轨道一旁的谭经理告诉我们,若是按以前精调的方法,全站仪架设整平设站,推着传统的轨道检测仪,逐个轨枕停下来采集数据,一天只能勉强干到2公里,要在短时间内完成目标值是不太可能的。随着南方高铁研发攻克了倾斜设站算法,不断优化与实践,做成系统、标准。现在,全测小车免去了全站仪对中整平。同时还将逐点测量方式转变为整线路线性测量,将测量效率提高至2公里每小时。

此外,为了更贴合崇凭段线路精调,南方高铁也在软件及硬件应用中做了大量的适用性改进,如软件方面增加单点设站、线性拟合、调线拉坡功能,硬件方面增加了轨枕识别器、激光对点等功能。这些便捷性功能极大缩短了精调工期,正线全长81.52公里,传统测量模式大概需要半年的工期,现在只需要3个月内就能完成精测精调的任务。

正如我们眼前所见:全测小车如同钢轨上的“精密扫描仪”,一路快速、精准地采集海量轨道数据。随着小车逐步深入无信号隧道,四周光线昏暗,主控电脑依然实时输出隧道环境下轨道测量数据信息。1435米长的隧道,全测小车不到半个小时就完成了。



精调师在隧道里作业



调试全站仪参数

进入夏季的崇左,雨热同期,精调师与全测小车时常处于烈日与暴雨的环境交锋中。针对这一复杂的天气,南方高铁在仪器稳定性方面下了很大功夫,仪器机身能够有效抵抗高温、雨水等因素的影响。夜晚比白天多了不少的凉意,此刻的蝉声如潮,给寂静的作业增添了一份热闹。头灯发出的微光显得尤为亮眼,伴随而来则是蚊虫也越来越多,只见精调师拿出风油精,随意涂了几下,便继续专注眼前的工作。天空的乌云逐渐堆积,他们加快了步伐,由于新线周边设施还未完善,一旦雨下大了,他们就找不到遮雨点,只能冒雨继续往前测量。

目前他们正在赶被暴雨阻断的工期,有时每天下午6点一直干到第二天凌晨五六点,相当于日落而作,日出而息。夜间作业,除了要防蚊虫,还要防蛇;有时为了那零点几毫米,他们还干到了第二天上午10点,在毫厘之间,精益求精。轨道精调,调的是钢轨的“筋骨”,守的是人民的“平安路”。

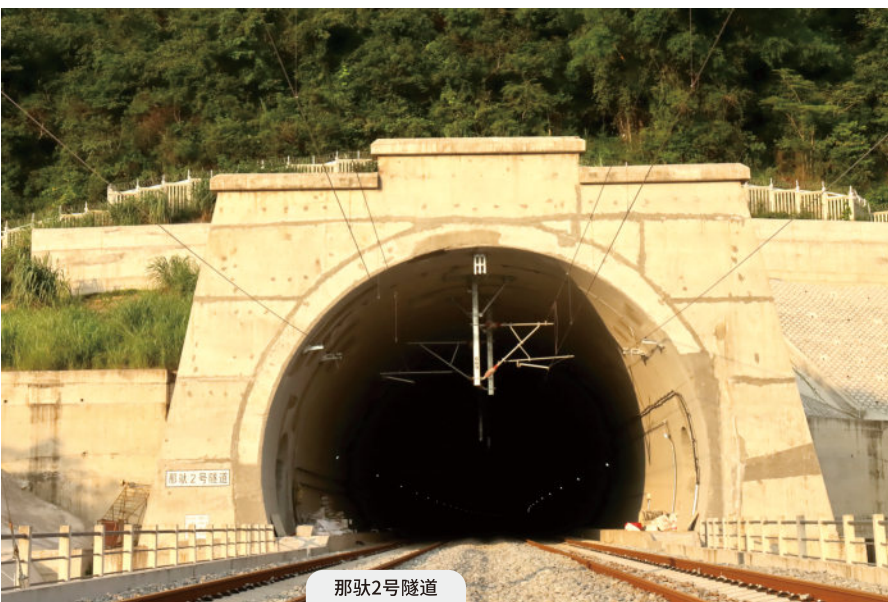
全测小车测量得到的轨距、超高以及绝对空间位置的三维坐标数据等,通过轨道检测数据分析软件进行平顺性指标分析,对超限区段的轨道进行模拟扣件调整,使得被测区段的轨道平顺性满足施工规范的要

求。大机精调方根据这些数据反馈,就可以针对性地将捣固车开到目的地,展开一场毫米级精度的线路“雕琢”。操作室内,工程师紧盯参数,精细调控下镐深度、夹持时间,回检人员紧随其后,对作业线路进行“地毯式”复测,将高低、轨向、水平等指标,精准控制在毫米级之内。

据作业人员介绍,经过精调,南凭高铁崇凭段动态TQI值控制在2.1以下,满足开通运营后动车组运行安全及平稳性要求。南方高铁自研的全测小车和成熟方案,确保了安全性、质量与进度齐头并进,解决了崇凭段轨道精调过程中诸多难点,高质量完成正线全长81.52公里的有砟轨道精测,以及宁明东、龙州、凭祥东3个车站的35组有砟道岔的精测。

从南崇段到崇凭段,南方高铁精调技术不断精进。现在南方高铁惯导小车运用自主软件开发,兼具硬件设计的优势,在全站仪设站方式、单北斗定位、网连接等系统方面进行突破,目前有多种软硬件配套模式,能够更好地服务行业客户应用。

休息间隙,艾荣超说起,早些年,南方高铁项目开展的环境比现在的还要差,如交通阻塞、高原反应等,

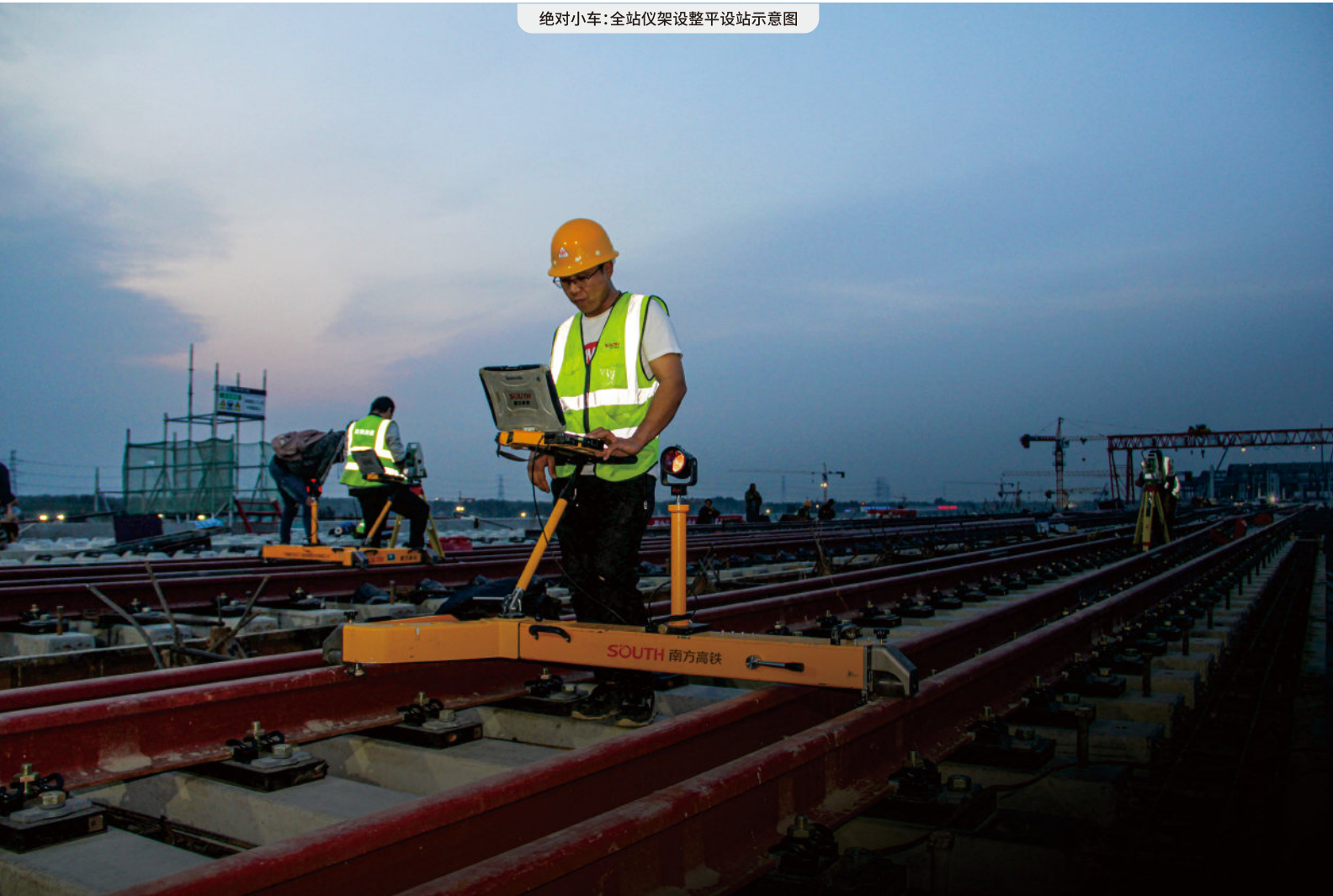


那驮2号隧道

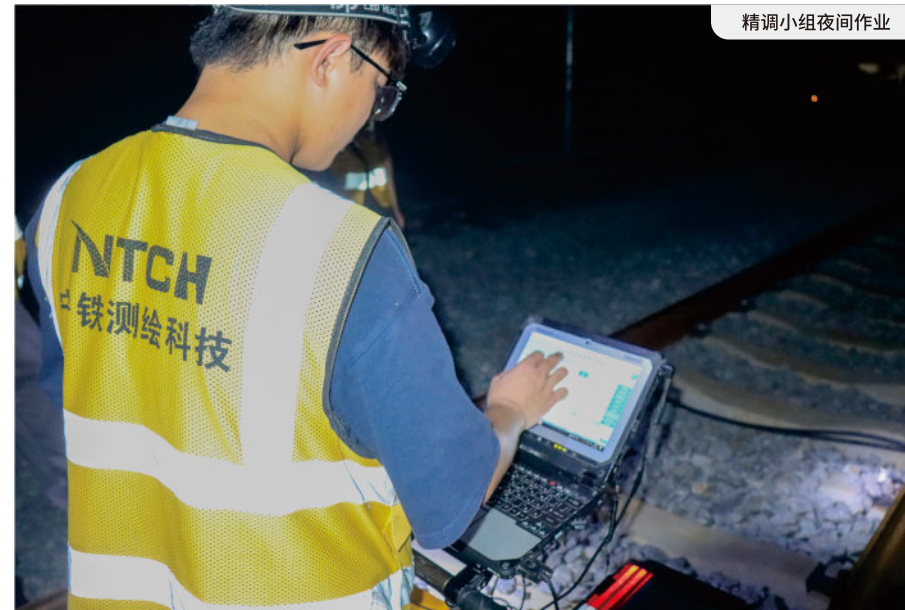


精调师安装激光惯导

绝对小车:全站仪架设整平设站示意图



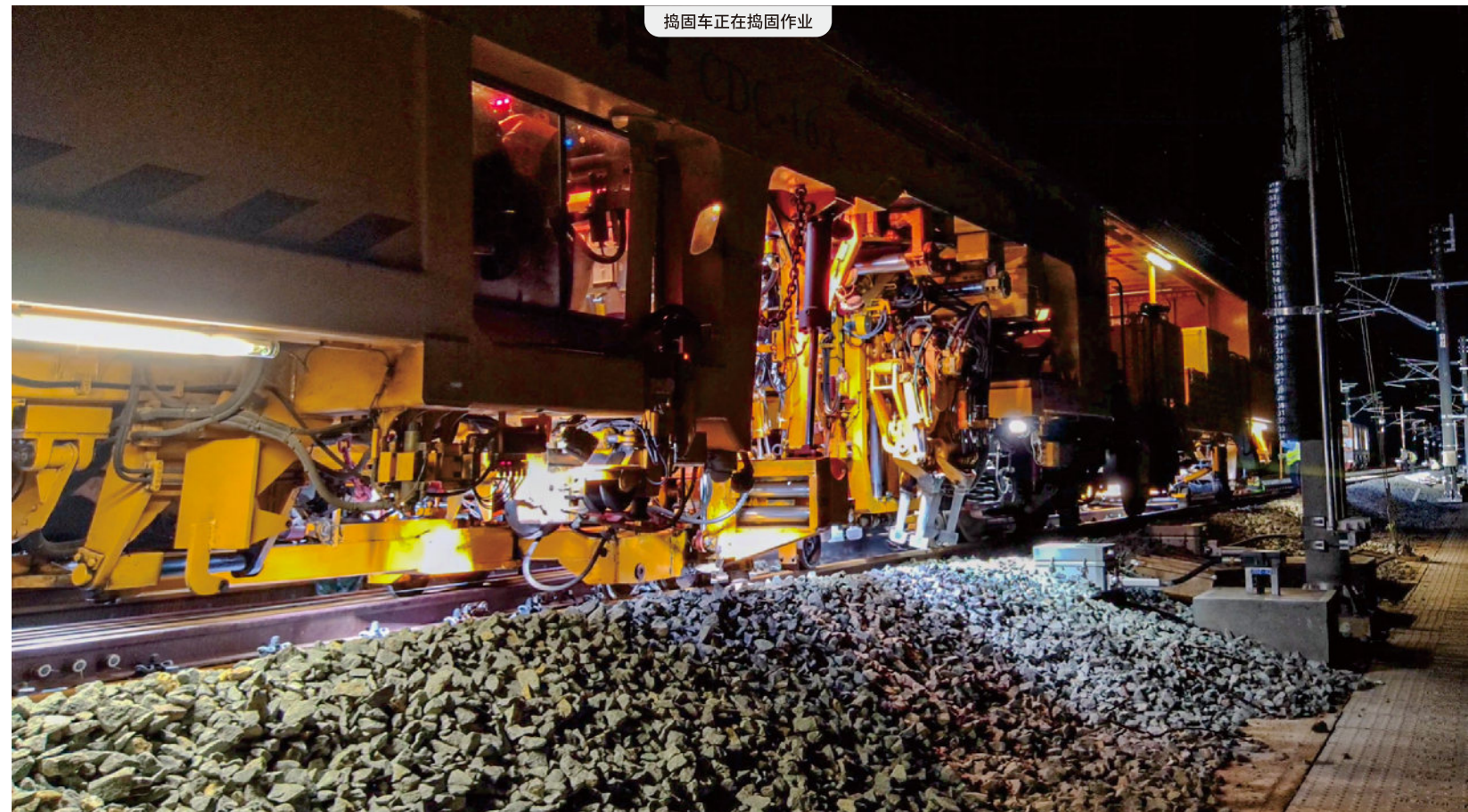
精调小组夜间作业



艾荣超望着崇凭段线路的远方——凭祥东站,心里期待着把这份经过实战检验的“南方方案”,带到全世界的更多地方,为中国速度,稳稳护航。

当一天的工作结束之后,精调师看着电脑里面合格的数据,露出了欣慰的笑容,眼里仿佛看到:一条驱动区域腾飞、联通中国与东盟的新动脉,从南宁驶进凭祥,糖业、旅游等特色产业迎来新机遇。

捣固车正在捣固作业



全测小车:无需全站仪对中整平示意图



甚至听到质疑的声音。那时候,他们就在黔张常铁路上进行惯导对比测试,用惯导测量的数据与常规小车测量的数据进行大规模的数据对比,确保了惯导小车的测量精度,在多条线路搭接段与国外顶级技术从数据质量、软件成果、实操应用等多个方面,做长达10Km的数据对比,用实实在在的测量结果,对各种质疑进行回应。现在国内施工单位期待他们用更多更快的技术进行数据突破。

据介绍,南方高铁正与南宁铁路局、广州铁路局进行企业研发合作意向沟通。

轨道一线正能量

十年如一日，他们踏遍山川江河，与钢轨为伴、与设备同行。

无论是盛夏酷暑还是深冬严寒，紧盯着高铁轨道的每一个毫米级的偏差。

这就是南方高铁精测团队。

十多年的沉淀和深耕，南方高铁独立研发出一系列适应于不同场景的高铁轨道精调设备，

产品应用遍布全国各个铁路及城轨线路。

他们是技术的践行者，更是问题的解决者。

南方高铁拥有广州、南京、沈阳、北京、成都、西安、武汉七个基地，服务面涵盖东北、华北、华中、华南、华东、西南、西北各个高铁建设区域，形成国内服务面最广、业务领域最多的高铁精密测量技术团队，及时高效地提供专业服务。在中国高铁建设的大潮中，他们一直在攀登，每天都在建设一线，撑起时代飞速前进的精度与温度。



广州北站:90后测量工程师的坚守与担当

中央气象台高温黄色预警下，广州北站施工现场的热浪翻滚着扑面而来。正午36°C的高温中，一个笑容灿烂的年轻小伙主动为我们引路——这是南方高铁测量团队给我们的第一印象。推开宿舍门，16°C的空调凉风中传来阵阵欢声笑语，几个95后小伙子正准备开始他们“昼伏夜出”的工作日。

昼伏夜出的“夜行侠”

“我们一般傍晚开工，凌晨收工。”92年出生的队长小黄边切西瓜边介绍。为了避开酷暑，这支平均年龄不到25岁的测量团队形成了独特的工作节奏：傍晚至深夜进行底座板放样和轨枕精调，清晨7点到9点完成数据复测。被问及那台16°C的空调，小伙子们笑着揭晓谜底——“那只是个会送风的摆设”。

工装包里永远装着两套装备：雨衣应对突如其来的暴雨，大伞保护精密仪器。“小雨正常干，大雨小心干，晴天拼命干，夜晚挑灯干”是他们的工作信条。台风天里，六个小伙子挤在三件雨衣下坚守岗位的画面，成为这个夏天最动人的风景。

毫米之间的坚守

在广清城际一标段10公里的施工线上，这群年轻人每天与毫米级的精度较劲。全站仪、轨


检小车、棱镜...这些精密仪器是他们最亲密的战友。“衣服湿透了就当毛巾用，但绝不能有一滴汗落在仪器上。”队员小顾说。

面对施工队粗调不到位导致的返工，他们总是耐心地一遍遍校准。“原本两小时的活，经常要干五六个小时。”小黄无奈却坚定，“再麻烦也得保证数据准确。”

新时代铁路人的骄傲

“这是今年跑的第三个工地了！”说起参与过的项目，小伙子们眼里闪着光。食堂再可口的饭菜，也比不上对家乡的思念。但每当看到亲手测量的轨道不断延伸，所有的苦累都化作了自豪。

作为“广清一体化”的重要工程，广清城轨实现清远到广州花都25分钟直达。在这条38.36公里的线路上，90后测量员们用汗水书写着属于新时代铁路人的荣光。

从成渝铁路到青藏“天路”，从京九线到武广高铁，中国铁路的每一步发展都凝聚着测量人的心血。如今，这批90后接过前辈的接力棒，在钢轨间续写着“交通强国，铁路先行”的新篇章。他们用专业诠释责任，用乐观面对挑战，用实际行动证明：这就是新时代铁路青年最美的模样。

(本文成文于2019年)

深圳地铁6号线:精调毫厘筑通途

金秋筑梦,星河为伴

金风送爽,丹桂飘香,深圳的秋天洋溢着丰收的喜悦。在这座以速度著称的城市里,地铁6号线的建设者们正以“夜夜笙歌”的干劲,将汗水凝结成钢轨上的精度,将匠心铺就成城市未来的通途。

作为深圳地铁网络的重要动脉,6号线一期工程从深圳北站延伸至松岗站,全长37.85公里,设站20座。其中,南方高铁负责的施工段自观光站至松岗站,正线长度16.221公里,涵盖12站11区间。这里既有高架段的凌云之势,也有地下段的穿隧之艰,而测量团队的任务,正是用毫米级的精度为轨道“定脉”。

毫米之争:精调中的匠心与科技

长轨精调是轨道施工的最后一道关卡,也是南方高铁测量团队面临的终极挑战。轨距、超高、轨向的误差必须控制在1毫米以内——这相当于一枚硬币厚度的苛刻标准,考验的不仅是技术,更是耐心与信念。

起初,团队使用轨检小车逐枕测量,一个班组一天只能推进800米,汗水浸透工装,脚步从未停歇。后来,惯导小车的引入让效率飞跃至日均3公里,但地铁环境的复杂性让新技术屡屡“水土不服”。经过反复调试与改进,团队终于攻克了高架段与隧道段的适配难题,让科技之力与传统经验完美融合。

“现在是用高铁的标准修地铁。”项目负责人张仇富的语气沉稳而坚定。这位从成渝线沉降观测起步的“老测量”,用8年时间从普通工人成长为独当一面的负责人。他深知,精调不仅是数据的较量,更是管理的艺术:24小时轮班作

业、多专业交叉施工、突发问题应急响应……“我们就像一块砖,哪里需要哪里搬。”张仇富笑言,可这“砖”背后,是无数个凌晨的星光、被雨水淋透的衣衫,以及烈日下为仪器撑起的那把伞。


攻坚克难:黑暗中的光芒

在地铁6号线的建设中,困难从未缺席。地下隧道内,未贯通的区间、积水的坑洼、蚊虫的骚扰与昏暗的光线交织成“战场”;高架段上,突如其来的暴雨和酷暑又让仪器与人同时经受考验。“人淋湿了没事,但仪器必须第一时间保护好。”队员们话朴素却有力。

更艰巨的是技术创新——GRTSIII型轨道板精调是深圳首例,橡胶板底座减震技术从高铁移植至地铁,绿色环保装配式无砟轨道技术更是国内地铁首次应用。这些“第一次”背后,是团队边学边干的勇气:从角点放样到隔离器定位,从轨检小车复核到数据反复校准,每一步都写满了执着。

通途可期:连接未来的脉搏

交通,是城市的血脉,建起来的深圳6号线串联起龙华、光明、松岗等片区,让曾经偏远的居民步入“地铁时代”,为粤港澳大湾区的交通布局注入新动能。

那些星光黯淡的深夜,测量队员的身影依然如常——他们头顶星河,脚踏铁轨,用毫厘之间的坚守,丈量着城市未来的尺度。正如张仇富所说:“从没有轻而易举的路。”但正是这群“不惧岁月长”的筑路人,让每一条路,都成了奇迹。

(本文成文于2019年)

京张铁路:华北风劲处,长作测绘人

河北省张家口市是典型的温带大陆性季风气候,春季干燥多风沙,已近4月,张家口的山仍然没有被青翠覆盖,凛

冽的西北季风依旧肆虐着光秃秃的山顶。从北京西站出发,沿着京藏高速往西北方向一路走130多公里,便到达了张家

口的下花园区。

下花园区早晨7点钟,两室一厅的宿舍里,操着东北口音,身材偏瘦的23岁广西小伙蓝唯城便开始叫醒其余10个仍在熟睡的同事们。自前一年进入公司工作以来,在领导的关心和队员们的帮助下,他已从刚刚踏出校门的青涩毕业生逐渐成长为具备扎实专业知识技能的一名合格的南方人。一番洗漱之后,带着司机从指定餐厅提前预订好的早餐,忍受着零下十度的室外体感温度,队员们到下花园区中铁三局铁路段开始了又一天的测量工作。

他们负责的京张城际中铁三局长轨精调项目主要在京张城际铁路线进行。京张城际铁路又名京张高铁,起自北京北站,越过官厅水库,途径沙城、下花园、宣化,抵至河北张家口南站,全线长约174千米,该铁路建成后,将是世界上第一条时速350公里的高寒、大风沙高速铁路,届时,乘动车组列车从张家口到北京的时间将缩短到40分钟至1小时。

张家口地势西北高,东南低。下花园区恰好位于张家口东南部,处于风口处,风沙巨大,年均气温较低。有时黄土飞扬、风沙漫天,队员们穿上军大衣,戴上棉口罩也无法阻挡。肃杀的5级大风透过破烂的还未来得及缝补的军大衣,吹得同事们哆哆嗦嗦,面庞发紫。“这气温已经算好的,听队长说,年前零下27度,还是夜晚施工。”来自成都的张博文哆嗦道。尽管已如此寒冷,但为了缩小误差,方便操作,队员们也没有戴上棉手套,任由手指冻得通红,搬七十多斤的仪器时手指头几乎没有知觉。

“今天测7组,快2000米。”随行的鹏哥一听到从队长嘴里吐出的两个数字,惊讶地喊道:“你是想钱想疯了吧。”蓝唯城确实“想钱”,没有什么娱乐活动,自然也没有其余的支出。“攒两万准备回广西宰羊吃,老家那边羊便宜。”蓝唯城咧咧嘴,半开玩笑地说着。

工地上每天的午餐都是在指定的饭馆提前预定好之后,由司机送到工地的。团队共11个人,分成了三组,每组人在不同的工地,每个工地之间距离也比较远,而司机只有一人。饭菜送到工地的时候,已经凉得难以下咽,队员们也不介意,随便找个没有火车经过的轨道,几


个人或蹲或坐,歪歪斜斜地开始吃午饭。午饭8块钱一顿,一荤一素,这已经是他们找到的最便宜的一家饭馆了。吃完午饭,他们继续干活,中午也不休息,因为如果中午休息,队员们就得在气温更低的晚上加班赶活。

蓝唯城的东北口音得益于鹏哥以及和他年纪相仿的同宿舍另外几个东北小伙的“熏陶”。事实上,不止是他的口音变了,同宿舍好几个小伙的口音都染上了东北方言的腔调。宿舍的关系很好,遇到阴雨天气无法施工时,他们会为了暖暖身子,偶尔会去附近的餐馆吃火锅炖鸡,但大多数时候都会在宿舍好好休息一番,一起聊聊天,打打游戏,珍惜这为数不多的“放假”时刻。有一次,蓝唯城正在和成都的陈志强聊着天,聊着聊着,对面就传来了鼾声,也许是太累了,手机砸到陈志强脸上都没砸醒他。

团队里的小伙子们并非都是学测绘的,92年出生于铁岭的工程人员窦强就是学电气出身的,之前在一家工厂当设备看管员。刚踏上测量的工作岗位,窦强对于测量这个专业性强、技术要求高的工作有些无从下手,感到有些迷茫和不适应。“有些东西刚开始理解挺难,后面是跟着看,跟着学,用了心学就觉着会快一些。”窦强把烟嘴咬掉,让烟味变得更冲一些。通过勤于学习以及虚心向其他队员们请教,他已成为团队里的重要人物。

“跟家里人说啥啊?家里人都知道我们有吃有住有活干,不知道的是这边天气非常恶劣,工作也累得很。”甘肃的李鹏深吸一口烟,把头埋进了胸膛里。来自天南地北的11个人,揣着不同的生活习惯,组成了这个温馨的宿舍,这个小窝承载着他们的温情与汗水。

京张铁路全线约174千米,整个项目总共需要他们测量8遍。漫长的工程线路、恶劣的测量环境给他们的工作带来了不小的挑战,即便如此,他们也得秉着强烈的责任感一步一地测量,一步一步地完成工作。蓝唯城们把他们的青春与热血洒在了高速铁路上,洒在了华北的寒风之中。

临走之前,鹏哥朝着工地大喊了一声,向着队员们挥了挥手。远处的白桦树迎风摆动,似乎也在向他们致敬。

(本文成文于2018年)



陈军院士:智能化测绘的发展探讨

文/本刊编辑部 综合整理

编者按:

6月,第四届智能化测绘发展研讨会在广州成功举办。

本次研讨会由自然资源部科学技术咨询委员会测绘与时空信息专业组、中国测绘学会指导;广东省测绘学会、中国测绘学会智能化测绘工作委员会、莫干山地信实验室主办;中山大学、南方测绘、广东省国土资源测绘院、广州市阿尔法软件信息技术有限公司、广州市城市规划勘测设计研究院有限公司联合承办。

来自政界、学界、业界的500余名代表齐聚羊城,围绕“数智领航 协同创新”主题,共同研讨从数字化测绘向智能化测绘发展的新理论、新技术和新方法,交流智能化测绘研究的最新进展和典型应用,推动关键技术攻关和产业应用的协同创新发展。

大会主席、中国工程院院士陈军,中国科学院院士叶嘉安,中国工程院院士李清泉,浙江大学教授朱强,广州小鹏汽车科技有限公司时空数据技术总监贾月飞,武汉大学教授闫利分别在大会主论坛作主题报告。本刊精选嘉宾部分精彩发言,以供交流学习。



2025年,受自然资源部委托,任自然资源部科技咨询委副主任兼测绘时空信息组组长的陈军需要牵头做两件事情:一是“十五五”的测绘地理信息科技预测;二是第7次国家科技预测时空地理信息子领域预测。

陈军始终认为,时空信息大有作为,测绘是产出时空信息的手段,时空信息可以在数字化发展和高质量发展方面发挥重要作用。但现在面临的现实问题是高质量时空信息的供给不足,高层次时空分析的能力不强,高水平时空赋能的手段短缺,所以必须要有创新发展。

当时以此需求列出若干方向:动态时空基准、时空数字孪生、地理信息安全、智能化测绘等。这些方向的未来发展愿景是什么?未来的测绘是什么?是无域不达的时空感知,无时不在的时空连接,无时不用的时空计算,无所不及的时空智能,无限可乘的时空安全。

彼时,自然资源部副部长庄少勤就说,就像科技预测,面向生态文明未来的发展趋势,预测行业和技术未来的发展前景。在整个过程中,陈军最大的体会是要拥抱人工智能的数字化时代,推动智能化测绘的应用:时代呼唤智能化测绘。

党中央、国务院提出,要构建从森林到海洋的

天空地网一体化的监测体系。现在虽然有很多监测体系,但是用户经常找不到完备的数据,做不到全面动态感知。要想做到无域不达的时空感知必须要通过智能化提升自主化协同、实时化处理的能力。

最近自然资源部在大力推动一张图建设,希望通过数字化的描述、空间化集成、时空化孪生实现跨层级、跨专业的信息共享、协同工作,推动整体的智能化治理。而这里最重要的是要能够打造统一的时空底座,不仅是二维、2.5维,还应该是三维的,能有效关联各种测绘地理信息,支撑时空计算与时空智能。但是如何构建全域的实景三维数据空间,也需要智能化的手段。

无时不用的时空计算,在陈军理解看来,是测绘将来发展到最后一一定要打造类似于国家电网一样的时空计算网,让广大用户像用水用电一样,能够用到时空地理信息。用户非常便捷地调用整合各种数据、算法、模型,实现数据的动态发现、处理的动态构建、知识的动态推动,要做这个就要打造智能化的计算平台。

无所不及的时空智能。当将来有了数字化一张图空间以后,能支持国土空间开发保护利用各项的管理业务,支持低空经济,实现物理空间、信息空间、社会空间的实时互馈、动态调控,需要结



中国工程院院士陈军

合数字化和智能化的手段,发展时空型的混合智能计算范式就是以知识为引导、数据为驱动、算法为基础服务支撑,不止是开发语言大模型,还要发展时空智能计算。陈军说,要做到这点,必须把测绘的自然智能和机器智能结合,或者自然资源管理把空间的智能、人的智能、机器智能结合,才能解决这个问题。

无隙可乘的时空安全。当下数据很多,但并不是都能用。一是要打造一个全域的数据空间会面临很多问题,比如保密的问题。保障信息安全有两个渠道,一个是政策,二是靠技术创新。该保密的继续保密,该放开的放开,需要发展智能化监管。陈军说,未来整个时空信息的发展和自然资源的整个应用都需要实现全数字化转型。

智能化测绘的概念提出已经有几年时间。智能化测绘发展研讨会从萌芽发展到起步阶段,这次是第四届。在陈军看来,智能化测绘不是一个简单的技术设计,既涉及理论创新、技术突破,也涉及学科协同、政策保障。前三次的智能化测绘发展研讨会重点是讨论智能化测绘理论与方法,接下来主要讨论赋能测绘生产服务的机制与路径,需要研制智能化测绘的生产技术体系与服务体系。

陈军说,政府做好顶层技术设计,引导跨学科的创新研究,促进产学研良性协同,营造良好环境。他认为,前几届讨论会属于思想发动、方法研讨,从这次会议开始逐步推动往生产实践和装备升级方面走。


未来,一是希望发挥国家自然科学基金重大项

目的引领作用,这是以测绘名字拿到的第一个国家自然科学基金重大项目,由几所大学和单位参加,来之不易。2024年,《测绘学报》组织了智能化测绘专刊,文章质量比较好。陈军希望自己牵头写项目的总文章,其他课题负责人充分交流,一起提供更多的理论支持。

二是要推动智能化测绘的工程化应用和产业化应用,比如如何支持国家级、省级、市级的时空信息资源建设与更新;如何支持政府的核心应用;如何协调上下游,通过产业化推动高技术的产业化应用,就像机器人一样做成商品、产业化。前不久,自然资源部相关领导特别关注智能化测绘体系相关问题,如项目成果如何支持自然资源部的全球测图和一张图相关项目建设。陈军说,这些需求都要充分考虑进来,比如测绘生产体系与服务体系如何更好地推动智能化测绘仪器装备研制。“写文章是需要的,但我们不能光写文章,要从生产实践中来,到生产实践中去。”陈军说道。

三是打造智能化测绘的创新基地。国家在推动数字化测绘的过程中有武汉大学和中国测绘科学研究院两个基地。如今智能化测绘阶段在莫干山建立地信实验室并于2024年成立智能化研究院。这个研究院涵盖技术体系、核心装备、行业应用,主要分成四块:智能化测绘生产体系、智能化测绘服务体系、智能化测绘应用体系和智能化测绘理论支持体系。陈军坦言,希望通过智能化测绘发展研讨会的召开,推动培养一大批复合型的创新技术和管理人才,因为人才是第一位的。

经过多年发展,以空间定位、对地观测、地理信息为核心的时空信息技术取得了长足进步,与相关科技的交叉融合渐成常态,信息的获取、处理和服务能力显著提升。但是,面对精细程度、时间频度、服务方式等方面的新需求,时空信息技术仍存在较大提升空间,如高质量时空信息供给不足、高层次时空分析能力不强、高水时空赋能手段短缺等。要破解这些难题,需要将时空信息与人工智能深度融合。为响应国家加快地理空间信息基础设施建设的战略部署,推动智能化测绘技术创新与产业融合,第四届智能化测绘发展研讨会在广州召开。

智能化测绘发展研讨会是中国测绘学会智能化测绘工作委员会举办的年度高端技术研讨会,目前已成功举办三届。本届智能化测绘发展研讨会围绕“数智领航、协同创新”主题,深入探讨智能化测绘的新理论、新技术、新方法、新装备、新应用,以及智能化测绘教育相关议题,以创新为驱动、应用为牵引,全方位助力智能化测绘领域的协同创新发展,为天空地海网一体化感知体系和自然资源一张图构建等提供技术支撑。

根据中国工程院院士陈军在“第四届智能化测绘发展研讨会”的开幕致辞录音整理,内容有删减,内容未经本人审核。



报告现场

从2D到3D的城市规划和管理

文/本刊编辑部 综合整理

我国自2013年起智慧城市建设领域成效显著。智慧城市以智慧、可持续、低碳、绿色为核心发展方针，契合当前城市建设需求。2023年数字中国建设战略的推进，进一步强化了测绘工作的支撑作用。

追溯智慧城市发展历程，其演进与技术革新紧密相关。1985年前后，依托计算机和局域网技术，地理信息处理逐步摆脱对大型计算机的依赖。1986年，香港政府成立土地信息中心(LIC)；1987年，广州市城市规划自动化中心设立，开启政府主导的数字地图建设序幕，随后全国各城市陆续跟进。1995年，陈军院士领衔的国家基础地理信息中心成立，为全国地理信息整合奠定基础，极大影响了城市规划工作——精准且更新及时的地图是规避规划问题的关键。

我国在该领域发展速度领先海外，依托高效的数据收集与政府化管理模式，许多海外需三年完成的项目，国内一年即可落地。1995年互联网普及后，网络与电话上网成为可能，“智能城市”概念初步形成。2010年左右，随着手机、传感器、WIFI的广泛应用，真正意义上的智慧城市正式诞生。当前，GIS与传感器、ICT、WIFI融合已成基础，未来将迈向6G、IoT、人工智能、机器人、自动驾驶等技术驱动的颠覆式发展阶段。

城市本质上是三维空间实体，但此前规划多基于二维技术。随着建筑信息模型(BIM)的发展，三维数据支撑能力显著提升，未来将实现从单栋建筑BIM到区域

DIM(区域信息模型)，再到全城级三维模型的演进。不过，标准化问题亟待解决：GIS标准已相对成熟，但BIM与CIM(城市信息模型)标准尚未完善；此外，城市中90%的旧建筑缺乏BIM数据，成为三维化推进的阻碍。

GIS的优势在于近乎实时的更新能力，但实景三维面临动态更新难题——城市环境持续变化，如何高效维护三维数据时效性是关键挑战。未来GIS将形成3D与BIM融合的体系，地图应用将走向虚拟现实与增强现实结合、室外室内一体化的模式，目前该方向已取得初步进展，但在增强现实与可视化精度上仍有提升空间。

相较于二维数据建设，3D智慧城市地理空间数据的构建需投入更多时间与精力，目前尚处于起步阶段。回顾历史，1987年香港启动基础地图数字化，耗时十年完成；广州同期启动相关工作，于1991年竣工。如今虽有先进技术支撑，但全国范围内的三维数据建设仍是全新课题，堪比1980、90年代的行业变革。

2021年，香港特区政府推出空间数据共享平台，已实现三维化应用。其实景三维地图建设虽因地域狭小相对容易，仍耗时近三年。该平台可将政府办公楼转化为三维导航地图，为3D GIS应用提供示范。在陈军院士主导下，我国实景三维建设正在推进，深圳、广州等城市已取得阶段性成果。



中国科学院院士叶嘉安

3D GIS在智慧城市中的应用已渗透到多个领域，包括可视化三维地图、实景旅游、实景导航、城市设计、景观规划、实景游戏、室内导航及实时管理等。尤其在低空经济领域，无人机路径规划、隐私风险评估、实时监控、噪音估计等均依赖实景三维与3D GIS的技术支撑，该领域有望形成庞大产业。

3D GIS技术已发展近20年，2020年“虚拟伦敦”项目虽显简陋，但标志着从二维到三维的跨越。三维地图的核心价值在于提升居民出行与商业活动的便利性：在城市规划中，政府主导的实时更新三维平台可提供精准参考；在公众参与层面，实景三维能直观呈现规划对居民的影响，降低抽象地图的理解门槛。

在具体场景中，三维地图的作用显著：城市更新中，居民可通过实景三维直观判断新建建筑的高度、外观是否合理；房地产领域，结合AI可量化房屋景观指标(如60%以上的日照要求)；城市物理特性研究中，能精准分析建筑材料的热导效应与外墙的关联；还可通过三维体块分解实现建筑风格分类。

对比来看，谷歌地球2005年便推出三维功能，但因更新滞后存在局限性(如显示伦敦会场为两年前的工地状态)。政府主导的三维地图则强调实时更新，香港规划署2020年版本精度不足，而地政总署最新实景三维通过AI优化，精度显著提升，凸显精度对规划应用的重要性。

导航场景中，实景三维可预先展示路径细节，解决平面地图的理解难题。例如，司机通过实景三维能清晰判断转向；东莞2023年推出的地铁出口立体示意图，有效解决了平面地图密集信息导致的识别困难。未来三维地图需在简化信息呈现上持续优化，以提升导航实用性。

在数字孪生城市建设中，实景三维大幅提升了可视化的真实性，摆脱了二维地图的抽象性；时空信息云平台已实现全实景三维化呈现。在数据发布方面，香港政府采用多种模式：网格模型(Mesh model)基于3D Tiles格式，借鉴游戏引擎技术；单体化模型通过KML格式发布，可整合BIM信息化数据。三维数据的发布格式选择是行业需重点考量的问题。

3D GIS发展面临多重挑战：管理主体方面，目前倾向由国家自然资源厅统筹；优先级划分上，需明确哪些建筑应优先构建BIM模型，避免全面铺开；精度控制、国家标准制定(如实景三维技术标准)是基础保障；地址体系需升级，3D地址标准化(如房间标识)有待探索；数据更新是核心难题，需建立高效维护机制——不同于传统GIS由数据中心统一更新，建筑外墙频繁翻新等动态变化难以实时捕捉，可探索众包与公众参与模式(如利用车载摄像头构建监控系统)，智慧出行的复杂性也对更新机制提出更高要求。

尽管3D GIS建设面临标准化缺失、旧建筑数据匮乏、更新机制待完善等难题，但香港的实践，深圳、广州等城市的探索已为我们提供了宝贵经验。随着技术深度融合创新，实景三维与3D GIS的应用场景将不断拓展，其价值将日益凸显。

相信在全行业的共同努力下，我国的3D城市规划与管理必将迈向更高水平，为城市可持续发展与人民美好生活提供更坚实的空间信息支撑。

根据中国科学院院士叶嘉安在“第四届智能化测绘发展研讨会”的《从2D到3D的城市规划和管理》主题报告录音整理，内容有删减，内容未经本人审核。

李清泉院士：动态精密测量技术及工程应用

文/本刊编辑部 综合整理

当前工程测量已突破传统范畴,向更广阔的应用领域拓展。在基础设施安全运维中,其所面临的¹最大挑战是变形测量,我们将其归纳为三类:瞬时变形(结构变化)、表观变形(完好性)和内部变形(结构完整性)。我国幅员辽阔,基础设施分布广、规模大、类型多,在变形测量过程中所涉及的指标也非常多,精度要求、环境恶劣使得变形测量难度加大,我们面临的挑战更多是怎么样能够“快、全、准”。

传统测量手段在效率、精度及装备层面面临瓶颈,很难满足大规模基础设施安全运维变形测量的要求。这么多年来,我们一直在做动态精密测量技术研发及工程应用,融合测绘工程、电子信息、计算机等多个学科,将多种测量传感器集成到机载、车载、轨道车等移动平台,通过两大理论支柱(动态时空基准的建立和维持、多元多尺度数据的配准与融合),针对不同的变形实现不同的测量技术创新,研制出自主的测量装备,服务于大规模的基础设施安全运维。

瞬时变形动态测量

在基础设施瞬时变形领域,传统测量方法难以捕捉轨道刚度、道路弯沉等动态变形。于是我们通过结合力学模型将不可直接测量的动态变形,转化为可间接测量的变形速度,基于弹性地基梁理论构

建数学模型,由此研发系列测量装置(国内首台、全球唯二),通过多传感器测量载荷下的变形速度并反演变形量,实测精度优于静态测量,满足国家道路弯沉动态测量的应用需求。

该技术也被应用于高铁轨道离缝测量,替代传统的目视检测,通过测量列车通过的轨道刚度动态变化,反映轨道板离缝情况。这方法也能实现轨道在载荷作用下变形速度的测量,通过变形速度反映变形量,最终分析出轨道板离缝与脱空的现象。目前我们正在与中国铁道科学研究院合作扩大测试范围,并进一步集成雷达等传感器,实现道路综合承载能力的评价,满足未来需求。

针对台风中高楼、桥梁的高频变形(如虎门大桥涡振),传统的测量装备(GNSS、全站仪)无法响应,我们提出了惯性视觉测量的方法,融合惯性来解决传感器姿态稳定的问题,以及视觉测量来捕捉被测对象的变形,通过连续组合式的模式,实现大范围的动态连续测量。例如我们跟合作伙伴一起研制的惯性视觉测量相机(全球首款),搭载红外、可见光、DSP、AI等模块,它输出的不是一张图像,而是变形值,支持合作/非合作靶标、30~60Hz高频采样,以及“白+黑”连续24小时作业模式,可以按固定状态、智能状态、自适应状态来作业。该设备已在广州/深圳地铁、香港/深圳高层建筑等应用,以及大跨桥梁连续动态变形测量。



中国工程院院士李清泉

表观变形动态测量

我国基础设施的表观变形检测面临多指标、高效率的双重挑战。以高铁为例,夜间检测窗口时长制约列车密度,如一天中,日本高铁最多开行220对,而中国只能开到190对,若要缩短夜间检测窗口时长,效率提升是关键。

我们应用了多源数据融合建模与变形智能解译的理论方法,主要解决多源数据时空配准、校准融合以及三维建模。在三维建模基础上,我们提出了基于数据驱动和模型驱动两种方法的变形指标分析提取方法,模型驱动主要针对已有的标准化、模型化的对象(如高铁构件),而数据驱动解决的是隧道表面裂缝、路面破损等不规则模型问题。通过建立的三维模型和分析方法,就能

够实现被测对象一次测量多种指标。

此外,我们团队还研制测量型传感器,如激光雷达、高精度结构光等,为表观变形动态测量提供很好的传感器支持。同时,攻克地下/水下动态测量基准与传感器移动过程中高精度同步的难题。由此衍生的系列移动测量装备,覆盖了路面、隧道、轨道、管道、桥梁等场景,不仅能满足国内需求,还能出口到北美、中东、南美等市场。在施工阶段,川藏线应用了变量铣刨技术,通过掌子面三维建模指导无人化施工,提升道路平整度。

过去几年,我们还突破了优视摄影测量技术,也是受张祖勋院士提出的贴近摄影测量技术的启发,贴近摄影测量可以解决无人机摄影测量高清获取观测对象照片的想法。在这个基础上,我们联合计算机学院的老师,

基于图形学理论提出优化视点的摄影测量,以最少的照片、最优的视角、最完整的覆盖来实现被测对象高精度、高分辨率的无人机摄影测量,有别于传统摄影测量用多镜头、多照片、大算力的思路。该技术已运用到水闸底部,建模后,发现隐蔽区域建模的精细度是非常良好的,不需要人工干预。同时,它还能进行特定航线的飞行,通过对病害分析能够进行反向定位,从而找到这些病害。这项技术已经用到大型射电望远镜、文物修复等不同领域的实景三维建模。

内部变形动态测量


工程测量领域存在很多“人进不去,或者设备进不去”的场景,例如大坝内部(特别是堆石坝)、城市排水管道等。城市90%的地陷是由排水管道破裂引起,针对这一问题,我们团队设计了一代无动力胶囊,将它放在排水管道里,随着水流扫描排水管道,通过分析图像找到管道变化,为排水管道维修提供数据支撑。突破无水环境限制,二代无动力胶囊自主规划路径实现全管道扫描。

堆石坝的变形量非常大,300米高的大坝沉降要达到3米左右,3米的沉降,让传统的位移计、静力水准仪内部变形量存活率不会超过年,如何破解大坝百年监测困局,我们提出的新思路是在堆石坝里埋设柔性管道,通过柔性管道的变化来反推大坝内部变形。这方法利用了高精度惯性测量技术,通过不断优化一代被动式/二代主动牵引式机器人,让其在管道里面自由走动,同时把它的体积变得更小,于是管道直径也从20cm缩小至10cm,以便于在各类大坝里面进行布置。

对于设计复杂的水工隧道(如引水洞的斜井、竖井),我们研究了引水水工隧道内部检测装备,组合小车、气球、无人机等,实现水利工程特别困难场景下的精细化内部变形测量。同时,在北京冬奥速滑馆1.2万m²冰场,我们利用高精度惯导,类似于大坝内部测量的原理,测量侧线,做平面拟合,指导混凝土浇筑和打磨,完成了世界上最平的冰,而且这届冬奥会是历史上冬奥会破滑冰纪录最多的一次。

我们还把相关技术运用到深中通道的沉管对接,我们使用了水下摄影测量方法,在2~3米范围内实现毫米级精准的对接测量,并且能够指导它的整个对接作业和它的整个沉管对接的施工装备,实现了1.6万吨、160米长、40米宽、11米高的“庞然大物”在海底能够毫米级精准对接。

最近,我们正在开展未知空间自主测绘技术工作,这是未来智能化测绘很重要的一个方向,希望能在这个方向做一些工作。当然,未知空间很多,这个方向也是国际上很热门的一个方向。我们主要围绕一些科学问题和主要的内容,比如复杂环境下无人机自主探索性测量,它无需遥控器,自主飞行、自主测量,同时对作业完整性有自己的评价,自行判断复杂且困难的场景(如荔枝林),从而无碰撞飞行。如在深大的荔枝林里面,它自主飞行,就不会撞到树上,它扫描出来的数据能够实现精细制图;我们还与广勘院去测绘未开发的溶洞,无人机进去以后,在里面能够自主探索,并且获取溶洞三维空间穴状,这样的作业方式避免人身安全问题;在废弃厂房模拟地震、战争等环境,利用无人机开展作业,强化无人机救灾能力。除了无人机外,我们还进行了多态机器人平台研究,如双足/四足机器人能够实现复杂场景下自适应行走测绘,生成高精度实景三维模型。在水下测量系统方面,包括利用水下潜航器,我们研发的测量装置能够实现水下自主测绘,服务于水下工程、采矿、资源开发等。

我们从事的动态精密测量是测绘领域一个很有“意思”的方向,同时未知空间自主测绘符合习近平总书记提出的“四极”“四个面向”,也符合智能化测绘发展的大方向。同时,像李德仁院士提出的空间智能、时空智能,都是我们未来地理测绘、地理信息领域和人工智能结合的前沿方向,值得大家关注。

根据中国工程院院士李清泉在“第四届智能化测绘发展研讨会”的《动态精密测量技术及工程应用》主题报告录音整理,内容有删减,内容未经本人审核。

人工智能新技术赋能时空智能

文/本刊编辑部 综合整理



浙江大学教授朱强

人工智能新技术正通过大模型的迭代演进与智能体的创新发展,深刻变革时空智能领域,其核心逻辑在于:从模仿人类智慧的“思考艺术”到封装技术的“最后一公里”落地,AI技术正突破时空测绘的固有瓶颈,推动时空智能从理论探索迈向规模化应用。

大模型的八年演进,为时空智能奠定了技术根基。自2017年Transformer理论创新开启新时代,

大模型经历了“基础理论—生成模型—普惠产品—推理模型”四个阶段。2022年底ChatGPT的推出,被称为“人工智能的Iphone时刻”,让AI从“阳春白雪”的学术圈走向普惠大众;而2025年DeepSeek的出现,则标志着大模型重心从生成转向推理。这是向人类智慧取经的结果,“系统1的快思考好比生成大模型,适合写诗作画;系统2的慢思考则对应推理大模型,需要缓慢分析”,其目标是让AI“利用深思


考解决更复杂的问题”。

智能体的发展,成为AI赋能时空智能的“最后一公里”。2024年基于大模型的Agent成为热点,它像“傻瓜相机”一样封装复杂技术,让行业用户“一键获取结果”。新一代智能体包含三大模块:推理规划(大脑)、记忆(存储信息)、工具调用(执行任务),其进化路径可类比自动驾驶等级:从传统软件(纯人工)到Copilot(如Office集成AI),再到L3级(自主决策但需监控),未来将迈向L4级“全自主服务”,正如比尔·盖茨设想的“个人助理式软件”,能自主完成订午饭等复杂任务,“感知环境、自主决策、调用工具,甚至有记忆”。

面对时空智能领域的独特挑战,AI新技术正通过跨学科实践实现突破。朱强坦言,大语言模型直接应用于地科、测绘存在难点:一是“自然语言和符号语言的语义鸿沟”,二是“三维的空间感知能力薄弱”,三是“领域知识的解析和表达困难”,四是“多源跨模态数据融合复杂”。

对此,浙江大学团队展开了针对性探索:

其一,CAKE—3D三维大模型“赋予大模型三维时空感知能力,借助大模型增强定量分析的认知能力”,构建智能计算引擎实现三维场景应用;其二,Route3D运用MoE混合专家系统,通过“Route路由机制融合不同模型优点”,将三维空间感知能力提升“10到20个点”,并建立首个三维感知基准集;其三,与头部企业合作开发端到端时空大模型,支持十天长周期旅行规划等生活场景,迈向L4级智能体;其四,在陈军院士领衔的国家基金重大项目中,构建以“时空型GPT”为核心的时空服务计算引擎,形成“闭环的智能体系统”,协同完成时空自主化服务。

从大模型的推理转向到智能体的场景落地,从三维感知的技术突破到跨模态融合的实践探索,人工智能新技术正以“更自主、更智能”的方式,为时空智能领域注入新动能,推动其从技术创新走向产业价值的全面释放。 

根据浙江大学教授朱强在“第四届智能化测绘发展研讨会”主题报告录音整理,内容有删,内容未经本人审核。

AI发展与自动驾驶地图应用趋势

文/本刊编辑部 综合整理

严格来讲,作为车企,小鹏并不是任一测绘产品的生产方,是一个使用方。今天有幸借此机会和在座的各位,从使用者的角度出发分享自动驾驶地图的机遇与挑战。

正如会议主题,小鹏汽车也坚定选择智能化的发展路径:2021年,小鹏率先推出高速NGP,实现30万公里高速路的成熟辅助驾驶;同年落地记忆泊车,让车辆自主记忆停车场路线;2022年,小鹏攻克城市NGP,应对复杂城市路况。城市道路的路况比高速路要复杂很多,因此在2022年推出城市地图之后,从测绘产品的应用角度,我们在应用过程中发现了非常多的问题。面对复杂的城市路况,地图产品的特有也暴露了出来。后面大家也看到了,业界慢慢开始推动轻图化或者无图化的应用。基于以上改变,2023年,小鹏推出了全场景NGP,可实现“家车位到公司车位”的端到端全自动驾驶。

当你进入到全场景的自动驾驶之后,AI在里面的作用就变得越来越大,对地图产品应用的程度慢慢开始降低。因为全场景NGP实现了场景层面的整合,AI在其中发挥了不可替代的作用。

AI的发展是很快的,正如朱强教授所讲,AI在各行各业都有着非常大的发展,可以说逐渐重塑着各个行业。那么,AI是如何重塑自动驾驶行业的呢?

我们可以将自动驾驶领域分为三大模块:感知、规划、控制。感知指机器替代人眼感知路况,规划指感知完成后车下一步该怎么做,控制指实施执行车辆。可以说,AI大模型



广州小鹏汽车科技有限公司时空数据技术总监贾月飞

成为核心驱动力,自动驾驶中感知、规划、控制三大模块均因AI而升级。尤其在感知层面,AI解决了传统规则代码难以处理的识别难题。通过海量数据训练,车辆对环境的感知范围、目标识别精度大幅提升,更能精准把控“相对精度”(如车道宽度),而非过度依赖“绝对精度”,这直接降低了对高精地图的依赖。


换言之,依托AI的飞速发展,车端智能化水平已达到较高水准,在绝大多数场景下,仅依靠车端智能就能解决原本需要依赖地图才能处理的问题;高精地图在自动驾驶行业中的需求正逐步降低。但这并不意味着地图不再被需要,而是其在自动驾驶中的需求程度正持续发生变化。

立足于车企使用者的需求,传统高精地图正面临以下痛点:场景复杂,现实驾驶中,测绘复杂与自动驾驶复杂并非同一概念;现象性问题突出,道路变化快,两年内10%-20%道路就会发生变化,但高精地图更新时间基本需要半年,无法满足自动驾驶对鲜度的强烈要求。此外,修路、封路等道路突发变化也直接关联行驶安全。

总结来看,地图应用正面临三重挑战——车端感知能力增强降低对地图依赖、鲜度要求倒逼生产模式革

新、车企对地图要素的需求日趋多元。

挑战之下,自动驾驶地图的破局方向清晰,机遇同样显著。首先是地图服务升级。推动“众源测绘”模式,利用海量车辆的局部建图能力,通过云端合并优化形成高鲜度地图,目标实现“天级甚至小时级”更新;分层服务更精细,从基础层(车道线等)转向定位层(路标、建筑等)、行为层(场景化驾驶指令),提升实用价值。其次是数据服务转型。以小鹏为例,我们从“地图部门”升级为“时空数据部”,聚焦数据管理、数据挖掘、数据赋能等,让地理信息数据成为智能驾驶的核心资产。

从依赖高精地图到“轻图化”“无图化”探索,从地图数据到时空服务,在AI与基建加速迭代的背景下,自动驾驶地图正从“静态工具”进化为“动态数据生态”,这不仅是技术的革新,更是整个行业从“测绘产品”向“数据服务”的转型缩影。 

根据广州小鹏汽车科技有限公司时空数据技术总监贾月飞在“第四届智能化测绘发展研讨会”的主题报告录音整理,内容有删减,内容未经本人审核。

智能化测绘技术与展望

文/本刊编辑部 综合整理

测绘为什么要走向智能化?核心驱动力源于社会发展的重大需求。

当前国家高质量发展对多维、动态、精准的时空数据与信息支持需求迫切,要实现目标,就需要实现数据保障实时化、信息处理自主化、服务知识化,但以数字化测绘为主体的技术体系,无法突破这些瓶颈。就像自动驾驶需要实时的时空场景感知与动态决策,数字化测绘的线性思维完全满足不了这类需求,所以测绘向智能化转型是必然选择。

这不是简单的技术叠加,而是涉及理论创新、技术突破、体系构建,还要更新观念、推动学科协同的复杂系统工程。当研究对象从空间信息升级为时空信息,技术上必须实现自主化、实时化、应用泛在化、融合自动化。

那么智能化测绘是什么?我们认为其本质是融合新一代人工智能与测绘自然智能,构建“以知识为指导、算法为基础”的混合智能范式,实现从时空数据到知识决策的全链条升级。这是测绘发展的新阶段。“测绘自然智能”可以理解为人类在测绘活动中形成的感知、认知、表达机理与知识模型,比如让无人机在未知复杂环境里“边飞、边探索、边定位、边完成三维重建”,

单靠数据或模型都做不到,必须结合人类测绘逻辑与机器智能,二者在思维方式、模型特征等方面的互补优势,是解决复杂测绘问题的关键。

从技术特征来看,智能化测绘有五个突出特点。一是驱动机理升级,从单一依赖数据模型、规则和观测数据,转向“数据+知识”双驱动的混合智能计算;二是服务链条延伸,从时空数据升级到时空信息,服务从数据、信息服务拓展到知识服务、决策服务,就像自动驾驶需要的不只是路况数据,而是完整的路径决策方案;三是自主实时性优先,时空信息的价值核心在时效,必须具备快速感知、多维度认知、过程分析和自主决策能力;四是服务模式转型,要从“面向数据”变成“面向问题”,提供情景化、场景化、知识化的解决方案;五是混合智能是必由之路,仅靠物理约束构建的数学模型,根本无法满足复杂需求。

在技术架构上,我们提出了KDAS混合智能计算范式,以知识为指导、数据为驱动、算法为基础、服务为支撑,底层逻辑是在给定目标下,利用已有知识生成解决问题的智能策略与行为。比如构建大模型后,还得搭配智能体解决“有脑无手”的问题,形成“任务知识化-自主解



武汉大学教授闫利

析-分析-决策-执行”的闭环。关键技术上,要重点突破“1+4”体系,“1”是KDAS范式构建,“4”是搭建知识体系、研发方法、开发应用系统、研制智能装备,最终催生各类测绘智能体。

从行业发展现状来看,国内外已形成共识。2025年国际报告显示,地理空间信息行业因技术进步和需求增长显著扩张,其关注重点和团队提出的三维化、知识化、实时化思路高度一致。国际上国家级测绘正从二维转向三维、从数据服务转向知识服务,实时化攻关核心,重点建设地理空间知识基础设施;国内则在构建时空基准与定位、感知与认知等五大体系,目标是改变“以人为中心”的传统范式。

细分领域里,时空大模型虽名词未统一,但核心价值是重构测绘全链条能力,国内已形成“技术研发-工具链构建-生态赋能”闭环;北斗三号让我国时空基准实现从跟跑到并跑,正向更高精度突破;组合导航从单源走向多源,GNSS拒止环境下的连

续定位成重点;空天地协同感知需求旺盛,但自主协同能力弱、数字化处理不足的问题突出;“数据海量、信息爆炸、知识难求”制约着时空场景认知,智能质检相对滞后,高端测绘装备如海洋中深水装备、激光雷达仍有短板,不过部分研发指标已接近世界先进水平。

目前我国智能化测绘已从单点技术突破进入系统化、平台化发展阶段,测绘教育也在向多学科交叉的信息科学专业转型。未来我们要秉持“边研究、边成熟、边应用”理念,推进生产体系重构,重点依托多元数据融合、AI+激光雷达等技术;持续攻关高端装备,推动测绘从“描述空间的工具”升级为“理解与决策空间的智能体”;还要树立“时空信息+”“时空智能+”的创新思维。

根据武汉大学教授闫利在“第四届智能化测绘发展研讨会”的主题报告录音整理,内容有删减,内容未经本人审核。

建设全球覆盖“一张网”，赋能行业北斗规模化应用

文/陈伟(北斗应用与海洋事业部)

《2025中国卫星导航与位置服务产业白皮书》显示,2024年我国卫星导航与位置服务产业总体产值达到5758亿元人民币,北斗系统在多个领域实现了深度应用与创新突破,其高精度定位、短报文通信、时空信息服务等核心能力持续赋能千行百业。在北斗高精度应用方面,南方测绘技术转化成效逐年拓展,实现多个开拓性成果突破,建设多个省市级、行业级测绘系统站点。

测绘地理信息行业建站应用

南方测绘作为中国测绘地理信息行业的领军企业,凭借强大的技术创新与产品研发能力,持续引领测绘地理信息行业向信息化、智能化转型。通过不断探索与实践,成功推动北斗高精度技术的落地应用,为行业转型升级注入了强大动力。

2008年南方测绘在宜昌建设了国内首个国产地基增强系统,打破观测系统被国外垄断的局面;2012年承建玉溪市北斗三星地基增强系统,克服了玉溪地区高海拔、低纬度高原山区、基准站间短基线大落差网络RTK技术难点;2015年承建河南、重庆、云南等省份北斗卫星地基增强系统建设,全面兼容各主流品牌CORS系统及移动站接收机,技术方案通过科技成果鉴定会,被认为达到国际先进水平;

2016年南方将北斗三星观测系统落户老挝,中国CORS应用走向世界。2017年承建国内独具特色平面和高程独立管理的CORS系统,确保高程数据的保密,同时支持用户自动分发的功能,设计方案通过了院士专家的评审;2018年承建山西省连续运行基准网及综合服务系统,国内首个兼容四星系统定位数据的省级CORS系统;2020-2021年承建中国测绘科学研究院北三升级项目,为各省提供全星全频段的差分数据服务,进一步提升系统时间、空间可用性。

在推动测绘地理信息行业转型发展过程中,我们不断攻克技术瓶颈,解决复杂环境下信号弱、定位精度差等难题,实现从硬件设备到软件系统的全面国产化。

行业赋能,生态拓展

南方网从基础设施、数据中心和运行服务等各方面均依据国家、行业相关规范建设要求进行建设。在基础设施方面,采用了先进的通信技术与设备,确保信号覆盖范围广且稳定可靠,基站数据通过专网传输,具备较高的安全性,能够有效避免数据在传输过程中被非法截获或干扰。同时还使用国密算法对数据进行加密防护,进一步加强了数据的



安全防护功能,为用户的数据安全保驾护航,现已经完成相关备案工作。

数据中心在网络安全和数据安全方面更是重点防护,采用先进的安全防护技术和设备,构建了多层防护体系,从网络边界到内部核心,全方位保障数据的安全。相关数据和服务经过严格的安全评估和测试,可满足信息系统安全等级保护第三级的要求,数据保密性、完整性和可用性方面都有着极高的保障水平,能够有效抵御各种安全威胁,确保用户数据的万无一失。

在运行服务方面,采用了云原生的架构,这一架构具有高度的灵活性和可扩展性。通过云原生架构,实现双系统热备,即使其中一个系统出现故障,另一个系统也能立即接管,确保服务的不间断运行,极大地提高了系统的可用性和可靠性。同时还具备自动化部署的功能,能够快速响应用户的需求变化,实现资源的高效利

用和快速配置,进一步提升了服务的效率和质量。

提供的定位服务采用了虚拟格网基准站技术,能够提供高精度、高可靠性的定位服务。通过虚拟格网基准站技术,南方网的定位服务能够满足行业应用的高并发、高负载的需求,无论是在测绘、交通、水利、电力还是其他对定位精度和稳定性要求高的领域,都能提供稳定可靠的支持,为行业应用的发展提供了强大的动力。

南方测绘以行业需求为驱动,持续构建“全域-全时-全场景”的高精度位置服务生态。

在测量测绘领域,基于北斗高精度定位服务,用户可以轻松、快速获取精准位置信息,“秒固定”“超级放样”“智能标记目标点”等功能,让用户快速上手。为验证北斗高精度定位精度,南方测绘在粤港澳大湾区建立北斗区域地基差分服务增强系统,由10个北斗地基增强站



点组成(支持北斗二号B1I、B2I、B3I,北斗三号B1I、B3I、B1C、B2a、B2b),站点北斗接收机采用南方NET S11(C),网内覆盖范围6700km²,平均站间距40km,提供北斗差分定位服务,RTK采用南方创享RTK终端。测试项目主要为,站点数据质量分析测试、坐标框架建立评估测试、实时定位的精度测试时间及空间可用性。经过测试验证,数据质量满足基准站入网技术要求,观测数据完整率均大于95%;基准站网坐标解算重复性精度具备坐标框架维持的能力;实时定位精度满足平面5cm,高程10cm;时间可用性优于97%,空间可用性100%。南方测绘高精度定位产品已经能够在不同城市道路、部分遮挡、树林等环境提供可靠的高精度定位服务,基于多源技术融合及RTK算法的持续优化,复杂环境DBD可用性同比提升30%。

在交通领域,针对现有边坡监测指标多、成本高、系统复杂、精度不高等难题,推出交通轻量化监测预警解决方案,自主研发基于北斗+4G多模通信传输的GNSS接收机,嵌入式高精度算法,提高了GNSS定位精度。非接触式监测,设备高集成、低功耗、易部署,相对以往全指标监测的公路


边坡、桥梁、隧道场景,实现监测指标减少62%,监测点位数量减少55%,实施成本降低68%,运维成本减少65%。

在水利领域,针对水库大坝安全监测,采用南方全新一体化北斗位移栈监测技术,水库大坝提供基于北斗的GNSS大坝安全监测系统,实现对大坝整体进行连续、准确、完整的监测,实现对工程安全运行状态的实时动态全过程监测。在已有案例运行过程中,监测精度达到水平±1.5mm以内,高程±3~±5mm,符合水库大坝安全监测规范要求。

在电力领域,针对带电作业现场缺乏智能化、信息化、可视化、互动化智能装置的问题,分别开展研制包括人体体征监测预警、安全监测预警、作业管控指挥和检修作业管控等装置。对作业现场进行实时管控,对作业难点进行远程诊断和处理,保障工作人员作业安全,为带电作业安全顺利实施提供保障;针对杆塔、电线巡检维护,通过无人机代替人工巡检,配合北斗精准位置服务网络,实现实时厘米级精度定位。在一些无公网环境,还可以利用北斗短报文通信,可实现无信号区域的用电数据回传,高效完成杆塔、电线的精细巡视,提升巡检安全可靠。

在航道水运领域,建设北斗地基增强系统及电子航道图并开发船舶导航平台系统,实现船舶导航服务。内河航运由过去靠经验航行变为靠图航行,实现智能辅助航行,大大提升内河航运的安全性和服务水平,将基于北斗定位差分技术应用于船舶定位,通过日常使用的智能手机就可以实现船舶3米以内的高精度定位。

在海洋工程领域,运用单北斗海上定位,对海上工程施工和海上测量进行实时定位和施工指导,便于对项目进行整体掌握和管理,施工方和监理方在工地项目部(或异地远程)就可实时了解施工机械的状态信息。

在农业领域,用北斗+基站的作业模式,通过在车机上安装北斗导航农机自动驾驶系统,可以利用北斗系统提供的高精度定位信息,实现自动驾驶作业,精准定位,作业轨迹规划,实现厘米级精度,提高了土地使用率并利于后期作业。

演练精兵 实战保障 ——南方应急测绘进阶之路

文/本刊记者 关晓晴

2025年夏季,全球气候异常的态势再次敲响警钟。世界气象组织公告显示,今年7月成为全球有气象记录以来第三热的7月,仅次于2023年和2024年同期;欧盟哥白尼气候变化服务局的数据也显示全球海面平均温度达历史同期第三高,北极海冰覆盖面积逼近历史最低点。

严峻的是,高温似乎只是这场全球性自然灾害的其中一个“战场”。放眼全球,极端天气的冲击不断显现。西班牙46℃热浪致上千人死亡,北极圈内出现30℃高温,英国面临严重野火灾害……着眼国内,情况同样不容乐观,极端天气呈现“三明治”式分布:仅7月份,华北、东北面临强对流天气,京津冀局地小时雨量或破100毫米并伴随10级以上雷暴大风;长江流域持续高温“炙烤”,武汉、南京等地体感温度达45℃;华南多地出现“龙舟水”或台风暴雨引发的山洪地质灾害和城市内涝隐患。

极端天气气候事件频发,不禁让人感慨,天气变得“不同寻常”。可“极端”与“频发”的概念本不应同时出现,极端天气成为常态似乎成为即将到来的现实,一场全球性的自然灾害应对战不可避免。

从全球到国内,极端天气的频发与灾害规模的扩大,让自然灾害应对成为各国共同面临的全球性难题。传统应对方式已难以满足高效响应与精准救

援的需求,亟需借助先进技术手段突破瓶颈。测绘地理信息技术正是破解这一困境的关键——它能快速获取灾害发生地的准确位置、受灾范围,还能提供地形、道路网络、建筑物分布等关键信息,为应急决策提供数据支撑,为资源调配指明方向。

面向应急测绘的应用与实践,南方测绘深耕已久。当测绘地理信息技术成为应对全球自然灾害挑战、提升应急响应效率的必然选择,南方测绘既不疏于常态化演练,也不松懈实战化的应急保障建设,已成为应急抢险救援、灾害预防预警领域的“尖兵力量”。

立足于防 演练精兵

防汛备汛,是广东每年都要作答的一道必考题。除日常水文流量监测外,应急测绘与水上搜救应急能力的提升是突发事件应急体系的重要组成部分。随着暴雨、狂风等天气的频发,灾害范围的扩大,救援环境的复杂,安全保障的严格无疑都对测绘能力提出更高的要求。“无人”装备成为减少进一步伤亡、探查恶劣灾害环境的最佳选择。

在智能化装备的进阶之路上,南方测绘便坚持夯实“无人”装备体系,常规工作提升效率质量,危机时刻适配救援抢险。



南方测绘参加新疆生产建设兵团地震应急救援演练



南方测绘护航罗定江(南江)流域防洪应急演练



南方测绘助力松辽水文应急演练

作为测绘的领先力量和实干担当,早在4月,南方测绘就已配合省内各地政府部门,投入集团最新应急测绘装备,配合演练。4月9日,广东省西江流域管理局在云浮市郁南县组织开展2025年罗定江(南江)流域防洪应急演练,模拟西江一级支流罗定江因台风暴雨发生超标准洪水。南方测绘针对本次演练所涵盖的五大科目内容——预警预报及会商研判、水文应急监测、流域防洪调度、工程隐患排查抢险、人员转移督导,携带SU20无人船、SF1200无人机、SA130激光雷达、测扫声呐、浅地层剖面仪等多款主力装备应邀参演。

河道近岸,演练开始。随着岸上工作人员轻轻一推,利用智能遥控器的精准操作,SU20无人船灵巧起步,搭载着小型化多波束测深仪和侧扫声呐地貌扫描系统,开始对水下地形环境进行信息采集。依靠SU20无人船配备的强大数据链路,采集数据做到实时传输。只瞬间抬眸,岸上屏幕已然呈现出了扫描到的水下地形画面:不同颜色代表了不同水深,蓝色示意深水区域,红色示意浅水区域,不同颜色区块实时呈现了水下三维地形现状。利用快速采集到的排查区域水下地形地貌数据计算分析后即可得到河床地形的详细情况:河床地形高低起伏,河床左岸有一个8米的深坑,距左岸水边约18米,面

积约140平方米;该堤段岸坡水下地貌以石块、淤泥与细砂为主。

无人船驰骋的同时,无人机腾空而起。SF1200无人机搭载SA130激光雷达正起飞开展高空航测,对堤围岸线进行地形测量。灾害发生后,无人机无疑是大范围掌控全局的“最优选择”——最大范围监测到洪水时期较全面的地形地貌变化情况。

无人机按照预设航线对区域重点堤围岸线进行了全覆盖巡查。通过实时传输的高清影像和激光点云数据,救援人员和决策人员可以清晰地观察到堤围岸线的整体状况。从当前获取的影像图中可以看到,沿岸堤围无险情、无漫堤、无坍塌情况,堤防结构稳定,整体情况良好。

演练前方,随着防洪调度、抢险处置、应急通信等工作的一一落实,流域完成了上下游相关的统一调度,南方测绘提供的现场数据成功为洪水调度方案提供决策支撑,有效拦洪削峰,再一次验证了南方应急保障防线的可靠有效。

而这道由技术、经验与责任构筑的南方应急保障防线始终坚持“延伸”与“提质”,正沿着全国应急需求的脉络向外辐射。从东部沿海的台风应急测绘,到西北高原

的地震灾后重建测绘,再到北方流域的洪水监测测绘,南方人踏遍山河,防线的覆盖范围随实践不断扩大,防护强度也在每一次跨区域协作中持续夯实。

技术赋能 实战保障

南方测绘以一场场实战演练筑牢安全第一道防线,更借一次次“模拟大考”,在分秒必争的救援竞速中跑赢时间。

2025年8月6日上午,受连日强降雨影响,广州市白云区大源街道大源村黄庄片区突发山体垮塌灾害,大量泥土裹挟山石倾泻而下,造成多栋房屋受损。正值群众疏散期间,建筑瞬间坍塌,致现场14人被困。多部门联合搜救。

南方一线,时刻响应。南方测绘针对现场情况,派出技术团队共12人携NF-RD3000边坡雷达、SPL-500国产架站式三维激光扫描仪、SF1200无人机、SA130机载激光雷达等多款测绘装备,第一时间奔赴现场。

14:00,南方测绘技术团队分批次到达,投身抢险救援。技术人员分设两组,高效联动,同步进行大范围扫描和山体监测,科学评估风险,根据周边地质条件和天气变化情况,为救援人员施救和安全管理提供数据支

撑,严防发生次生灾害和人员二次伤亡。

激光航测小组采用SF1200无人机、SA130机载激光雷达等装备,分别对垮塌体及受损房屋进行扫测,实时提供点云及正射影像图,帮助指挥人员宏观把握灾害全貌,建立立体搜救网络。边坡监测小组严防次生灾害,NF-RD3000边坡雷达自6日下午布设完毕后,24小时持续不间断监测。成果数据精准锁定受灾区域的变形趋势、危险范围及稳定性变化,支撑现场决策人员完成危险评估、制定破拆作业方案,帮助应急救援人员排查隐患,为救援提供关键安全保障。

相关数据也上传至南方测绘自研应急救援可视化平台,通过将存量卫星遥感影像资源与二三维快速生产模型、正射成果、高精度模型成果等结合,构建起“立体灾情地图”,形成动态三维立体操作界面,直观查看受灾区域情况。

按照现场指挥部的部署,垮塌体监测数据必须每小时精准反馈,为救援决策提供实时依据——这一要求,既考验技术团队的响应速度,更依赖监测设备的硬核实力。南方技术团队选定的NF-RD3000边坡雷达便成为了此次现场的关键支撑,契合应急场景下“安全”“快速”“精准”的需求。其非接触式探测的特点能在保障人员安



全的前提下,避开危险区域获取数据;全天候监测功能不受暴雨、夜间等恶劣条件影响,24小时紧盯垮塌体动态;依托稳定的通信链路,边坡雷达能够实现远程监控,结合自动化分析功能,采集的数据会实时传输至后方监控中心,系统自动完成分析、生成报告,一旦发现异常就能第一时间发出预警,为现场规避二次灾害、调整救援方案争取宝贵时间。

作为本次应急行动的“功臣”,边坡雷达日常更多被应用在公路边坡防护、铁路沿线地质监测、矿山开采安全预警,以及水库堤坝巡检、城市高层建筑周边地质保障等场景中,是地质灾害频发地带不可或缺的“安全哨兵”。

8月8日中午,最后一名被困人员成功被找出。南方测绘再一次凭借测绘之力,以专业技术和硬核实力筑牢安全屏障!

完备矩阵 高效响应

“与时间赛跑”“打造安全防线”“筑牢安全屏障”……从来不是一句口号,而是刻在每个南方人心头的行动准则。从广西多地森林防火到河南郑州洪水救援,从海南文昌“摩羯”肆虐到湖南华容洞庭湖决堤,南方测绘始终穿梭在应急救援的前沿阵地,在常态化演练的严苛打磨与真实灾害的实战考验中稳步前行。也正是在这一次又一次与灾害的交锋中,南方测绘愈发深刻地意识到:当灾难突如其来,准确、迅速的时

空信息是救援决策的“眼睛”,高效、安全的操作流程是救援行动的“骨架”,二者缺一不可,是应急响应的核心支撑。

作为国内测绘领域的领军者,南方测绘拥有完备的应急测绘装备实力和平台系统建设能力,从空中的无人机、机载激光雷达,到地面的边坡雷达、全站仪、位移监测站,再到水上的无人船、多波束测深仪,当中的产品都经过常态化演练的反复打磨,更在一次次真实灾害响应中完成性能迭代。

但如何打破装备间的“数据壁垒”,真正实现“技术融合”+“设备协同”+“高效响应”,南方测绘仍在探索。

目前,南方测绘正努力以一体化为标准,将激光雷达、无人机、边坡雷达、无人船、全站仪、位移栈……多种数据采集装备与后端分析系统完成深度整合,减少多部分反复对接。当“数据实时获取-快速处理分析-精准成果输出”的标准化闭环流程得以完善,朝向“高效”“准确”“安全”的目标便更进一步。

未来,南方测绘还将持续深耕应急测绘技术创新,进一步探索人工智能、大数据与测绘装备的深度融合,当智能化测绘装备实现集群式作战,当应急测绘现场实现流程化推进,从灾害现场的细微变化捕捉,到高分辨率影像、地形数据的即时生成,再到救援路径的精准规划,南方测绘力求让核心技术优势真正进阶转化为救援现场的“加速度”。

拿下30余项“中国第一”! 这家天河企业如何练成测绘装备的“中国名片”?

文 / 李翔宇

航测无人机在划定空域中穿梭作业,三维激光扫描仪正为城市更新采集毫米级数据——这些场景里的核心装备,大多来自扎根天河的广州南方测绘科技股份有限公司(简称“南方测绘”)。从1989年在天河宾馆的一间客房起步,南方测绘创始人马超带领企业,攻克“卡脖子”技术,打破进口垄断,用30多年的时间将南方测绘发展成如今全球测绘装备领域的“中国名片”。他的故事,恰是天河区从城郊新区迈向创新强区的微观注脚。

创业沃土

“重实干 轻束缚”让企业敢于“砸重金”研发

1975年,16岁的马超在广东测绘局工作,主要从事测绘仪器的维修和使用,后续其也参与到了测绘仪器的相关研制工作。改革开放后,测绘仪器在国内需求激增。看到测绘仪器巨大市场潜力,1989年,马超在天河宾馆的一间客房内,开启了南方测绘的创业征程。

“当时在开发区和市区之间反复权衡,最终选择天河,是因为这里政策宽松、租金优惠,离开开发区近又属主城。”彼时,天河刚建区4年,却已展现出改革开放前沿的政策活力,云集高校科研院所的智力资源,是众多创业者的沃土。“天河区政府不像老城

区那样管得细,反而主动问我们需要什么帮助。”这种“放手而不放任”的营商环境,成了南方测绘扎根天河的第一块基石。

创业初期,南方测绘以代理进口测绘仪器起步,很快取得了良好的公司效益,但马超始终怀揣着“国产替代”的初心。“天河营商环境好,政策比较宽松,适合于我们这种科技创新企业。政府也为我们提供了比较优惠的税收和投资政策。”马超说,天河“重实干、轻束缚”的氛围,为南方测绘的研发创新提供了底气。正是天河的优惠政策,让企业敢在研发上“砸重金”。

1995年,南方测绘自主研发的第一台国产电子经纬仪、第一台国产全站仪和第一套测量型GPS相继问世,一举打破了国外品牌对高端测绘仪器的垄断,开启了测绘仪器国产化的新纪元。

技术突围

30余项“中国第一”背后的天河基因

“我们公司搬家了好几趟,但始终深深扎根在天河。追逐着天河的发展步伐,一步一步走到今天。”马超细数南方测绘的搬迁轨迹:从最初的天河宾馆到黄埔大道西107号,再到天河软件园、天河智慧城南方测绘地理信息产业园,每一次搬迁轨迹都

与天河的发展脉搏同频共振。

这种“双向奔赴”并非偶然。“对于科创企业提出的痛点和难题,天河都能快速解决,还会进行制度的创新,这是很难得的。”马超说,这种“政策跟着产业走”的灵活性,是天河最吸引科技企业的特质。

随着天河提出建设科技创新强区的目标,科韵路沿线开始集聚网易、酷狗等众多企业,形成“广州硅谷”雏形,孕育出以务实、勤奋、创新和担当为特质的“科韵路精神”。在马超看来,“科韵路精神”的特质与企业创新基因深度契合。“我们企业的重点是什么?研发创新。科韵路精神的特质和南方测绘的文化理念不谋而合。”

在天河科创土壤滋养下,南方测绘创造了30余项“中国第一”:第一台全站仪、第一台RTK、第一台高原冰雪探测雷达……这些成果不仅应用于三峡大坝截流、港珠澳大桥、珠峰高程测量等国家工程,更反哺于天河的城市建设。

依托天河良好的科创生态,南方测绘在装备制造上进行大规模研发投入,促进研发市场良性双驱动,最终实现了关键技术的不断攻克。在全面实现测绘仪器国产化后,南方测绘把目标瞄准了“测绘仪器国际化”。如今,南方测绘打造出的多款测绘产品已达到国际最高水平,并且满足行业测量规范最高等级,已然成为测绘行业技术变革的引领者,其产品远销全球100多个国家和地区。

未来之约

市场驱动研发,在智慧时空里续写共生故事

企业的发展,归根结底是人才的发展。“在引进人才上,天河创造了很好的条件。”马超称赞道,“不管是本科生、研究生,甚至博士生,很多国内测绘行业的优秀人才都来到了天河这里”。

除了利用好天河的人才聚集效应,南方测绘同时也为天河乃至全国提供人才反哺。马超说道,南方测绘独创的“黄埔培训班”已举办了50余期,培养出了五千余名测绘骨干,学员们带着技术走向南方


测绘遍布全国各个据点,将“天河研发”的种子播撒到各地测绘一线。

在产学研合作方面,南方测绘与华南理工大学等高校紧密合作,取得了众多成果。“对于测绘、光电设备、装备制造等领域的研究,相比北京上海武汉等城市的高校,广东高校稍显薄弱,但天河的产业集聚效应弥补了这一点。”马超表示,南方测绘与区域高校的合作不只是停留在理论层面,而是直接针对具体场景开发解决方案。这种“市场驱动研发”的模式,是天河科创生态的独特优势。

面向未来,马超的规划清晰笃定:“我们正在继续加强布局低空经济、实景三维和高端装备三大方向。”在低空经济领域,天河区开放包容的管理机制为企业提供了得天独厚的发展沃土;在实景三维和高端装备层面,南方测绘已取得众多成果,如测量机器人、三维激光雷达、航测无人机、智能无人测量船等,这些都离不开天河区的支持与帮助。

这三大方向的深度布局,恰是区域科创生态与企业发展战略共生故事的生动体现——从创业初期的政策扶持,到成长期的空间拓展,再到成熟期的生态共建,天河和南方测绘如同一对“技术合伙人”,共生的发展轨迹在智慧时空中同频共振。

问:在天河区成立40周年的重要时间节点,您对它有什么寄语或祝福?

答:希望政府一如既往支持高新企业,支持人才,提供更好机会,让我们创业在天河,发展在天河,辉煌在天河。期盼这片土地日益发展,成为国内一流创新强区。

(本文首发于由广州市天河区委宣传部为主体的微信公众号“天河发布”)

测绘地理信息安全可信产品的探索实践及思考

文/本刊编辑部

测绘地理信息安全是关乎国家安全的重要议题,随着网络信息化时代的来临,我国测绘地理信息所面临的外界环境更为严峻,如何通过行之有效的手段实现测绘地理信息安全,是我们亟待思考的问题。

地图导航、智能网联汽车、无人机……地理信息的应用与网络安全技术有着密不可分的关系,许多不经意的行为都可能事关国家的主权、安全和利益,行业主管层面对此非常重视,通过一系列举措来加强测绘地理信息安全意识。自然资源部国家保密局向行业各级行政主管单位印发《测绘地理信息管理工作国家秘密范围的规定》强化大家的安全意识。自然资源部组织“国家网络安全宣传周、共筑地理信息安全长城”等活动……

从地理信息产业链的构成和环节来看,地理信息安全建设应分为三步来进行:第一,构建测绘地理信息安全监管体系、需要制定相关标准和制定管理措施,这部分主要由主管部门从顶层设计着手。第二,测绘装备及配套软件安全可靠,包括测绘装备安全、稳定、可靠,配套软件安全、稳定、可靠和测绘装备与配套软件的安全协同,所有从事测绘地理信息行业的供应商和从业者都应该遵循相关的规则。第三,测绘地理信息数据管理,通过健全数据管

理管理体系、保障数据存储安全、确保数据传输安全等举措和环节确保数据安全性。

从产业链环节来看,测绘装备及配套软件是测绘地理信息数据生命周期的源头,理应达到安全可靠要求。作为测绘地理信息软硬件厂家,需要确保测绘装备及配套软件在安全前提下确认功能可用、性能可靠、整体稳定,开展测绘装备及配套软件安全的研究。为了实现测绘装备的安全可信,装备厂家会从多方面来加以验证:1、北斗装备:实现并验证北斗独立定位功能,且性能稳定可靠(DBD);2、测绘装备:元器件国产化、操作系统国产化的验证;3、配套软件:底层逻辑上全面国产化,确保数据安全可靠;4、质量控制:全方面、全链条、全流程保障测绘装备质量安全可靠。

测量装备种类丰富,包括RTK接收终端、三维激光产品、光电测量装备、监测接收机、无人机、无人船、手持终端、测深仪、基准站接收机、多波束、测深仪、ADCP等不同类型,每一类型下还包括不同的型号。配套软件包括测绘装备嵌入式软件和测绘地理信息处理软件,分布和应用层、驱动层和操作系统层。测绘装备嵌入式软件是指内嵌在测绘仪器内部的嵌入式软件及运行环境,测绘地理信息处理软件是与仪器装备强相关的专用的测绘地理信息处

理软件。

网络安全技术的最底层关键在操作系统。国产操作系统,以鸿蒙系统为例,它支持鸿蒙的国产产品,以华为硬件生态为主的消费级产品(包括手机、电脑等);极少其它国产厂家的消费级产品(如手机、电脑)支持鸿蒙。目前只有少部分国企在投入工业级产品这部分的支持研究,如电网的电力鸿蒙,但只处于前期研究推进当中,且依然是以“瑞芯微的RK3568、芯驰的D9和全志的T5”这几个MPU固定硬件平台为主,实际情况就是离产品化距离还比较远。

基于上述的当前支持国产“芯片局限角度”和“应用生态不成熟角度”,要在工业级特别是在测绘领域这一特殊工作级领域去提前突破,达到产品落地目的,难度很大,任重道远。对国产操作系统的支持,需要芯片厂家从芯片底层技术上来推动支持。而在芯片技术层,测绘领域产品厂家只是芯片的使用者。相反,如果更多应用厂家,在采购芯片时,要求一定要支持国产操作系统时,这时推动芯片厂家主动研发支持鸿蒙,那必然是“事半功倍”。

测绘地理信息处理软件是进行地理信息采集、存储、管理、分析和可视化的重要工具。它们广泛应用于城市规划、交通规划、环境保护、资源管理等多个领域,为政府决策、企业运营和公众服务提供了有力的支持。测绘地理信息处理软件的安全性和可信度至关重要,特别是在当前数字化、信息化快速发展的时代,地理信息数据已成为国家重要的战略性资源。


测绘装备安全可信实现路径:添加涉安全认证功能,如身份认证、权限监管等功能。它不仅可以帮助用户的数据安全和隐私权益,还可以提升企业的安全水平和市场竞争力。因此,在设计和实现信息

系统、产品或服务时,应充分考虑安全认证功能的重要性和必要性。

身份验证是安全认证的第一步,用于确认用户的身份。常见的身份验证方式包括用户名和密码、生物特征识别(如指纹、面部识别)、智能卡等;第二步,一旦用户身份得到验证,系统会根据用户的身份和权限进行访问控制,这意味着系统会根据用户的身份和权限级别来决定其可以访问的资源和操作;第三步,通过加密技术保护传输过程中的数据安全,加密技术可以确保用户的身份信息和敏感数据在传输过程中不被窃取或篡改。

数据安全可信实现路径:确认各类通信模式数据通信过程中的数据加密情况、用户鉴权情况;了解数据传输目的地和传输内容;使用先进的加密技术保护测绘地理信息数据;采用数据脱敏技术,确保数据在共享过程中不被泄露;物理落盘数据加密机制主要涉及到在数据存储过程中对敏感数据的保护,防止未经授权的访问和数据泄露。

测绘地理信息是国家重要的信息资源,特别是高精度的地理信息数据,对于维护国家安全至关重要。测绘地理信息技术在国家基础设施建设和信息化管理中发挥着重要作用,确保测绘地理信息的准确性和安全性,是促进国家经济发展和社会进步的重要支撑。

测绘地理信息安全可信的重要意义不仅体现在维护国家安全、促进经济发展、保护个人隐私和商业秘密等方面,还体现在提升国际竞争力等方面。因此,我们应该高度重视测绘地理信息安全可信工作,加强相关管理和监管力度,确保测绘地理信息的准确性和安全性。

初心依旧 步履不停

中国地理信息产业协会90年代成立后,在产业发展浪潮中茁壮成长,见证了无数地理信息工作者和从业单位的不懈努力和风雨兼程,南方测绘也是其中之一。南方测绘品牌立业始于1989年,协会见证了南方测绘在地理信息产业中的成长与发展。

对于我本人来说,我和地理信息产业的故事归根结底便是一句话:“测绘仪器国产化”。

“测绘仪器国产化”梦想

我和地理信息产业之缘,起于我的专业,毕业后我先进入了广东测绘仪器厂。

当时,测绘地理信息行业装备的发展停滞不前,虽说已经形成了普通水准仪和光学经纬仪的规模化生产,可在光、机、电一体化的电子测绘仪器方面却是一片空白。

正因如此,当时的国内测绘装备市场几乎被进口产品占据,价格居高不下。负责光电仪器维修的我体会最深。

测绘是国民经济建设的基础和先行者,测绘仪器的发展程度决定测绘生产、技术的进步和发展状况。这样的情况让我确信:测绘装备的自主创新势在必行,我们需要国产仪器,从把握核心技术开始,才能主导价格、占据市场。

幸运的是,我前期的职业经历恰巧不断丰富着我对国产目标、技术创新、市场推广、产业规模的认知。

在广东测绘仪器厂任职期间,我参与了激光测距仪的研制,后来进出口公司做外贸工作,让我有机会出国学习,对前沿技术、市场经营有了新的思考。

南方测绘是我个人事业真正与地理信息产业结合的起点。1989年,我创办了南方测绘,我们既卖仪器又做售后服务,抓住一线痛点。南方测绘也是通过这样的方式站稳了脚跟。在经营过程中我深知,南方测绘不应止于此,我们应该有更高的目标,将核心竞争力把握在自己手里,“测绘仪器国产化”的念头或许就是在这时候生根发芽的。

很多人在那时觉得不可思议,认为南方测绘没钱没人,没技术没厂房,一穷二白,凭什么实现测绘仪器国产化?

那个时候,我们往往“身无分文,目标远大”,每次制定的目标同我们的实力都不相衬,但每次似乎我们都能达到目标。我们没有致胜的客观条件,但我们有致胜的信心,最后我们往往能取得胜利的结果。

在这个阶段,我参与、创造、见证了测距仪、电子经纬仪、全站仪、RTK、电子水准仪等众多装备“中国第一”在南方测绘诞生。

2004年,南方测绘成立15周年,我们在人民大会堂



宣布：测绘仪器国产化梦想成真。

后面也有很多人问我，为什么是南方测绘。认为南方测绘的成功和崛起是一个奇迹，可以参考却无法复制……

我也总结过，如果当时按照正常的发展，没有南方测绘的话，我认为中国测绘仪器行业远达不到现在这个水平，市场格局会大逆转，进口的会占据70%-80%的市场，而且这种结构一旦稳定下来，二十年内都没有办法改变。南方测绘的出现，打断了这个进程。南方测绘真正核心的优势，不只是在技术上，更多的是一种灵活的机制，适合市场的策略和以人为本的文化。

在南方测绘30周年庆典的时候，我在发言中回顾自己这些年：前面30年，我主要干测绘仪器，再干

十几年，可能还是测绘仪器，看来一生只干了测绘仪器这一件事。一个人一生只干一件事，看来一定能干好，或者说总能干好，看似平淡，但已极致。

“高端装备国产化替代”梦想

测绘仪器国产化梦想实现后的一段时期内，我们把目光集中在“高端装备国产化替代”。

从产业发展趋势看，目前我国高端智能测绘装备国产化替代的重点，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。

作为行业亲历者和其中的创业者，我们始终坚信价值、主动求变、持续创新。

2016年，南方测绘提出“大地信”战略，这是一个新起点。南方测绘主动变革，积极拥抱前沿创新科技和探索一线行业需求，践行“高端装备国产化替代”。

在今年初的南方测绘新产品新技术发布会上，我们发布了一系列高端装备国产化替代产品：中国第一台超声波马达全站仪NT05、觅境ME测量系统（RTK、激光SLAM、机器视觉、组合导航于一体）、锋芒S2激光RTK、南方网SDAS、SU30智能无人测量船等，以及南方全系列产品均支持DBD技术——高端装备国产化替代的进程开始加速。

共融共享智能化测绘生态

南方测绘在战略转型升级时，一方面是“高端装备国产化替代”，另一方面就是面向多行业的地理信息应用服务。

“大地信”1.0时期，综合市场动向和需求，南方测绘开始承接各类行业应用服务，以项目磨合提升产品品质。立足长期的技术研发积累以及硬件装备优势，依托全国服务网络形成本地化服务，培育出成熟型的项目团队，形成面向水利、交通、电力、应急、文保等行业的系列解决方案。

这是“智能化测绘生态”的雏形。我们认为，所谓生态，对于用户来说，就是流程包揽、无壁垒合作、更多元选择。

2023年，南方测绘用7年时间，完成了“大地信”1.0的目标任务，正式进入“大地信”2.0时期。

2.0时期要做什么？更智能、更融合、更泛在，更大规模化价值，更高质量的测绘地理信息技术应用和服务。

由此为锚点，南方测绘推出了面向多行业的全流程解决方案，包含了硬件装备、软件平台，并通过对应的技术服务将数据和业务进行串联，一站式达成用户项目需求，为不同行业提供时空信息服务。

在今年的新产品新技术发布上，大家可以看到，南方测绘国产高精度测量机器人的系列智能化测绘应用。测量机器人是南方测绘30年测绘光机电技术之大成，是智能化测绘装备的重要代表，是国产高端替代的核心一环。由测量机器人衍生的单人测量系统，将为行业带来全新的作业方式。

另外要提的是北斗规模化应用。随着我国北斗三代基础设施建设完成，国家正力推北斗规模化应用，鼓励城市试点、支持“北斗+”融合创新应用，赋能千行百业。南方测绘已实现技术、产品、方案集成创新，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，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。

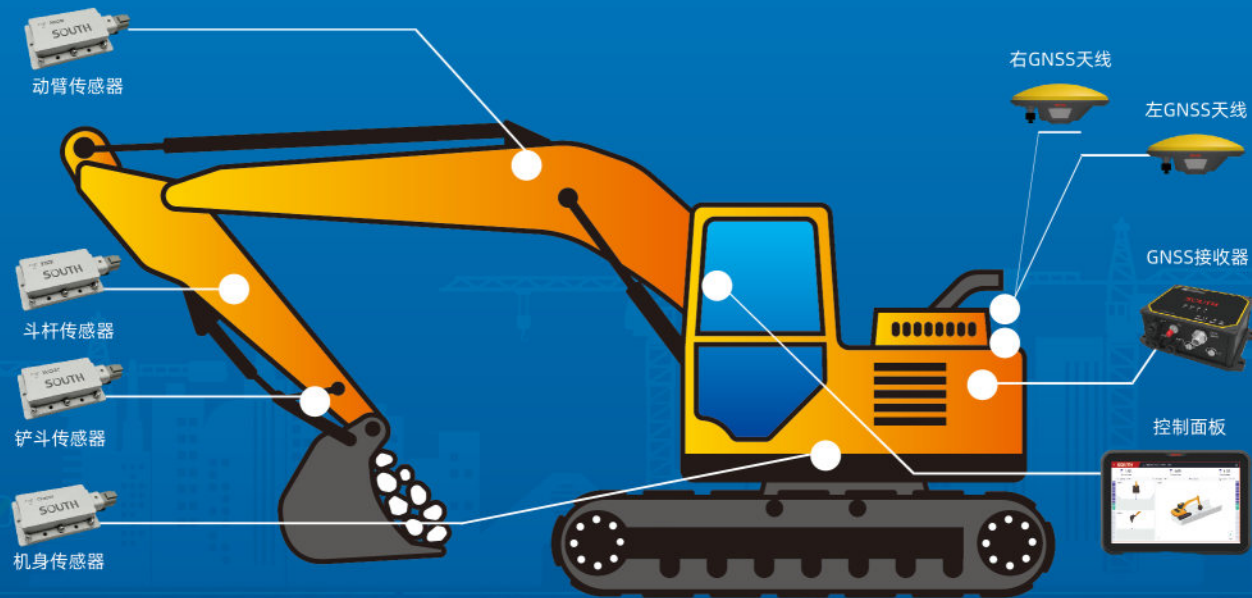
立足“共融共享智能化测绘生态”，南方测绘既服务于自然资源体系下的测绘、规划、地质、林草、海洋等多个领域，同时积极开展跨界合作，与水文水利、应急、交通等多个行业携手共进，共同探索测绘技术的创新应用。在产业链上，与上下游伙伴、投资商、供应商、合伙人、服务商等建立良好的生态合作关系。在销售渠道方面与经销商、品牌商、电商等建立紧密合作。

在此也特别感谢中国地理信息产业协会李维森会长出席南方测绘2025新产品新技术发布会（北京站）大会，并对南方测绘给予指导和期待。

中国地理信息产业协会成立三十周年，这对于整个地理信息产业来说，是一个再次出发、再次提升的新起点。南方测绘亦初心依旧，步履不停，我们希望以实际行动延续、丰富南方与地理信息产业的精彩故事，在协会的带领下不断攀登新高！

本文为“我与地理信息产业”——中国地理信息产业协会成立三十周年征文活动投稿，作者系南方测绘创始人马超。

南方测绘EGS01 挖掘机3D引导系统



扫码获取
产品电子彩页

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



北斗定位



持久电量



一体集成



360°全向视场



智能导航



自主航行



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

南方测绘 北斗规模化应用

泛行业 | 多平台 | 多端应用 | 核心算法 | 南方网SDAS

海洋行业



能源行业



数字水利



应急领域



智慧航道



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底

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

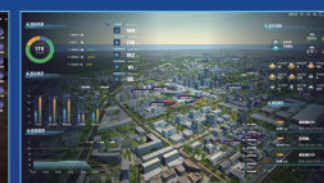
一个全场景贯通的智慧底座



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

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

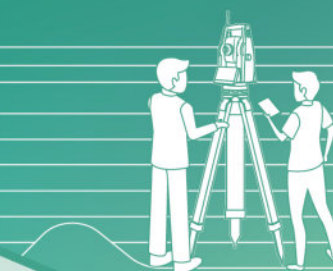


扫码获取
产品电子彩页

SOUTH

南方产品 在一线

深耕一线 洞察需求风向
 扎实创新 回应现实痛点
 聆听观点 传递经纬情怀



联系南方测绘
各地分公司
请见本期封底