

论人工智能时代的测绘学发展

段玉文

达拉特旗自然资源局 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 在人工智能技术快速迭代的背景下, 测绘学正经历全方位智能化转型。本文立足测绘学发展现状, 阐述了人工智能与测绘学的融合逻辑, 分析了人工智能对测绘数据采集、处理、成果表达的技术革新及各领域具体应用场景, 剖析了当前测绘学智能化发展面临的技术、人才、行业管理层面挑战, 并提出针对性应对策略, 展望了未来发展趋势。研究表明, 人工智能赋能是测绘学突破发展瓶颈、实现高质量发展的关键路径, 可为数字中国、智慧城市建设提供精准时空信息支撑, 推动测绘行业向技术密集型、智能化方向转型。

关键词: 人工智能; 测绘学发展; 技术革新; 应用场景; 挑战与应对; 发展趋势

引言: 随着人工智能技术与各行各业深度融合, 测绘学作为获取时空信息的核心学科, 正迎来历史性发展机遇与挑战。传统测绘模式已难以满足现代社会对时空信息精准化、实时化、智能化的需求, 而人工智能技术的自动化、高效化特性, 为测绘学全流程升级提供了技术支撑。在此背景下, 系统研究人工智能时代测绘学的发展革新、应用场景、挑战与趋势, 对推动测绘行业高质量发展、助力国家战略落地具有重要现实意义。

1 人工智能时代的测绘学发展概述

1.1 测绘学核心概念与发展演进

测绘学是研究地球及其他天体的形状、大小、位置关系及运动规律的学科, 核心是通过各类技术获取、处理、分析时空信息, 为生产生活、工程建设、资源管理等提供精准支撑。其发展历经三个关键阶段: 传统测绘以人工观测、手工绘图为主, 依赖经纬仪、水准仪等工具, 效率低、精度有限; 信息化测绘依托卫星定位、遥感技术, 实现数据获取的自动化, 推动测绘向数字化转型; 进入人工智能时代, 测绘学迎来智能化变革, 实现了从数据处理到智能分析、决策支持的跨越, 核心价值从“精准测绘”向“智能服务”延伸。

1.2 人工智能核心技术解析

与测绘学深度融合的人工智能核心技术, 主要包括三类关键技术。机器学习与深度学习是核心驱动力, 可通过算法训练实现测绘数据的自动分类、特征提取, 大幅提升数据处理效率; 计算机视觉技术能够精准识别遥感影像、激光点云等数据中的地物信息, 解决传统测绘中人工解译耗时久、误差大的问题; 云计算与边缘AI则为海量测绘数据的存储、快速运算提供支撑, 实现数据处理的实时化、轻量化, 适配野外测绘、应急测绘等复杂场景, 为测绘智能化提供技术保障。

1.3 人工智能与测绘学的融合逻辑

人工智能与测绘学的融合, 本质是技术适配与需求升级的双向契合。从技术层面, 人工智能的自动化、智能化特性, 恰好解决了传统测绘数据处理量大、流程繁琐、人工依赖度高的痛点, 实现测绘全流程的提质增效; 从需求层面, 数字中国、智慧城市等建设对时空信息的精准度、实时性、智能化需求不断提升, 推动测绘学必须借助人工智能技术突破发展瓶颈^[1]。

2 人工智能赋能下测绘学的技术革新与应用场景

2.1 人工智能对测绘学的技术革新

人工智能对测绘学的技术革新, 贯穿测绘数据采集、处理、成果表达全流程, 体现在以下三个核心环节: (1) 数据采集技术革新, 传统测绘依赖人工操作经纬仪、水准仪、全站仪等设备, 受地形、气候、光照等自然环境及人力因素影响显著, 作业效率低、数据覆盖范围有限。人工智能赋能后, 实现空地海一体化智能感知体系的构建, 无人测绘装备实现规模化应用。其中, 无人机航测系统搭载AI路径规划算法与多传感器融合技术, 可根据测区DEM数据自动规划最优飞行航线, 通过激光雷达与视觉避障模块自动规避山体、建筑等障碍物, 精准完成高海拔、湿地、城市密集区等复杂区域的多源数据采集; 卫星遥感技术结合AI智能校正算法, 可自动消除大气散射、云层遮挡、地形畸变等干扰因素, 提升多光谱、高光谱遥感影像的空间分辨率与光谱分辨率, 实现大范围、高精度的地表信息快速捕获; GNSS技术与AI深度融合, 通过自适应抗干扰算法优化定位精度, 实现厘米级实时动态定位, 适配动态测绘与野外作业场景, 大幅降低外业测绘人员的工作强度。(2) 数据处理技术革新, 传统测绘数据解译、整理、校验依赖人工完成, 不仅耗时费力, 且受人为操作误差影响,

难以满足海量测绘数据的处理需求。借助机器学习、深度学习算法,可实现遥感影像、激光点云、GNSS观测数据等多源异构数据的自动分类、特征提取与精准匹配。其中,卷积神经网络(CNN)可精准识别影像中的地物边界、纹理特征,实现道路、建筑、植被等地物的自动分割,解译精度可达95%以上;针对激光点云数据,AI智能去噪算法可自动剔除冗余数据、噪声点,完成点云拼接、坐标校准与特征提取,将原本数天的处理工作量压缩至数小时;AI智能质检系统通过预设阈值与算法模型,可实时识别数据采集、处理过程中的异常值,自动标记错误并给出针对性修正建议,大幅降低人工质检成本,提升测绘数据的准确性与可靠性。(3)成果表达技术革新,打破传统二维绘图的局限性,通过AI与倾斜摄影测量、三维建模技术深度融合,可快速生成1:500至1:1000比例尺的高精度三维实景模型,精准还原测区地形地貌、地物特征及空间关系,实现时空信息的可视化呈现。AI技术支持测绘成果的动态更新,通过实时采集的数据与历史数据的智能比对,自动识别地物变化信息,完成成果的自动更新与迭代,无需人工反复绘图修订,适配不同场景的测绘成果应用需求,推动测绘成果从“数据呈现”向“价值挖掘”延伸^[2]。

2.2 人工智能在测绘学领域的具体应用场景

人工智能在测绘学领域的应用覆盖基础测绘、行业应用等多个维度:(1)基础测绘与地理信息更新,在“全国一张图”工程建设中,AI遥感影像智能解译技术可快速识别地物变化,自动完成道路拓宽、建筑新建、植被覆盖变化等信息的提取与标注,实现基础地理信息数据的自动化更新。针对1:1万、1:5万基础测绘成果更新,AI技术可实现DOM(数字正射影像图)、DEM(数字高程模型)、DLG(数字线划图)的自动生成与更新,减少人工外业调查与内业处理工作量,提升基础测绘的工作效率与成果质量;同时,AI结合GNSS静态观测数据,可实现大地控制网的智能优化与精度校准,为基础测绘提供精准的控制基准,推动基础测绘工作向智能化、标准化转型。(2)自然资源与生态环境监测,利用AI遥感解译技术与时序分析算法,可精准识别耕地、林地、建设用地、湿地等土地利用类型,实时监测土地违法占用、耕地非粮化等情况,为土地整治、耕地保护提供精准的数据支撑。在矿产资源监测中,AI结合高光谱遥感技术,可自动识别矿产资源的分布范围、储量变化,实现矿产资源的动态监管,防范非法开采行为;在生态环境监测中,AI技术可通过多期遥感影像比对,分析植被覆盖度、水体水质、空气质量等生态指标的变

化趋势,自动预警植被退化、水体污染等生态异常,为生态环境保护、污染治理提供科学依据,助力生态环境常态化监管。(3)工程建设与城市治理,在道路、桥梁、轨道交通等工程施工中,AI结合激光扫描、无人机航测技术,可实现施工点位的实时监测,精准采集沉降、位移、倾斜等数据,通过AI算法分析实现安全隐患的提前预警,保障工程施工质量。在智慧城市建设中,AI赋能三维实景建模,构建数字孪生城市底座,整合城市地形、建筑、市政设施等时空信息,为城市规划、交通调度、市政管理、应急处置等提供智能化时空信息服务;在城市管网运维中,AI结合地下管线探测技术,可自动识别地下管线的分布、走向、埋深,规避管线破坏风险,提升管网运维的安全性与效率。(4)应急测绘场景,当地震、洪水、泥石流等自然灾害发生后,无人机航测结合AI快速处理技术,可在短时间内完成灾害区域的影像采集与数据处理,快速生成灾害区域地形地貌图、受损范围图、隐患点分布图,为救援决策、人员搜救、灾后重建提供精准、高效的时空信息支撑,大幅提升应急处置效率,最大限度降低灾害损失^[3]。

3 人工智能时代测绘学发展的挑战与应对策略

3.1 人工智能时代测绘学发展面临的挑战

人工智能时代,测绘学在智能化转型过程中面临以下多维度实际挑战:(1)技术层面,核心算法适配性不足,现有机器学习算法在复杂地形、恶劣天气下的测绘数据解译精度不稳定,多源异构测绘数据(遥感影像、激光点云、GNSS数据)的融合算法存在瓶颈,难以实现高效协同处理;同时,国产化核心装备与软件短板明显,高端测绘仪器、智能处理软件多依赖进口,自主可控能力薄弱。(2)人才层面,复合型人才供需失衡,现有从业人员多擅长传统测绘技术,缺乏人工智能相关知识储备,难以适配智能化测绘岗位需求;高校测绘专业人才培养体系滞后,侧重理论教学,与行业实际应用脱节,导致复合型人才供给不足。(3)行业管理层面,测绘数据安全风险突出,人工智能技术下数据采集、传输、存储的智能化的过程中,易出现数据泄露、篡改等问题;行业标准与规范更新滞后,无法适配人工智能与测绘融合的新型应用场景,导致部分智能化测绘工作缺乏统一标准约束。

3.2 人工智能时代测绘学发展的应对策略

针对上述挑战,结合测绘行业发展需求,制定以下针对性应对策略:(1)技术层面,加强核心技术研发与国产化替代,聚焦复杂场景算法优化,提升机器学习、计算机视觉算法在恶劣环境下的适配性,突破多源数据

融合技术瓶颈；加大对国产化测绘装备、智能处理软件的研发投入，推动高端仪器、核心软件的自主可控，降低对进口产品的依赖；搭建测绘智能化技术创新平台，推动科研机构与企业合作，促进技术成果转化，提升行业整体技术水平。（2）人才层面，构建复合型人才培养体系，高校优化测绘专业课程设置，增加人工智能相关课程，强化实践教学，提升学生的综合能力；完善从业人员技能培训机制，开展人工智能测绘技术专项培训，推动现有人员技能升级，缓解人才缺口；建立健全人才激励机制，吸引人工智能领域人才跨界投身测绘行业，优化人才队伍结构。（3）行业管理层面，健全测绘数据安全保障体系，完善数据分级分类管理、加密传输、安全审计等制度，防范数据安全风险；加快行业标准与规范的修订完善，结合人工智能测绘的应用场景，制定统一的技术标准、质量规范，规范行业发展；加强行业监管，引导企业良性竞争，推动行业资源整合，提升行业集中度，促进测绘学智能化高质量发展^[4]。

4 人工智能时代测绘学的发展趋势展望

人工智能技术的持续迭代的，推动测绘学从智能化转型向高质量发展迈进，其发展趋势主要体现在技术、行业、应用三个核心维度：（1）技术融合向深度化、精细化升级，人工智能与测绘学的融合将突破当前阶段性瓶颈，实现全流程深度渗透。机器学习、计算机视觉等技术将与测绘核心技术深度耦合，优化复杂场景下的算法适配能力，解决高海拔、强干扰等区域的测绘精度难题；AI与GNSS、遥感、激光扫描等技术的协同融合更加紧密，形成“智能感知-精准处理-高效应用”的闭环体系，推动测绘技术向精细化、高效化、轻量化发展，小型化、便携式智能测绘装备将广泛应用，降低野外测绘作业门槛。（2）行业发展向技术密集型、规模化转型，随着人工智能技术的普及，测绘行业将打破传统分散化、同质化竞争格局，行业资源整合加速，形成一批具

备核心技术实力的龙头企业。国产化测绘装备与软件的自主可控水平将大幅提升，逐步替代进口产品，实现核心技术自主化，推动测绘行业从“数量规模型”向“质量效益型”转变，行业标准与规范将进一步完善，适配智能化测绘的全场景应用。（3）应用场景向多元化、场景化延伸，测绘学将深度融入数字中国、智慧城市、生态保护等国家战略，应用范围从传统的基础测绘、工程建设，延伸至数字孪生、智慧农业、全球环境治理等新兴领域。在自然资源监测中，AI时序分析技术将实现生态变化的精准预判；在智慧城市建设中，三维实景建模与AI结合将实现城市治理的精细化^[5]。

结束语：人工智能为测绘学发展注入了新的活力，推动其实现了从传统人工模式向智能化模式的跨越，在技术革新、场景应用等方面取得显著成效，但同时也面临技术、人才、管理等层面的挑战。通过强化核心技术研发、培育复合型人才、完善行业管理体系，可有效破解发展瓶颈。随着人工智能技术的持续迭代，测绘学将实现技术、行业、应用的深度升级，持续为各类领域提供精准时空信息服务，助力测绘行业实现高质量发展。

参考文献

- [1]李德仁,王密,申文斌,杜清运,王硕.论人工智能时代的测绘学发展[J].测绘学报,2025,54(12):2107-2115.
- [2]张广运,张荣庭,戴琼海,等.测绘地理信息与人工智能2.0融合发展的方向[J].测绘学报,2021,50(8):1096-1108.
- [3]陈英雪.大数据在测绘地理信息中的应用[J].工程学研究与应用,2022,3(11):22-24.
- [4]朱建军,宋迎春,胡俊,等.测绘大数据时代数据处理理论面临的挑战与发展[J].武汉大学学报(信息科学版),2021,46(7):1025-1031.
- [5]柳思聪,都科丞,郑永杰,等.人工智能时代的遥感变化检测技术:继承、发展与挑战[J].遥感学报,2023,27(9):1975-1987.