引文格式：吴飞,艾润兴,熊芬,等. 测绘仪器检定全流程服务模式探讨[J]. 地理空间信息, 2025, 23(12):133-136. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.12.030

测绘仪器检定全流程服务模式探讨

吴　飞[1]，艾润兴[1*]，熊　芬[1]，方郧农[1]
（1. 湖北省测绘质量监督检验站，湖北 武汉 430074）

摘　要：为提供准确、快速、便捷的测绘仪器检定服务，以湖北省测绘质量监督检验站业务为例，研发了一套测绘仪器检定全流程服务系统。该系统通过线上线下一体化业务流转、可动态配置的预约管理、高精度指标计算数学库、检验证书生成与签发、检测数据可视化等功能实现了基于多端用户的测绘仪器检定全流程服务。系统可根据仪检工作时间和资源灵活配置预约参数，降低用户排队时间，提高工作效率；移动端APP采集检测数据和直接计算检测指标，极大地提升检定人员的工作效率和指标计算结果的实时性；AI智能填充提高了用户填写速度及数据准确性。

关键词：测绘仪器检定；全流程；多端；AI智能填充
中图分类号：P205　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）12-0133-04

Exploration of the Full Process Service Mode for Surveying and Mapping Instrument Verification

WU Fei[1], AI Runxing[1], XIONG Fen[1], FANG Yunnong[1]
(1. Hubei Surveying and Mapping Quality Supervision and Inspection Station, Wuhan 430074, China)

Abstract: To provide accurate, rapid, and convenient surveying and mapping instrument verification services, we developed a comprehensive service system for the surveying and mapping instrument verification. We realized a full process service for surveying and mapping instrument verification based on multi-end users through online and offline integrated business flow, dynamically configurable appointment management, high-precision index calculation mathematical library, certificate of inspection generation and issuance, and detection data visualization. The system can flexibly configure appointment parameters according to the working hours and resources of instrument verification work, reducing the user's waiting time and improving work efficiency. The mobile App collects detection data and directly calculates detection indicators, greatly improving the work efficiency of verification personnel and the real-time performance of verification results. AI intelligent filling improves the user's filling speed and data accuracy.

Key words: surveying and mapping instrument verification, full process, multi-terminal, AI intelligent filling

为了推动测绘仪器检定“六化”（流程化、规范化、标准化、无纸化、自动化、智能化）转型，构建线上线下一体化服务体系，解决传统人工模式效率低、体验差的痛点，本文基于多年测绘仪器检定技术经验和数据积累，开发全流程线上系统、移动端App及AI辅助工具，实现对送检仪器的预约报检与管理、任务分配、检测数据采集与指标自动计算、检测结果审核、检定证书生成与签发、检定数据可视化等功能，实现了基于多端（手机、电脑、平板）的测绘仪器检定全流程服务。系统根据资源调配灵活配置预约参数，减少客户排队时间；移动端App实时采集检测及自动分析和处理，提高检定效率和准确性；AI智能填充提高了用户填写速度及数据准确性，提升了客户满意度[1-4]。

1　服务模式设计

1.1　统一用户认证管理模式

本研究的测绘仪器检验系统部署在云服务器上，采用互联共享的服务模式，实现测绘仪器检定全流程管理，如图1所示。系统用户可概括为外部用户和内部用户。外部用户主要指报检单位、社会公众等具有测绘仪器检定需求的企事业单位，能够在线申报或在线预约测绘仪器检定、在线查询检定进度[5]。内部用户主要指湖北省测绘质量监督检验站（以下简称“本单位”）工作人员，包括仪器收发员、仪器检定员、审核员、管理员等，能够在线受理检定预约或申报、任务分配、仪器接收、仪器检定、检定数据录入

项目来源：湖北省自然资源科技资助项目（ZRZY2025KJ13）。
第一作者简介：吴飞（1987—），高级工程师，从事自然资源领域数据质量检验技术应用工作，E-mail：530283299@qq.com。
通信作者：艾润兴（1984—），本科，工程师，从事自然资源领域数据质量检验技术应用工作，E-mail：81137058@qq.com。

与计算、结果审核与证书签发、检定信息发布[6]。统一用户认证中心是测绘仪器检定系统的重要组成部分，该中心主要承担用户实名认证、机构认证等功能。用户一次登录便可访问所有相关系统，提高系统的安全性和便利，减少登录繁琐性以及提升用户的体验感。

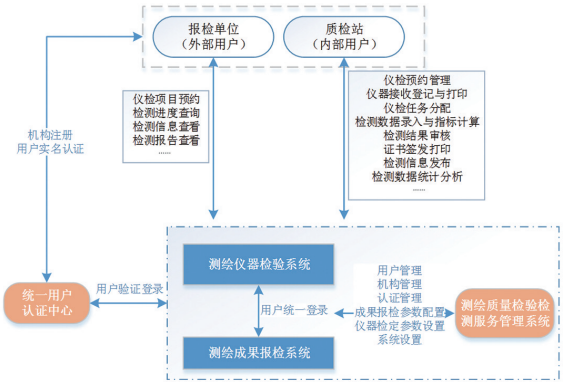


图1 测绘仪器检定系统服务模式

1.2 线上线下一体化服务模式

基于本单位实际业务流程、检定要求、检定人员，形成如图2所示的仪器检定业务流程[7]。系统提供在线预约、任务分配、检测结果审核、检验证书生成与签发、检测数据可视化等多项服务，线下利用专业测绘仪器检定装备进行检定，线上进行指标自动计算并同步检定信息，实现仪检业务的全覆盖管理[8-11]。线上线下一体化服务模式及时更新检定进度，提供二维码查询检定信息，实现各环节数据共享，提高了监管的精细化程度，同时为报检单位提供了更加便捷的服务通道。

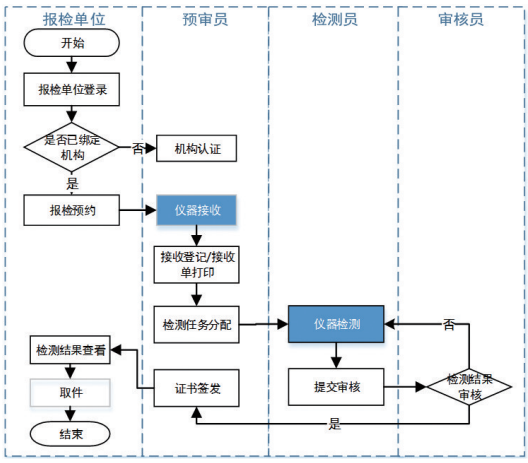


图2 测绘仪器检定业务流程设计

2 信息化系统建设

系统采用前后端分离框架，高效灵活开发，资源灵活调配。数据库构建选择关系型数据库来处理结构化数据，Redis用于缓存加速数据访问，MinIO进行文档对象数据存储。后台服务端采用Spring Boot框架，为业务逻辑的实现提供坚实支撑。

系统建设主要包括在线预约、窗口收件、仪器检定（内外业）、证书审核、窗口发件、业务统计、仪器检测配置七大模块。管理员可根据实际业务情况进行仪检预约参数配置、仪检参数配置、检定证书模版配置。检测人员可通过移动端、电脑端，按国家计量检定标准要求完成全站仪、GNSS接收机、水准仪、测距仪等仪器检测数据采集，提交到系统自动计算出检定结果并出具检定报告[7]。基于业务逻辑需求，确保系统结构的合理性和可扩展性，系统功能设计如图3所示。

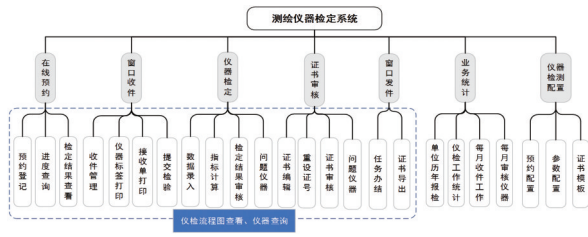


图3 测绘仪器检定功能设

3 新颖性及创新点

3.1 动态可配置的预约管理模式

基于本单位检定人员的情况、工作量，可灵活配置可预约的仪器数量、仪器类型、预约时间及开放预约时段。报检用户在预定时间段内抢号，抢号时涉及用户并发控制，需合理控制系统的并发度，以避免资源争用和竞争条件等并发问题。系统通过使用锁、信号量、条件变量等并发控制机制，确保不同任务之间的互斥访问和正确的数据同步，从而保证系统的正确性和稳定性。同时系统设置多种防冲突的规则，同一报检单位同一仪器一年内不能重复报检，同一报检单位一年内各类仪器检定总数有限值设定等。系统可以实时更新预约状况，确保资源的有效利用，避免由于人工管理而产生预约冲突的情况。此外，预约管理模块还提供数据分析和统计功能，帮助本单位更好地了解用户需求，提前预估及合理投入人力资源。

3.2 支持多端同步检定操作

系统支持电脑端外业检定操作，同时支持平板、手机等移动端完成内外业检定操作，数据传输通过在系统网络中的多种终端进行数据发送与接收[9]，且检定数据互联互通，可以在不同设备进行访问并协同操作。在多端数据同步操作时，每次更新数据时，系统

会记录操作发生的时间戳，使用时间戳来区分数据的更新先后顺序，若一端数据更新时记录了新的时间戳，其他端在同步时会对比该时间戳，将时间戳更新的数据视为最新数据进行同步。通过移动端数据采集与录入，指标计算可以做到“所见即所得”，节省数据流转和计算时间，外业检测时可及时发现错误数据，有效避免返工，提升外业检测效率。

3.3　高精度检测指标自动化计算

系统设置检定指标程序和算法库，计算高效且标准统一。目前本单位支持的检定仪器GNSS接收机、全站仪、水准仪、手持式激光测距仪、光学经纬仪、电子经纬仪、垂准仪、水准标尺、因瓦条码水准标尺等，每类仪器有多种检定指标，每种检定指标都对应相应的计算公式和算法。系统升级前是检定人员根据相关仪器检定规程在Excel表格中制定计算模板，外业工作时人工在纸质薄上记录观测数据，后续在Excel模板中填入观测数据后计算结果。此工作繁琐且工作量大，人工多次填入数据极容易出错且耗时长，每项检定指标均需仔细校验核对，计算完后汇总整理最后录入到系统中，汇总后得出检定结论，出具检定报告。一旦某个环节出错需重新查找问题，修正成本高。升级后的系统依据各种仪器类型的检定规程设置不同仪器不同检定指标参数（图4所示），系统内置好计算公式和方法[9]，检定人员将参数填写后系统自动计算结果（图5所示）。最终系统根据检定项值参考标准自动给出仪器检定是否合格依据，检定人员只需要简单确认核对即可。



图4　移动端仪器外检数据录入

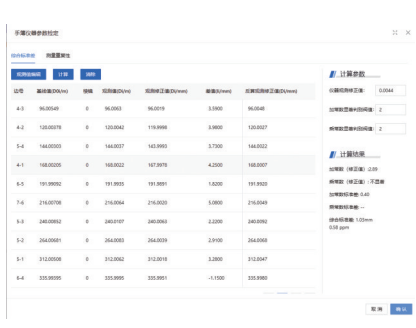


图5　仪器参数自动计算

4　AI智能填充表单

报检用户填写各种表单时，填写内容参数多、复杂、专业性强，系统能够识别和理解文本内容，自动解析出关键信息，并将其填入相应的单元格。同时能够根据历史数据和模式来预测和补全缺失的数据。AI智能填充表格不仅提高了数据填写的速度和准确性，而且可以在短时间内协助用户完成大量的数据填写工作，提高表单处理的效率，减少人工输入的错误，确保数据的准确性和一致性。

AI智能填充表单的算法主要依赖于NLP（natural language processing自然语言处理）技术，特别是语义理解和生成技术。NLP融合了语言学、数学、机器学习、计算机科学和认知心理学等多学科知识，其主要目标是使计算机能够理解、处理和生成自然语言，从而实现机器与人类之间的有效交流。AI智能填充表单的核心在于：首先通过NLP技术对用户输入的文本内容进行分词、词性标注、命名实体识别（NER）等处理，提取出关键信息。然后使用语义理解模型，理解用户输入的意图和表单字段的含义，匹配相应的数据。通过训练大规模神经网络模型，可以实现对文本的自动特征提取和语义理解，最后将其填充到相应的表单中。

5　应用实践

传统测绘检验检测业务转型需要实现流程化、规范化、标准化、无纸化、自动化和智能化。在互联网快速发展的时代，构建以用户为中心的线上线下一体化的仪器检测全流程服务体系，将传统人工业务模式转变为人机结合的智能化模式，是传统测绘检验检测机构转型发展、为用户提供优质高效服务的必经之路[9-12]。本单位对原有2016年建设运行的测绘仪器检定系统改版升级后，为省内多家测绘单位提供了测绘仪器检定服务，与同期业务相比，系统升级改造后外业检测效率提升了50%以上，仪检效率提升30%。系统改造前和改造后效能对比见表1。

表1　仪检系统改造前和升级后效能对比

对比维度	2016版（改造前）	2024版（改造后）	提升效果
业务流转效率	线下人工传递单据，流程割裂，易延误	线上一体化流转，任务自动分配与跟踪	减少排队时间，流程耗时缩短，AI填单技术可达80%
数据采集与处理	纸质记录，人工计算，易出错且滞后	移动端实时采集，高精度数据库自动计算指标	检定准确性提升，外业效率提升50%以上
资源调配灵活性	人工排班，资源冲突难协调	动态配置预约参数，智能匹配检测资源	资源利用率优化，减少闲置与拥堵
客户体验	进度不透明，需电话咨询	二维码实时查询，多端便捷操作	客户满意度显著提升，AI填单技术平均提高20%

6 结 语

本文探讨了测绘仪器检定全流程服务模式，通过送检仪器的预约报检与管理、任务分配、检测数据采集与指标自动计算、检测结果审核、证书生成与签发、检定数据可视化等功能，实现业务流程线上化、检定数据自动化、服务透明化，解决了传统测绘仪器检定中“效率低、易出错、体验差”的核心痛点，极大地提升了测绘仪器检定工作质量和效率[13-15]，具有一定的推广应用价值。未来将继续深化AI与大数据应用和拓展新型设备检定能力，建立仪器误差数据库和通过历史数据训练AI模型，实现故障智能诊断与校准方案推荐；基于目前无人机LiDAR、移动测量系统等新型测绘装备缺乏统一的全国性检定规程，本单位将联合科研机构制定相关的检定规程，研发便携式自动检定装置，支持外业现场快速校准。

参考文献

[1] 黄立刚,王建文,贾晓蓉,等. 浅谈测绘仪器计量检定在测绘领域中的重要性[J]. 西部资源,2024,20(3):81-84

[2] 李建平,师云杰,兰风克. 测绘仪器检定管理系统的开发与应用[J]. 中国计量,2004,8(3):61-62

[3] 张培. 2016年质检系统实施“互联网+质检”行动计划综述[J]. 广西质量监督导报,2017,22(2):1

[4] 蒋巍,李显辉,张淑霞. 宁夏测绘仪器检定云服务平台建设[J]. 测绘技术装备,2023,25(4):137-142

[5] 葛中华,魏进冬,郑学勇,等. “互联网+”测绘检验检测平台建设研究[J]. 测绘科学,2021,46(9):218-223

[6] 王瑛,曹建君. 甘肃省测绘仪器计量检定云平台设计与实现[J].甘肃科技,2019,35(19):35-37

[7] 孙兴旺,李昆仑,陈述. 测绘仪器检定(校准)平台构建与应用[J]. 测绘与空间地理信息,2024,47(3):163-166

[8] 王瑛. 甘肃省测绘仪器计量检定云平台设计与实现[D]. 兰州:兰州交通学,2020

[9] 沈迎光,吴学文,王露露,等. 测绘仪器检定信息管理平台设计与实现[J]. 地理空间信息,2023,21(7):124-126

[10] 张博. 基于信息化业务流程的测绘仪器检定系统研发[D]. 成都:成都理工大学,2018

[11] 张丹,王海涛. 测绘仪器检定信息化服务模式探讨[J]. 地理空间信息,2017,15(10):101-102

[12] 张士勇,唐辉,刘刑巍,等. 测绘仪器检定信息化管理系统设计与实现[J]. 测绘地理信息,2021,46(4):106-108

[13] 张士勇,刘刑巍,唐辉,等. 测绘仪器检定外业数据采集系统设计与实现[J]. 测绘技术装备,2019,21(3):46-49

[14] 张里南. 基于B/S的测绘仪器信息管理系统的设计与实现[J]. 地理空间信息,2019,17(10):106-108

[15] 艾玲洲. 测绘仪器检定管理系统设计与实现[J]. 江西测绘,2017,34(4):44-46

（上接第127页）

重建[J]. 科学技术与工程,2006,6(4):396-399

[3] 李现国,冯欣欣,李建雄. 多尺度残差网络的单幅图像超分辨率重建[J]. 计算机工程与应用,2021,57(7):215-221

[4] 徐永兵,袁东,余大兵,等. 多注意力机制引导的双目图像超分辨率重建算法[J]. 电子测量技术,2021,44(15):103-108

[5] Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirz M, et al. Generative Adversarial Networks[J]. Communications of the ACM, 2020,63(11):139-144

[6] 李双峰. TensorFlow Lite:端侧机器学习框架[J]. 计算机研究与发,2020,57(9):1 839-1 853

[7] 英特尔工具包OpenVINO为创新智能视觉提供更多可能[J]. 中国信息化,2018,14(8):51

[8] V Courville V P N. Deep Learning Inference Frameworks for Arm CPU[J]. Journal of Computational Vision and Imaging Systems,2019,5(1): 3

[9] 史健男. 基于异构平台的实时操作系统推理框架算子加速器的实现[D]. 成都:电子科技大学,2024

[10] Limb, Sons, Kimh, et al. Enhanced Deep Residual Networks for Single Image Super-resolution[C]//Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops,Honolulu,HI:IEEE,2017:1 132-1 140

[11] Justin J, Alexandre A, Li F F. Perceptuallosses for Real-time Style Transfer and Super-resolution[J]. InECCV, 2016(9): 90-92

[12] 曾荡. 基于GDAL的地理空间数据坐标转换[J]. 测绘技术装备,2024,26(4):57-60

[13] Wang Z, Bovik A C. Mean Squared Error: Love It or Leave It? A New Look at Signal Fidelity Measures[J]. IEEE Signal Processing Magazine,2009,26(1):98-117

[14] Horé A,Ziou D. Image Quality Metrics:PSNR vs.SSIM[C]// 2010 20th International Conference on Pattern Recognition, Istanbul,Turkey:IEEE,2010:2 366-2 369

[15] 方留杨,刘天逸,赵鑫,等. 基于增强生成对抗网络的滑坡影像集超分辨率重建[J]. 测绘通报,2023(1):45-51