引文格式：熊芬,黄海英,史乘,等. 湖北省新型基础测绘质检系统的设计与实现[J]. 地理空间信息, 2025, 23(2): 120-123. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.02.027

湖北省新型基础测绘质检系统的设计与实现

熊　芬[1]，黄海英[1]，史　乘[2]，胡　颖[1]
（1. 湖北省测绘质量监督检验站，湖北 武汉 430074；2. 湖北省航测遥感院，湖北 武汉 430074）

摘　要：针对湖北省新型基础测绘空间数据成果质量检查效率低、自动化程度不高等现状问题，提出了一种基于质检规则的自动化质检系统解决方案。从湖北省新型基础测绘成果内容和特点进行研究，围绕实际质检需求开展了检查方案设计，以质检规则为核心通过系统架构设计、数据流及工作流等设计构建了湖北省新型基础测绘质检系统。系统的实现能够有效地提升成果的质检效率、保障质检的准确性和可靠性，促进成果质量提升，研究成果对于其他类型的测绘成果质检具有一定的借鉴意义。

关键词：空间数据；质量检查；GIS
中图分类号：P205　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）02-0120-04

Design and Realization of New Basic Surveying and Mapping Quality Control System in Hubei Province

XIONG Fen[1], HUANG Haiying[1], SHI Cheng[2], HU Ying[1]
(1. Hubei Surveying and Mapping Quality Supervision and Inspection Station, Wuhan 430074, China;
2. Hubei Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at the current problems of low efficiency and automation of quality inspection of new basic surveying and mapping spatial data results in Hubei Province, we proposed an automated quality inspection system based on quality inspection rules. From the content and characteristics of new basic surveying and mapping results in Hubei Province, we carried out the design of quality inspection program around the actual quality inspection needs, and constructed the new basic surveying and mapping quality inspection system in Hubei Province through the system architecture design, data flow and workflow with the quality inspection rules as the core. The realization of system can effectively improve the quality inspection efficiency of results, ensure the accuracy and reliability of quality inspection, and improve the quality of results. The research results have certain reference significance for other types of surveying and mapping results quality inspection.

Key words: spatial data, quality inspection, GIS

继上海、武汉、西安等国家新型基础测绘城市级试点后，宁夏回族自治区、北京市、山东省、广西壮族自治区等省（区）试点也相继开展，在试点探索实践中逐渐形成以全球覆盖、海陆兼顾、联动更新、按需服务、开放共享为特征的新型基础测绘[1]。除国家级试点外，部分省份也自行组织开展了探索。湖北省以咸宁市“国家智慧城市时空大数据平台建设试点城市”工作为契机从现代基准、生产组织、测绘产品、技术支撑、政策标准、安全监管、应用服务等多方面来探索建设新型基础测绘体系[2]，探索测绘地理信息数据要素保障服务高质量发展的新途径。伴随着新型基础测绘产品体系的优化升级，质量检验内容与需求也发生了变化，为适应新的生产技术要求保障成果的质量、提升各级检查和验收检验的效率，针对新型基础测绘成果的质检研究是当务之急。国内研究人员在基础测绘成果质检方面开展了系列研究、开发了相关质检软件。车秋锋[3]设计了针对DEM、DOM、DLG、DRG测绘产品综合检查的4D Check软件；李冲等[4]针对基础地理信息成果、数字航空影像研制了信息化地理产品检查与评价系统；章立博等[5]从成果、项目、大数据、智能方法、历史成果和经验的视角研究“五维协同”框架下的测绘地理信息成果质量检查软件。本文在现有研究基础上，结合湖北省新型基础测绘成果质检需求，从空间数据质检方面开展质量检查模型、质量检查方案研究，以及自动化质检系统的设计与实现。

项目来源：2023年度湖北省自然资源科技项目（ZRZY2023KJ35）。
第一作者简介：熊芬（1989—），硕士研究生，工程师，从事测绘成果质检、地图技术审查等工作，E-mail：29544675@qq.com。

1　湖北省新型基础测绘质检分析

1.1　成果概况

在大力推动基础测绘工作转型升级、加快构建新型基础测绘体系的形势下，湖北省新型基础测绘基于传统的基础测绘成果从数据精度、覆盖率、属性集成等方面优化升级，生产高分辨率高重叠全域航空影像、高精度高分辨率正射影像图、高精度数字线划图、基础地理实体和全域地形级实景三维等成果[6]，以多元化的测绘地理信息数据服务政府、社会和公众的多样化需求。其中高精度数字线划图是湖北省时空数据库建设的关键成果之一，是在已有的数字线划图成果的基础上通过收集、整理、融合多行业不同类型的数据构建而成。

1.2　成果质检方法

高分辨率高重叠全域航空影像、高精度高分辨率正射影像图有明确的检验标准规范和成熟的质检软件平台；基础地理实体、全域地形级实景三维成果属于试点生产阶段，技术标准在加紧研制中，对应的成果质检方法也处于探索阶段。而高精度数字线划图成果按照规定划分为常规的图成果（*.dwg格式）和时空数据库建设基底成果库成果（*.mdb*.gdb格式），前者有明确的检验标准规范和质检软件，后者也称“1 m精度基础测绘成果”按照技术要求需同步采集地理要素高程信息、具备全球唯一编码、融合多类专题要素属性，尚无成熟的质检软件支撑成果“两级检查、一级验收”，试点初期存在人工比对核查工作量大、质检效率较低、质量可靠性欠缺等问题，因此亟需从质量检查模型、质量检查方案着手研究以满足该类成果自动化质检需求。

1.3　空间数据质检新需求

在“省级统筹、市县协同、联动更新”组织模式和生产模式创新中[7]，空间数据会在各道生产工序、不同生产单位（部门）间流转，如何避免质量检查工作的冗余是一个需要解决的问题，因此对成果质检提出了“按需质检、高效管控”的新需求。

在“一库多能、按需组装、定制服务”产品形式创新中[2]，1 m精度基础测绘成果打破了传统比例尺概念和地形图模式，引入地理实体概念记录地理信息要素空间坐标（平面和高程信息）、属性信息和相互关系。湖北省生产技术规程规定划分了132个数据层、1 060个小类、18个通用属性项以及不同要素的专有属性项来表达地理信息要素[8]，采集要素更细致、要素关联属性丰富，涉及交通、水利、管线、植被等与政府决策、公众生活息息相关的基础信息，以利于支撑新型基础测绘成果应用服务拓展。与此同时，1 m精度基础测绘成果在立体观测环境下采集，各数据层均具有 Z 值几何属性，可存储3D数据，便于地理实体数据的生产与研究[9]。产品形式创新、成果技术要求变化带来了空间数据质检的新需求，相较传统基础测绘成果而言，1 m精度基础测绘成果具有精度更高、要素更细、属性更全的特点，相应的质检规则要求更繁琐，对质检效率提升、检验全面可靠提出了新需求。

2　质检系统设计与实现

面对生产模式和数据技术要求变化带来的空间数据质检需求，通过质检模型构建、质检规则研究设计一套适应和满足新技术、新工艺流程下的湖北省新型基础测绘成果检查方案，构建湖北省新型基础测绘质检系统实现成果自动化质检、智能化评定等功能，以期解决常规质检“检验流程繁琐、检验效率低、自动化程度低”瓶颈问题。

2.1　质检规则研究

2.1.1　质量模型构建

目前数字线划图成果主要检查依据为GB/T 18316–2008《数字测绘成果质量检查与验收》，其成果质量元素划分为空间参考系、位置精度、属性精度、完整性、逻辑一致性、时间精度、表征质量等[7]。各质量元素细分为质量子元素和检查项。1 m精度基础测绘成果一方面沿用常规数字线划图成果检查内容，另一方面需结合前文所述生产模式的变化和数据特点从数据质量模型抽象出最小颗粒度检查规则来保障检查内容全面，同时便于质检规则复用、检查方案快速构建。

结合成果空间结构、空间关系、质检内容来调整质量模型框架以满足新的数据特点和检查需求，如图1所示按照“符合/不符合项”、“错误率”2种评价方法区分空间数据的质量特征，其中空间参考系、逻辑一致性（概念一致性、格式一致性）为空间数据的重要质量表征，直接影响成果的合格与否；错误率则是通过计算存在的错误个数占要素总数比例来判定其值是否超出允许范围，同时为了区分检查重点，针对重要要素、一般要素分别规定了质量评定指标。通过质量模型的构建为质检系统的设计提供了研究基础，以此为框架进行检查项、检查功能的设计。

2.1.2　质检规则设计

质检规则是对可能出现的数据缺陷进行的一个抽象，

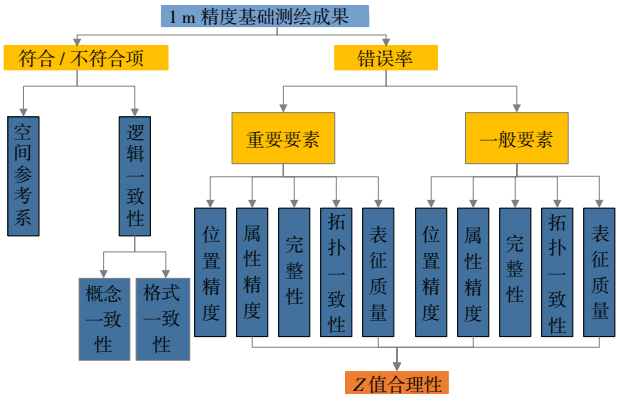


图1 成果质量模型构

它具有普遍适用性，是质检模型的最小单元，是质量检查的核心要素[10]。为实现1 m精度基础测绘成果主要质量元素自动化检查，其质检规则可分为以下几类：

1）属性质检规则。属性质检规则围绕逻辑一致性（概念一致性、格式一致性）、属性精度（分类正确性、属性正确性）展开设计。其中，逻辑一致性包含目录组织是否正确、图层定义是否正确、属性项定义是否正确。属性精度质检包含了属性填写规则是否满足设计要求、属性填写与实际（专题资料、外调等）是否一致2种情形。该类质检规则需结合技术规定制定相应的标准模板作为比对基础来检查待检数据的正确性；同时需将收集的专题资料按照一定规则处理、整理成具有空间、属性的专题资料库。

2）图形质检规则。图形质检规则围绕逻辑一致性（拓扑一致性）、位置精度（几何接边）、表征质量展开设计。其中，拓扑一致性检查是对要素内部、要素间的拓扑关系进行检查，包含点与点、点与线、点与面、线与线、线与面、面与面等不同类型的要素关系，抽象来看有连接关系、重叠关系、包含关系；位置精度针对的是不同图幅间要素是否几何接边、不同测区范围内要素是否几何接边等；表征质量通过比对检查要素几何类型、要素关系、方向特征等是否正确。该类质检规则主要通过二次开发调用GIS的空间检查功能。

3）Z值（高程）质检规则。新增的Z值（高程）属性需按照检查方式归类到不同质量元素，主要有如下情形：一是要素有非0的Z值与实际高程不符时，错误类型应归入位置精度质量元素；二是要素未按设计要求赋Z值时，错误类型应归入表征质量元素；三是要素赋值Z值而其属性项ZZ填写错误时，错误类型应归入属性精度质量元素。

2.1.3 检查方案设计

对已抽象制定的涉及各类图形、属性、空间关系等内在逻辑约束关系的质检规则进行组装、自定义设计，形成面向具体项目的检查方案。

1）概查方案。包含属性质检规则中的概念一致性、格式一致性规则以及重要要素属性精度规则。针对数据结构方面，自动检查待查数据的数据文件、数据格式、属性项定义与标准模板是否一致；针对重要要素自动比对专题资料库核实各项属性值填写是否错漏等。通过对“符合/不符合”项的严格控制，把握质检关键点。

2）详查方案。详查方案一是围绕要素自身和要素间拓扑关系进行检查，如要素（点、线、面）是否重复采集，线要素有无伪节点、悬挂点，具有约束关系的要素是否重合等。二是考虑实际生产流程存在的分幅采集或分区域采集，检查要素的接边情况包括图形和属性是否接边。三是重点对照标准模板、专题资料库检查要素属性值填写是否正确，如必填项属性值、枚举值域检查等。四是完整性检查，包含是否存在空图层、与专题资料比对检查是否存在漏采集或多余采集的要素。五是针对要素的几何表达、地理表达和注记进行复合面、微小面、微短线、折刺、要素方向矛盾、注记与属性值不对应等内容检查。

2.2 系统架构

湖北省新型基础测绘质检系统基于1 m精度基础测绘成果的质量模型研究抽象、细化形成颗粒度最小的质检规则，质检规则以参数接口开放提供自定义、多元化检查内容，并与质量模型挂接、封装。在满足国家相关标准、湖北省新型基础测绘相关要求的规范体系基础之上，系统自下而上分为支撑层、数据层、应用层，架构如图2所示。系统支撑层由软硬件环境构成，为系统建立的基础层；数据层存储与项目管理、检查方案、质量评价、标准模板、专题资料等核心数据库；应用层是直接与用户交互的功能层，通过功能点逻辑区分、功能模块划分建设可交互的用户界面。

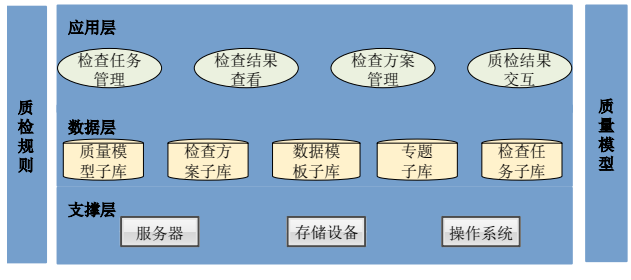


图2 系统架构图

2.3 系统数据流与工作流

从系统顶层图、系统模块级别（0级）和系统功能级别（1级）3个层次进行系统数据流描述。顶层数

据流中，以项目（数据）输入、系统处理、结果输出三大块总体逻辑划分。对顶层数据流的加工进行分解，在0级数据流中通过项目管理模块调用了项目信息、数据信息，随后信息流转到数据质检模块，同时数据质检模块会调用数据模板管理模块、检查方案管理模块、质量模型管理模块、专题库管理模块等方面提供的质检必需数据。再对0级数据流的各项模块进行分解，在1级数据流中项目的基本信息在经过判断、比对、记录后传递给检查结果，待检数据通过读取、格式判断后调用至自动检查，同时系统提供了所需的数据模板、检查方案、质量模型等可供用户进行导入、配置、自定义等操作，提供了专题库比对接口，以上内容在自动检查后可导出所需的矢量结果、检查意见记录表、质量统计表。

结合系统数据流的传递、流转以及系统内各模块关系进行工作流设计，通过用户新建任务、录入任务信息、设置任务路径、数据路径、检查方案等内容后确认任务建立，基于创建的任务开始自动检查，检查结果可直接导出，也可通过交互检查模块查看、人工交互判断处理。

2.4　系统实现

以实用、易用、先进为原则，对同类集合精简模块，提供任务列表、检查方案、质检结果三大功能模块。任务列表模块集成了检查任务管理、质检检查等功能点，为用户快速新建、加载、设置任务提供交互性强、简明直观的界面。检查方案模块集成了数据模型管理、检查规则库管理、检查方案管理等功能点，为用户新增、设计、修改检查方案以及快速调整检查参数提供开放接口，如图3所示。质检结果模块则主要集成了可视化的成果数据与检查结果对照查看的多模式窗口，将结果以图、表等形式直观展示。

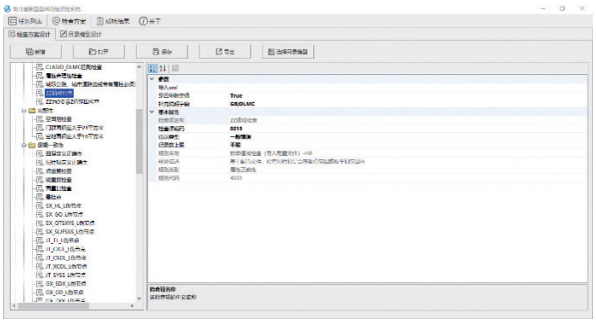


图3　软件界面图

3　应用实例

经测试，湖北省新型基础测绘质检系统针对1 019 km^2的县域数据约354.5万个要素进行概查时，使用的检查方案包含78个检查项，自动检查耗费时间为2 h、16 min。相较传统人工检查或人机交互检查，效率提升近23.7倍。2021年至2022年系统应用在“咸宁市联动更新省级试点项目”中，为近20家项目参与单位的过程检查、最终检查以及成果验收工作有效地节省人力成本和时间成本。同时系统在黄冈、襄阳等试点区域的检验工作中得到了验证。

4　结　语

本文从湖北省新型基础测绘成果的数据特点为切入点，结合国家相关标准和实际需求开展了质量检查方案设计，通过检查需求研究、系统架构设计、数据流和工作流研究提出了一套适配湖北省1 m精度测绘成果的自动检查系统，实现了以县域范围采集的成果和分幅成果的涉及空间参考系、逻辑一致性、位置精度、完整性、属性精度、表征质量等六大质量元素139项检查项的自动检查系统。系统以质检规则抽象、参数自定义组合封装、集合形成检查方案可适应于不同地区新型基础测绘成果质检需要，达到“一次研发、重复利用”，延长软件生命周期，为其他类型的测绘成果质检工作起到一定参考作用。

参考文献

[1] 张继贤，张莉，张鹤. 面向新型基础测绘的质检任务探讨[J]. 测绘通报，2018(7):71-73

[2] 陈晓茜，曹晶，王正.《湖北省基础测绘“十四五”规划》解读与特点分析[J]. 地理空间信息，2022，20(7):154-157

[3] 车秋锋. 4D Checker数字测绘产品质量检验系统的研制与开发[J]. 测绘通报，2004(9):47-49

[4] 李冲，邓智文，何鑫星，等. 信息化地理信息产品检查与评价系统构建技术[J]. 地理空间信息，2017，15(2):12-14

[5] 章力博，张继贤，韩文立，等.“五维协同”下的测绘地理信息成果质量检查软件体系初探[J]. 测绘通报，2021(2):131-135

[6] 祁信舒，龚芳，向浩，等. 湖北省新型基础测绘建设的研究[J]. 地理空间信息，2019，17(10):125-127

[7] 张晶，王军，邵堃. 基于智能规则的1∶10 000省级基础测绘成果质检模型设计研究[J]. 测绘与空间地理信息，2013，36(12):75-78

[8] 陈庆，戴腾，牛建军，等. 新型基础测绘大比例尺DLG图库一体化方法[J]. 地理空间信息，2022，20(3):81-83

[9] 张亮，周志诚，厉芳婷，等. 基于地理实体的数据库建设探讨[J]. 地理空间信息，2021，19(1):122-124

[10] 韩文立，张继贤，陈海鹏，等. 新型基础测绘质检技术探讨[J]. 测绘通报，2022(7):148-153