引文格式：黄昌狄,万斐,孙震宇. 测绘质检知识库建设与应用研究[J]. 地理空间信息, 2024, 22(7): 129-132. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.07.029

测绘质检知识库建设与应用研究

黄昌狄[1]，万　斐[1]，孙震宇[1]
（1. 浙江省测绘科学技术研究院，浙江 杭州 310012）

摘　要：为整合基础数据、技术规程、质检规则、检查资料等已有成果数据，提升参考资料应用的便捷性，提高检验工作效率，从基础测绘、标准等不同类别参考数据出发，基于测绘成果质检应用需求，根据数学精度、地理精度、质检规程、质检规则、要素代码、质量问题等不同分类规则，整理、筛选参考数据构建测绘质检知识库。同时，根据要素的重要性建立不同频次的更新机制，保障测绘质检知识库的现势性。测绘质检知识库已在基础测绘、实景三维等测绘成果质检中得到应用，缩短了检验人员数学精度检测时长，辅助检验人员开展地理精度检查，总体提升了资料利用率和质检效率，具有一定的参考价值。

关键词：测绘成果；质量检查；知识库
中图分类号：P205　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）07-0129-04

Research on Construction and Application of Surveying and Mapping Quality Inspection Knowledge Database

HUANG Changdi[1], WAN Fei[1], SUN Zhenyu[1]
(1. Zhejiang Academy of Surveying and Mapping, Hangzhou 310012, China)

Abstract: In order to integrate the basic data, technical procedures, quality inspection rules, inspection data and other existing achievement data, improve the convenience of reference application and the inspection efficiency, based on different types of reference data such as basic surveying and mapping, standards, combined with different application requirements such as mathematical accuracy, geographical accuracy, quality inspection procedures, quality inspection rules, element codes and quality problems, we collated and filtered reference data to build a surveying and mapping quality inspection knowledge database. At the same time, we established an update mechanism with different frequencies based on the importance of elements to ensure the current situation of surveying and mapping quality inspection knowledge database. This database has been applied in the quality inspection of surveying and mapping achievements such as basic surveying and mapping, real scene 3D, which can reduce the time of mathematical accuracy inspection for inspectors, assist inspectors in geographical accuracy inspection, generally improve the utilization rate of data and quality inspection efficiency, and have certain reference value.

Key words: surveying and mapping result, quality inspection, knowledge database

测绘成果质检工作包括内业和外业两部分，外业主要采用地理巡查、精度核查等方式检查地理要素表达的准确性与完整性；内业主要采用人工核查、比对分析等方式检查数据结构、属性精度等内容。在检查过程中，检查人员需根据成果类型、测区范围等搜集质检规程、规则、重大要素变化情况和已有参考数据，延长了测绘成果检查时间；且缺乏可信度高、完整性好、现势性高、成体系的知识库，存在检查内容和评价指标不统一、对重大要素检查不全面等风险。此外，测绘成果智能化、软件化质检缺乏现有质检规则、质量问题等知识数据的支撑。因此，为提高测绘成果质检智能化程度，整合已有参考数据和相关资料，统一测绘成果质检与评价标准，有必要开展测绘质检知识库建设研究。近年来，在测绘成果质检领域对知识库、知识图谱等方面开展的应用研究不多，如葛娟[1]等在自然资源调查监测成果质量检验领域设计了知识图谱，以产品知识、检验知识、评价知识等内容开展知识图谱本体设计；韩文立[2]等基于控制资料、基础测绘、专题成果等已有数据构建检核点数据库、多尺度DLG库等数据库辅助检查测绘成果的数学精度、属性精度和完整性等，提高了参考资料应用的便捷性和质检工作效率；王金栋[3]等基于已有资料设

收稿日期：2023-03-31。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（42001414）。
第一作者简介：黄昌狄（1992—），硕士研究生，工程师，主要从事基础测绘、实景三维等测绘成果质量检验与研究工作，E-mail：542167936@qq.com。

计开发了自动化质检软件技术，实现了地理要素部分属性精度的自动化检查；黄昌狄[4]等基于数字地形图、正射影像图等历史检查资料，通过清洗、整理形成专题库，用以辅助测绘成果质检；杜田[5]、叶爱东[6]、邓智文[7]等也对质检软件开展了相关研究。本文基于不同类别的参考数据，结合数学精度、地理精度、质检规程、质检规则、要素代码、问题描述等应用需求，通过整理、筛选参考数据构建了测绘质检知识库。

1 测绘质检知识库框架与构建

测绘质检知识库是测绘成果在质量检验活动中所需辅助或参考数据的综合，包括数学精度、地理精度、质检规程等内容。构建测绘质检知识库可提高参考数据的应用率、检验知识查询的便捷性、检验流程的规范性、问题表述的一致性，进一步提升质检效率[8-15]。根据测绘成果质量检验流程以及内容所需的知识，将测绘质检知识库分为数学精度、地理精度、质检规程、质检规则、要素代码和问题描述等6类知识。

1）数学精度知识，主要包括平面精度、高程精度等精度检测点（线、面）数据，如历年检测点、地形房屋面等；用以辅助检验人员在内业对测绘成果快速开展数学精度评价或整体精度概查，缩减检验人员外业数据采集的工作量，进而提升历史检验资料的利用率。数据来源主要为往年基础地形数据和自主采集的检测点。本文首先收集往年1∶500、1∶2 000等比例尺的数字地形数据和精度检测点；再根据要素特征从参考数据中分离房屋面、高程点等数学精度知识；然后对不同类型的数学精度知识标注平面坐标、高程基准、比例尺（精度）、高程、现势性、要素类别等特征描述；最后将不同类型特征的参考数据汇总形成数学精度知识库。

2）地理精度知识，主要包括交通、水系、居民地、地貌、境界等类别的重要要素，如国（省）道、机场、政府驻地等；用以辅助检验人员快速核查测绘成果中重大要素的正确性与完整性，缩减检验人员实地核实的工作量和资料核查时间，保障测绘成果框架性要素的正确性。数据来源主要为往年基础测绘数据、天地图、官方参考资料等成果。本文首先收集往年基础测绘、天地图等参考数据，并建立交通、水系、居民地等重要要素名录（表1）；再根据名录从往年基础测绘数据、天地图数据中筛选并分离重要要素，并核实重要要素的正确性；然后为重要要素标注现势性、比例尺等特征描述；最后根据不同类别汇总至相关图层，形成地理精度知识。同时，建立定期更新机制，通过自动搜索、检查补充等方式更新地理精度知识，以保障数据现势性符合日常检查工作要求。

表1 地理精度知识主要内容

数据类别	主要内容
交通	高速、国道、省道、高铁、普通铁路、地铁、机场等
水系	主要水系干流、大中型水库等
居民地	乡级以上政府驻地、重要地理名称等
地貌	等高线
境界	省级境界、地级境界、县级境界、乡级境界

3）质检规程主要包括不同类别测绘成果检验活动涉及的技术指导文件，如国家（行业）标准、专项技术规程、作业指导书等；用以提高检验人员在检验工作中查询相关技术文件的便捷性与效率。数据来源主要为测绘成果生产与检验相关的规范、规程等技术文件。本文根据检验检测机构资质认定能力附表中涉及的测绘成果种类及其相应技术文件进行整理，并归类形成质检规程知识库，如三维地理信息模型成果检验涉及的技术文件为GB/T 9015–2012《三维地理信息模型数据产品规范》、GB/T 9016–2012《三维地理信息模型生产规范》等。

4）质检规则主要包括不同类别测绘成果检验涉及的检查内容与评价方法，是对某项成果检验检查与评价的进一步明确和细化，是成果质量检验的评价体系；用以统一明确规范检验过程中的检查内容。检查内容主要包含成果检验过程中涉及的质量元素、检查项等，如三维地理信息模型涉及位置精度、表达精细度等质量元素，包含平面精度、模型精细度等检查项。评价方法主要包括成果评分和错漏扣分，其中成果评分是对单位成果（样本）质量的评分，包含加权平均分法、最小值法等；错漏扣分是对单位成果（样本）涉及的单个质量元素的评分，包含错漏率法、扣分法等。部分成果质检规则内容见图1。本文根据检

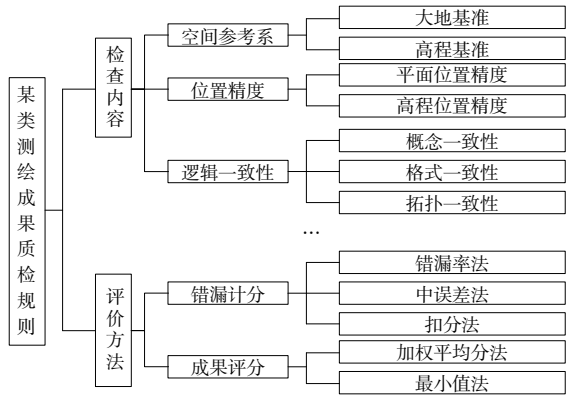


图1 质检规则知识组成内容（部分）

验检测机构资质认定能力表中涉及的测绘成果种类，基于标准、技术文件等相关质检规程文件，结合作业指导书，以测绘成果类型为分类指标，整理、汇总质量检验中涉及的检查内容和评价方法，构建形成质检规则知识库。

5）要素代码主要包括某行政区划范围内统一技术标准的测绘成果要素分类代码，如城市国土空间监测、1∶2 000数字地形图、地下市政基础设施普查等专项测绘成果。通过汇总不同类型成果的要素代码，便于检验人员快速获取要素代码。数据来源主要为各专项成果的技术设计或技术规程。本文收集不同专项成果的技术设计或规程，筛选出要素代码并标注成果类别等特征信息，汇总形成要素代码知识库。

6）问题描述主要包括以往检验报告中经规范后的不同类别测绘成果的主要质量问题，如质量问题描述、错漏等级等；为检验人员对同类测绘成果开展检验时提供参考，统一检验人员对相同问题的表述和评判尺度。数据来源主要为历年不同类别测绘成果检验报告。本文收集历年不同类别测绘成果检验报告中的主要质量问题描述和错漏等级，以成果种类为分类指标，结合评价体系中的质量元素，对主要质量问题进行整理、清洗、汇总并标注成果种类特征信息，构建形成问题描述知识库。

2　更新机制

为更好地保持测绘质检知识库的现势性，本文构建自动搜索、检查发现、定期更新等机制，分时段对知识库进行更新。

1）自动搜索。基于Python语言，结合与高速、政府驻地、境界等重要要素相关的关键字，每日从政府、新闻、民政等官方网站获取与关键字相关的通告或报导信息，核实后形成词条更新至测绘质检知识库。

2）检查发现。检验人员将在检验过程中发现的与测绘质检知识库相关的知识汇总形成台账，按月度更新至测绘质检知识库；同时汇总检验中涉及的现势性更好、精度更高的基础数据，筛选后更新至测绘质检知识库。

3）定期更新。梳理一个季度内测绘质检知识库中相关知识的变化和更新情况，结合检查资料，按季度对知识库进行整体更新。

3　应用案例与效果

3.1　应用案例

在测绘成果质检过程中，测绘质检知识库可嵌入各检验环节辅助检验人员开展质量检验工作。本文以1∶2 000数字地形图数据库质检为例进行应用，并与传统方案展开对比。

1）任务安排。成果安排给新检验人员后，传统方式下新检验人员一般通过请教、查询等方式熟悉检验流程、内容与评价体系，资料查找的便捷性和有效性较低；而本文方法下质检人员可直接查询1∶2 000 DLG数据库质检设计的质检规程和质检规则，通过质检规程了解熟悉该类型测绘项目检验涉及的相关标准与技术设计、成果生产的技术流程以及地理要素的表达方法；通过质检规则了解熟悉该类型测绘项目的检查内容和评价方法，明晰该类型成果如何查、怎么评，帮助检验人员快速开展质检工作。

2）成果概查。1∶2 000 DLG数据库概查主要包括位置精度概查和重要要素概查，其中位置精度概查主要是套合相关数据检查成果的整体偏移情况；重要要素概查主要检查国道、政府驻地等重要要素更新的正确性与完整性。传统方式下检验人员位置精度概查通常需要生产部门提供测区范围内正射影像数据或高精度地形数据；重要要素概查主要通过人工检索等方式实现。这种方式参考数据的自主性不强，往往需要生产部分辅助；且对重要要素的概查工作效率低、覆盖范围小。本文方法下检验人员仅需调取数学精度知识库中测区范围内的1∶500或1∶2 000地形基础数据即可实现对成果数学精度的概查工作，后续还可开发信息化手段实现精度的自动化概查；检验人员仅需调取地理精度知识库，通过与长期维护的重要要素进行比对，实现重要要素的快速概查，仅需对个别存疑的重要要素进行人工核实。

3）样本详查。1∶2 000 DLG数据库样本详查主要是对数学精度、属性精度、逻辑一致性、表征质量、附件质量等质量元素开展检查，其中数学精度检查样本平面、高程的绝对精度，逻辑一致性检查数据属性结构与要素关系的正确性，属性精度检查要素属性的正确性，表征质量检查整饰和注记表达的正确性，附件质量检查技术资料的完整性、正确性和权威性。传统方式下数学精度检查需要检验人员外业实地采集精度检测数据；属性精度、逻辑一致性等质量元素检查主要依靠人工检查，检验人员需不断查询要素分类代码、检查内容、要素属性等相关信息，参考信息的获取效率和便捷性较差。本文方法下检验人员可快速调取数学精度、地理精度、质检规则等相关知识库，提高了检验人员质检效率，缩短了外业工作时

长。可调取数学精度知识库中的1∶500地形数据，在内业实现样本数学精度评价；地理精度知识库可辅助检验人员核查框架性要素的位置与属性，以减少检验人员实地核查的工作量；质检规则和要素代码知识库可辅助检验人员明晰各质量元素的检查项和评价方法。

4）报告编制。问题描述知识库可为检验人员提供以往相同质量问题的规范性表述与评判尺度。

3.2 应用效果

1）提高了基础数据与资料的使用率和便捷性。测绘质检知识库的建设为检验人员提供了丰富的参考资料，缩短了资料搜集时长，提高了已有资料的利用率，如数学精度知识库降低了精度检核数据的重复采集率。

2）统一了质检规则、评价方法和问题描述。质检规则、问题描述等知识库统一了检验人员对同类测绘成果的检查内容和评价指标，保障了测绘成果质量检查内容的全面性以及质量问题描述的规范性。

3）为实现智能化质检和成果评价积累了基础数据。测绘质检知识库中包含的质检规则、数学精度、问题描述、分类代码等知识库为进一步探索智能化质检和成果评价夯实了基础。

4 结 语

本文根据不同类别参考数据，结合数学精度、地理精度、质检规程、质检规则、要素代码、质量问题等应用需求，提出了测绘质检知识库的框架、内容和应用方式。测绘质检知识库已在基础测绘等成果质检中得到应用，缩短了检验人员数学精度检测时长，总体提升了资料利用率和质检效率，后期将围绕着质检智能化继续开展相关研究。

参考文献

[1] 葛娟,张继贤,韩文立,等. 自然资源调查监测成果质量检验知识图谱本体设计探讨[J]. 地理信息世界,2022,29(5):39-42

[2] 韩文立,张莉,程鹏飞. 地理信息质检数据库建设和应用的技术探讨[J]. 测绘通报,2015(3):94-96

[3] 王金栋,韩文立,章立博,等. 基于已有资料的自动质检技术研究与实现[J]. 测绘通报,2017(2):109-111

[4] 黄昌狄,郑学勇,杜浩强,等. 测绘质检资源库系统的建设与应用[J]. 测绘地理信息,2022,47(4):140-142

[5] 杜田,许大璐,朱校娟,等. 基于Python的多源地理数据高效质检系统[J]. 测绘地理信息,2020,45(5):84-88

[6] 叶爱东,陈金林,张鹤. 一种模型驱动空间数据库质量检查平台构建[J]. 测绘通报,2020(3):113-117

[7] 邓智文,何鑫星,李冲,等. 信息化质检系统数据库设计[J]. 测绘科学,2017,42(9):169-174

[8] 章力博,韩文立,沈晶. 多类测绘产品的质检软件平台框架设计与应用[J]. 测绘科学,2020,45(6):187-191

[9] 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

[10] 张继贤,张莉,张鹤. 面向新型基础测绘的新时代质检任务[J]. 中国测绘,2018(1):37-39

[11] 乐恒,高峰,张伟伟. 空间数据质检软件的设计与实现[J]. 地理空间信息,2016,14(11):41-43

[12] 唐小丽,郭红操,马煜,等. 测绘质检精度检测库建设及应用[J]. 地理空间信息,2022,20(8):113-115

[13] 曹俊,张志艺,黄海英,等. 湖北省测绘质量智慧监管平台建设探索与实践[J]. 地理空间信息,2022,20(7):161-164

[14] 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

[15] 夏佳毅,解琨,杨明. 测绘数字化产品质检工具的研究与应用[J]. 测绘与空间地理信息,2021,44(5):169-171

（上接第107页）

39(6):72-76

[8] 隋海琛,杨鲲,张彦昌,等.“南海一号”打捞过程中的水下定位和姿态监测[J]. 水道港口,2009,30(2):139-142

[9] 黄政,蔡亚阁,李广波,等. 船舶姿态在线监测管理系统的设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2014,42(8):1 395-1 398

[10] 何广源,吴迪军,李剑坤. GPS无验潮多波束水下地形测量技术的分析与应用[J]. 地理空间信息,2013,11(2):155-156

[11] 王启,刘胜旋. 多波束测深数据采集质量监控方法探讨[J]. 地理空间信息,2021,19(7):81-84

[12] 赵希亮,董箭,张志衡,等. 基于多波束测深数据的GRID_DDM构建方法评估及分析[J]. 地理空间信息,2017,15(12):85-88

[13] 陈宝枝,陈科,李正品,等. 多波束测深系统在水库测量中的应用[J]. 地理空间信息,2013,11(4):145-146

[14] 肖付民,郭立新,金绍华,等. CARIS HIPS多波束测量数据后处理教程[M]. 北京:测绘出版社,2015

[15] International Hydrographic Organization. S-44 6th Edition. IHO Standards for Hydrographic Surveys Edition 6.0.0.[Z]. Monaco: International Hydrographic Organization, 2020