内蒙古地区实景三维地形级地理实体生产技术与应用

师海明
内蒙古地质测绘有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘 要 为支撑实景三维内蒙古建设，以兴安盟阿尔山市、扎赉特旗及呼伦贝尔市莫力达瓦达斡尔族自治旗为作业区，基于1 337幅1∶10 000 DLG数据与多源专题资料，开展地形级基础地理实体生产研究。本文首先分析作业区自然地理特征与基础资料适用性，其次构建技术标准体系，重点研究1∶10 000地形图框架要素更新技术与地理实体转换生产技术，最后梳理实体在生态保护与基础设施规划中的应用场景。本研究形成了适配内蒙古区域的地理实体生产技术流程，为区域实景三维建设提供了精准的空间数据支撑。

关键词 内蒙古；地形级基础地理实体；实体转换技术；生态保护

Production Technology and Application of Real Scene 3D Terrain-Level Geographic Entities in Inner Mongolia

Shi Hai-ming
Inner Mongolia Geological Surveying and Mapping Co., Ltd., Hohhot 010010, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Abstract To support the development of the Real Scene 3D construction project in Inner Mongolia, this study conducts production research on terrain-level fundamental geographic entities, utilizing 1 337 sheets of 1:10 000 DLG data and multi-source thematic materials. The operational areas are Aershan City and Jalaid Banner in Hinggan League, along with Morin Dawa Daur Autonomous Banner in Hulunbuir City. This paper first analyzes the physical geographical characteristics of the operational areas and the applicability of the foundational data. Subsequently, a technical standard system is established, with a focus on researching update techniques for 1:10 000 topographic map framework elements and production methods for geographic entity transformation. Finally, the application scenarios of these entities in ecological protection and infrastructure planning are outlined. This research has developed a technical workflow for producing geographic entities tailored to the Inner Mongolia region, thereby providing precise spatial data support for regional Real Scene 3D construction.

Key words Inner Mongolia; Terrain-Level Basic Geographic Entities; Entity Conversion Technology; Ecological Conservation

为推进实景三维内蒙古建设，本文选取兴安盟阿尔山市、扎赉特旗及呼伦贝尔市莫力达瓦达斡尔族自治旗为研究区，以1 337幅1∶10 000 DLG数据与多源专题资料为基础，开展地形级基础地理实体生产技术研究。通过分析区域地理特征与资料适用性，构建相应技术标准体系，重点探索1∶10 000地形图要素更新与实体转换方法，并梳理其在生态保护与基础设施规划中的应用场景，旨在形成适应内蒙古区域特点的地理实体生产技术流程，为实景三维建设提供精准空间数据支撑。

1 作业区自然地理特征

作业区地理坐标介于东经119°28′25″～125°15′00″、北纬46°05′00″～49°52′30″，主要隶属内蒙古兴安盟与呼伦贝尔市，边缘跨境图幅涉及7个旗市[1]。地形区域差异显著：阿尔山市地处大兴安岭西南麓，343幅图幅中，高山地15幅、山地328幅，以山地为主；扎赉特旗（524幅）与莫力达瓦达斡尔族自治旗（470幅）分别含山地154幅、丘陵370幅和山地129幅、丘陵341幅，均以丘陵为主要类型。气候分属寒温带与温带大陆性季风气候：阿尔山市冬季长7个月，极端低温低于－40℃，年均温－3.1℃，无霜期约90 d；扎赉特旗四季分明，年均温4.5℃，无霜期130～145 d，春季多大风沙尘暴；莫力达瓦达斡尔族自治旗年均温1.3～1.6℃，无霜期115～135 d，冬季积雪期长。

2 地形级地理实体生产技术标准依据

2.1 测绘行业标准执行要点

CH/T1025—2011《数字线划图（DLG）质量检验技术规程》规定了DLG成果位置精度、属性精度等检查内容与操作方法，为框架要素更新成果检验提供指南[2]；CH/T2009—2010《全球定位系统实时动态测量（RTK）测量技术规范》明确了

RTK设备检定、基准站设置及外业采集精度指标，指导新增地物补测；CH/T1004—2005《测绘技术设计规定》规范技术设计书编写与审查，保障项目方案科学性。三项标准覆盖方案设计、外业作业与成果检验关键环节，形成完整技术支撑。

2.2 专项技术文件要求

《实景三维中国建设技术大纲（2024版）》明确地理实体分类、精度要求与汇交格式，其中的三类实体划分是转换分类设计核心依据；《实景三维内蒙古建设实施方案（2023—2025年）》结合区域特征，删除了海洋类实体、补充草原湿地表示规则，明确验收指标；《新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件》细化44位空间身份编码结构、元数据必选属性及实体关系构建要求，直接指导编码与关系构建实施。

3 1∶10 000地形图框架要素更新技术

3.1 框架要素更新技术路线设计

1∶10 000地形图框架要素更新工作，首先开展原始DLG数据预处理，统一图层设置、要素分类代码及属性表结构，符合《基础地理信息1∶10 000地形要素数据规范》；预处理后的数据与DOM叠加，核查未变化要素套合偏差，判绘5大类变化要素的几何位置，未准确判绘的标记为外业调绘任务；外业阶段以预编辑成果为底图，核查内业遗留问题、补测新增地物，完成后开展DLG数据编辑与元数据制作，形成完整成果。

3.2 核心框架要素更新规范

水系要素更新需反映总体特征，双线依比例尺表示的河流应按中心线与范围面协同表示，时令河调注时令月份，水闸、堤坝等附属设施结合影像与外业定性；居民地及设施更新中，街区式应保留外围轮廓与分布特征，散列式应优先选取特征房屋，工矿设施准确定位并标注类型；交通要素更新中，公路按名称与代码合并，跨图幅保障属性一致，桥梁、隧道同步更新[3]。境界与政区利用2023年国土变更调查成果更新乡镇级及以上界线，飞地按对应行政界线表示；地名要素外业核实行政村及以上名称，编制规范调查表。

3.3 数据衔接与接边处理技术

接边遵循“上接下、左接右”原则，相邻图幅优先与2024年实景三维项目成果接边，若无则对接2025年成果或历史数据；同精度图幅接边平面位置较差≤2倍中误差，不同精度图幅≤相应中误差之和，满足精度后处理接边。跨投影带接边时，同期成图以带号小的图幅投影为准，不同期成图以前期为准，保障要素属性与拓扑关系一致。

4 地形级基础地理实体转换生产技术

4.1 地理实体转换规范设计

地形级基础地理实体分类依据《实景三维中国建设技术大纲（2024版）》，结合内蒙古区域特征，删减境内无分布的海洋类实体及地形级非必选分类，形成自然、人工、管理三大类体系。实体分层按“实体大类英文首字母+分隔符+类别英文缩写+几何类型”命名（如山体面N_MOU_A、交通线H_TRA_L），存储格式采用FileGeoDatabase。属性分基本属性（含实体名称、空间身份编码等必选项）与扩展属性（按实体类型补充），属性项按“必选（M）—条件必选（C）—可选（O）”分级赋值，且不重复冲突。

4.2 实体转换技术路线与流程

转换生产先开展资料预处理：分幅1∶10 000 DLG数据接边融合，边界要素合并（植被面节点超过30万时适当切割），非CGCS2000坐标数据统一转换，源数据格式归一为FileGeoDatabase。预处理后制作DLG要素与地理实体映射表，空间数据按分类码对应映射，属性数据保留原有信息并补充通用基本属性；参考地理国情监测数据及2023年国土变更调查成果转换相关实体[4]。随后开展实体编辑（冲沟、陡崖构面，河流、公路合并修复连通性），按“上接下、左接右”原则完成任务区接边融合（建构筑物按面积占比归区，河流公路按县级裁切命名），最终赋予编码、构建实体关系、制作元数据并汇交成果。

4.3 关键地理实体转换方法

自然地理实体中，山体冲沟从1∶10 000 DLG依比例尺冲沟线数据出发，结合影像与数据情况综合取舍后闭合构建范围面；陡崖结合要素数据筛选，水体周边筛选为陡岸、山体周边筛选为陡崖，依比例尺陡崖结合地貌坡底线构建范围面。水体与水利实体中，河流按名称、代码及实际走向连接合并，遇桥梁、隧道等断裂处修复连通性，无名称且走向难判断的河流不合并；运河、沟渠处理方式与河流类似，湖泊、水库遇桥梁、水闸等断裂处修复面数据；河口提取有名称河流结构线交点，命名为“XXX河河口”。交通实体中，铁路、公路按名称、道路代码合并，遇桥梁、隧道修复连通性，道路存在共用路段时拷贝共用段分别构建实体；城市道路按中心线切割轮廓面形成完整道路面，路口取道路相交范围构面，并命名为“XX路与XX路路口”；通过遥感影像补充采集机场停机坪、飞行区范围面及塔台定位点。

4.4 地理实体编码与关系构建

地理实体编码包含空间身份编码与唯一标识码，空间身份

编码采用“专有标识域+标准域+扩展域”三段式结构，严格遵循《新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件-3基础地理实体空间身份编码规则》；唯一标识码采用GUID赋值，通过微软GUID算法生成64位十六进制数，包含时间戳、MAC地址、随机数、版本号、唯一性校验位，确保每个实体的GUID在数据库中唯一[5]。实体关系基于空间关系与语义关系自动构建，水体与水利类实体中，河流构建“汇入”关系、水库蓄水区构建“连通”关系；交通类实体中，桥梁构建“附属”关系、环岛构建“连通”关系；行政区划单元构建“归属”关系，关系信息以XLS格式记录，包含实体名称、实体空间身份码、关系名称、关系标识符等字段，仅构建任务区内实体关系，跨任务区的关系在内蒙古自治区实景三维数据库建库阶段构建。

5 地形级地理实体应用场景

5.1 生态保护与自然资源管理应用

地形级基础地理实体中的水体实体，可动态监测作业区主要水系变化。哈拉哈河、绰尔河、嫩江等地面河流实体的结构线与范围面数据，能直观反映河道走向、水域面积变化，结合水质类型、有水月份等属性，可辅助判断流域生态健康状态；尼尔基水库、绰勒水库等水利实体的蓄水区范围与溢洪道连通关系数据，可支撑水库生态调度方案制定。湿地实体依托2023年国土变更调查成果转换生成，其中红树林地、森林沼泽、灌丛沼泽等实体的范围面数据能精准界定湿地保护边界，为大兴安岭生态功能区湿地保护修复提供空间依据。植被实体中的乔木林地、灌木林地、草地等实体数据，可反映作业区森林草原植被覆盖变化，结合郁闭度、树高等属性，辅助评估区域生态涵养能力。自然保护区实体参考地理国情监测数据转换，其范围面与归属行政区划单元的关系数据，可明确保护区与周边行政区域的管控衔接，助力自然保护区生态监管与违规行为排查，同时实体间的归属、连通关系数据，能为生态系统整体保护规划提供连贯的空间信息支撑。

5.2 区域基础设施规划应用

地形级基础地理实体中的交通实体为区域基础设施规划提供精准空间参考。国道（G331、G111）、省道（S204、S205）等公路实体的中心线与范围面数据，结合技术等级、车道数、铺装类型等属性，可用于分析现有公路通行能力，辅助新增公路线路选址与改扩建方案设计；铁路实体的轨道走向与场站分布数据，能支撑铁路网优化与站点配套设施规划。行政区划单元实体中的乡镇级、县级行政区域面数据，可辅助基础设施布局的行政区划衔接，如兴安盟与呼伦贝尔市交界处的交通设施规划，需依据两地行政界线实体明确建设责任范围，避免规划断层[6]。居民地实体中的城镇住宅小区、农村聚落数据，结合人口分布特征，可指导公共服务设施规划，如扎赉特旗“中心城镇—乡镇—村落”三级居民地格局下，依据居民地实体密度与范围，确定乡镇级医疗点、学校的覆盖半径与建设规模。

6 结束语

本文针对内蒙古特定作业区完成了地形级基础地理实体生产研究，构建了“标准体系—框架要素更新—实体转换—应用场景”的完整技术流程。在标准应用中实现了区域适配调整，删减了不适用的海洋类实体，并明确了地形级实体的表达规则；1∶10 000 DLG更新技术保障了5大类要素的精度与一致性，实体转换技术实现了多源数据融合与实体关系构建。研究形成的技术成果已在作业区生态保护与基础设施规划中体现应用价值，所建立的区域化实体生产技术体系，可为以北方寒温带、丘陵山地为主的区域地形级地理实体生产提供借鉴。

参考文献

[1]周涛,谢玉凤,仲鸿儒,等.基于实景三维的矿山综合智慧管理系统建设研究[J].中国矿山工程,2025,54(4):40-46.

[2]姚晓娟,孙鑫,朱峰,等.内蒙古次百米级数值预报系统在复杂地形下的风场预报性能分析[J].气象与环境学报,2025,41(3):52-60.

[3]付强.乡村振兴视角下内蒙古地理标志发展概况的实证分析[J].内蒙古科技与经济,2024(17):15-19.

[4]李德重,姚娜,薛永军,等.内蒙古自治区自然资源调查监测高精度实景三维建设方法与实践[J].测绘通报,2023(11):158-162.

[5]李丽荣,李娅楠.内蒙古象甲科昆虫资源调查及其区系分析[J].现代园艺,2024,47(3):35-37.

[6]邓丁柱,芙蓉,那日顺.基于实景三维的内蒙古不动产管理系统建设[J].西部资源,2025(1):115-117.

（本文编辑 曹 阳）

