第 9 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

新型基础测绘体系中 1:2000 地形图生产编制技术实现

张华
湖北省国土测绘院
DOI:10.32629/gmsm.v9i4.2505

[摘　要] 新型基础测绘是以地理实体为基础建立框架,旨在实现多种来源不同类型数据集成、地理实体化存储、定制化服务、全流程动态更新等目标。传统的1:2000比例尺地形图主要是以纸张形式或者其矢量化数据进行逻辑组织,数据重用程度较低且不能反映深层次空间联系,而且数据库与地理信息系统的结合也不够紧密。为了解决以上问题,本文提出一种新的思路：通过对来自不同遥感影像以及实景三维模型重要元素进行分析后利用实体建模生成基础地理实体,在此基础上根据需要改变比例尺并对这些要素进行细化编辑,使用增量式方法来处理由于外界变化引起的影响。其中包括对点云数据、实景三维模型以及传统的数字线划图(DLG)之间的配合机制进行了阐述并且给出了相应的属性描述内容,即包括唯一标识符、数据源属性、时间和版本管理等信息。对于要素的选择、空间索引创建、属性链接管理、几何拓扑检查以及地貌识别都提出了具体的方法和措施,并且设计出一套从自动检查到人工审查的质量保证流程以保证最后成果的准确性和可靠性。三维GIS用于辅助野外调查工作而基于变化检测的结果用于驱动数据库和可视化界面进行联动更新。
[关键词] 新型基础测绘；1:2000地形图；基础地理实体；实景三维；制图综合
中图分类号：P2　文献标识码：A

Technical Implementation of 1:2000 Topographic Map Production and Compilation in the New-Type Fundamental Surveying and Mapping System

Hua Zhang
Hubei Provincial Land Surveying and Mapping Institute

[Abstract] The new-type fundamental surveying and mapping system organizes geospatial information around fundamental geographic entities and requires multi-source acquisition, entity-oriented database construction, on-demand product assembly, and dynamic updating. Conventional 1:2000 topographic mapping, however, is usually organized by map sheets and graphic features, which restricts semantic expression, data reuse, and synchronized maintenance between databases and map products. To address this transition, this paper restructures the existing photogrammetric workflow and proposes a production chain consisting of multi-source preprocessing, fundamental geographic entity construction, scale-specific derivation, coordinated indoor editing and field survey, database–map consistency inspection, and incremental updating. The proposed implementation clarifies the respective roles of point clouds, reality-based 3D models, and existing digital line graphs; defines key entity fields for identification, provenance, time, and version; and specifies feature selection, geometric generalization, attribute mapping, conflict resolution, and landform compilation for 1:2000 products. Quality control combines rule-based checks with professional review. Reality-based 3D models are treated as an important source for entity identification and geometric acquisition rather than a direct substitute for topographic surveying. Map revisions are driven by entity-level change sets to maintain database–map consistency. The workflow provides a practical technical reference for integrated production of 1:2000 topographic maps and new-type fundamental surveying and mapping databases.
[Key words] new-type fundamental surveying and mapping; 1:2000 topographic map; fundamental geographic entity; reality-based 3D model; cartographic generalization

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

引言

1:2000地形图连接城市大比例尺测图与区域基础地理信息,服务规划、调查和工程前期。传统生产以图幅为任务单元,围绕DLG采集、编辑和整饰。该模式工艺成熟,但图形与语义分离,二维、三维及专题数据分别维护,局部变化也可能触发整幅更新。

新型基础测绘把现实对象抽象为具有唯一标识、几何、属性、关系和时间状态的基础地理实体,再按用途派生不同尺度产品。已有研究形成了城市级实体派生地形图技术体系,并验证了实体数据分尺度表达的可操作性[1]。其关键不是将DLG改名为实体库,而是调整采集对象、数据结构和更新责任：先维护实体,再由规则生成地图表达,地图取舍、移位和符号变化不得破坏实体真实位置。本文梳理多源数据进入实体库至标准分幅输出的技术链,并明确自动处理与人工判断边界。

1 生产对象与实现约束

1.1从图幅要素转向地理实体

DLG中的房屋线、道路边线、水涯线和注记分别存放,编码主要服务制图。地理实体以现实对象为核心,聚合管理点、线、面、名称、类别和关系。道路实体还应记录名称、等级、材质、来源和更新时间,派生时选择双线、单线或符号表达。实体库按作业区管理,产品按标准图幅输出,形成“库不分幅、产品分幅”。

实体与地图要素并非一一对应,一个实体可派生多项图形和注记,多实体也可合并为一个地图要素。系统需建立“实体ID—派生规则—产品要素ID”关联表,记录规则版本和派生时间。脱离源实体修改派生图会切断关联链,更新时还可能被重新派生覆盖。

1.2 1:2000尺度约束

1:2000产品既要保持位置精度,又要保证图面清晰。实体层记录实际边界,产品层依图式和制图综合规则进行化简、合并、移位与夸大,并保存表达几何及偏移说明。平面、高程、等高距和接边限差按现行标准及项目设计执行,不能以视觉效果代替精度检验。

生产还受现势性约束。影像、点云、存量DLG和外业调查时相不同,若只按空间精度拼接,容易带入已拆除房屋或旧道路。实体应记录采集时间、来源、源文件、质量状态和版本号；来源冲突时比较时相与可信等级,再安排外业核实。

2 总体架构与数据组织

总体流程包括资料清查、统一基准、多源预处理、实体采集或转换、关系构建、规则派生、内外业编辑、质检和入库。无可靠存量成果的区域,以航摄影像、LiDAR点云和实景三维模型采集实体；已有1:500或1:1000成果的区域,清洗DLG并补测变化对象后转换为实体。两条路径在实体库汇合,采用同一派生和质检规则。

2.1数据源分工

不同数据源不宜相互替代,而应按几何、语义、地貌和现势性分工。三维实景模型与点云联合制作全要素地形图已有工程探索,说明两类数据在地物判读和高程恢复方面具有互补性[2]。具体适配关系见表1。

表1　多源数据在1:2000地形图生产中的适配关系

数据源	主要用途	主要风险	控制措施
航摄影像/DOM	地物判读、平面采集、变化发现	阴影遮挡、时相滞后	联合立体模型与外业核查
LiDAR 点云	地面点提取、DEM 和地貌要素生产	分类错误、低矮植被残留	分类抽检、特征线约束建模
实景三维模型	建筑和设施识别、立体量测辅助	墙根变形、水面破碎、植被噪声	不直接照录畸变边界,回查点云和影像
存量DLG/实体数据	语义继承、范围补全、缩编入口	现势性不足、编码不一、拓扑遗留	变化检测、编码映射、拓扑清洗和版本登记
外业调查成果	属性确认、遮挡区补测、地名核实	回传不及时、修改对象不唯一	按实体 ID 回传,形成可追踪变更集

2.2实体数据模型

实体数据模型包含身份、空间、语义、关系和生命周期信息,承担对象识别、几何存储、业务描述、空间关联及版本记录。存量图转换不能仅将封闭线转面,还应恢复边界、归并图元,无法从编码判断的属性列为待核。

地图派生另设产品映射表和冲突表,保存实体类别、1:2000要素代码、符号、注记、最小表达条件及压盖处理规则。属性驱动映射可提高实体转换和地图派生的一致性[3]。项目规则应形成可测试、可回滚的配置文件。

3 关键技术实现

3.1多源预处理与实体构建

1:2000地形图生产编制的各类数据先统一到2000国家大地坐标系和项目高程基准,检查覆盖、时相、分辨率、点密度及精度报告。点云经去噪、分类、地面点提取和异常复核,地面点结合山脊、山谷、陡坎等特征线构建TIN和DEM,非地面点辅助识别建筑、植被和杆线。实景三维模型检查空洞、拉花、悬浮碎片、墙根变形和水面破碎,异常区不得直接采边。

实体采集遵循“先主体、后附属,先几何、后语义”。房屋采主体轮廓,道路和水系维护范围及网络关系,地貌保留影响等高线的特征线。属性优先继承可靠存量数据,影像无法确认的名称、用途、层数和材质置为待核。利用倾斜三维模型与存量数据构建实体时,先分层匹配并识别差异,再处理新增、变化和消失对象[4]。

3.2要素派生与制图综合

1:2000地形图生产编制的派生引擎按“候选筛选—几何综合—属性映射—冲突处理—人工复核”执行。候选筛选依据实体类别、尺寸、重要性和环境,决定保留、舍弃、降维或转符号；阈值按图式和地物类别设置。医院、学校、桥梁、控制点等重要对象不能仅因尺寸小而删除。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

几何综合包括折点精简、邻域面合并、双线合成一条线路、狭长地带简化以及局部位置微调等内容,在完成之后要对结果进行核查是否存在面积突变、自相交、拓扑关系出错或者网络不连通等情况发生以免由于对建筑物过于精细建模造成建筑物形态变形、道路断开或者是河流流向反向等问题。而对于实际存在的地物要素其原有坐标不能改变；仅作为显示的地图要素则需要在目的图层中标注变化并建立与其源头的数据之间的对应关系。

3.3地貌与高程要素编制

1:2000地形图生产编制的地貌生产以分类地面点和人工特征线为基础。TIN构建前检查点云空洞、桥面误分、植被残留和水域高程异常；等高线生成后处理闭合、相交、断裂及穿越房屋、水域等问题。陡坎、斜坡、冲沟等要素结合立体判读和外业补采。

高程注记点应兼顾均匀性和地形表达,优先布设在道路交叉口、地形变换点、山顶、鞍部及工程设施附近。林区不能以树冠代替地面,建筑区不能以屋顶点内插。DEM、等高线和高程点须联动检查,系统性偏差应回溯点云分类或控制资料,不能在成图末端掩盖。

3.4内外业协同修编

1:2000地形图生产编制的内业首轮派生后,系统生成调绘任务包,标出变化区、遮挡区、属性空缺、几何冲突和高程异常,并携带实体ID、底图、待核字段及坐标。外业用GNSSRTK或全站仪补测遮挡地物,核实道路材质、单位名称、地名和设施属性,以结构化记录及影像回传,避免只在纸图勾改。

回传数据先更新实体库并形成变更集,再派生受影响图幅及邻接区域。产品层确需调整时标明“表达调整”,不得反写实体位置,减少库图差异。

4 质量控制与增量更新

4.1规则检查与人工检验

1:2000地形图生产编制的质量控制覆盖源数据、实体库和地图产品：源数据层检查坐标基准、时相、覆盖和点云分类；实体层检查标识、属性、几何、拓扑、来源与版本；产品层检查精度、完整性、符号注记、接边和整饰。自动规则发现空值、重复ID、自交、悬挂、缝隙、重叠、编码及关联错误,取舍和地貌表达仍由专业人员判断。

检验采用作业员自检、专业互检和项目专检。抽样点应覆盖不同地形、数据源和复杂地物区,不能只选开阔位置。超限或系统性错误按源数据、实体、规则和产品编辑定位；同类错误应修正规则或源数据后重新派生,避免重复修补。

4.2库图一致性检查

1:2000地形图生产编制的库图一致性不能只比较图形数量,还应核对关联和变更方向:产品要素能否追溯到实体,属性是否正确映射,移位是否仅存在于表达层,新增或删除是否有记录,跨幅编码与注记是否一致。系统比较实体几何、属性摘要及规则版本,识别未同步成果。

允许人工编辑的产品对象设置锁定范围和编辑类型,保存前后几何、操作者及原因。下一次派生先判断源实体：未变化且规则版本相同可继承表达调整；实体或规则变化则送人工复核,防止旧移位覆盖新位置。

4.3增量更新

1:2000地形图生产编制的更新单元由图幅转为实体及影响范围。变化检测获得新增、修改和消失候选,经人工确认后写入实体库；系统按空间邻接、网络关系和注记冲突确定范围,仅重派生相关产品。跨幅道路、水系和地貌对象同步更新邻接图幅,并复查接边和拓扑。

版本管理保存实体、规则、产品版本及数据时点。成果附元数据,说明来源、时间、坐标基准和更新范围,以恢复历史产品并解释批次差异。

5 实现边界与应用讨论

本文属于生产方法研究,未使用作者项目的工时、检查点误差或自动综合命中率,因而不报告效率和精度改进数值。工程应用应选取代表性试验区,标定点云分类、实体转换、派生规则和外业回传；用独立检查点检验平面、高程精度,以人工编辑量、错漏率和库图差异评价规则效果。完成技术设计、样区试生产和验收后,才能确定软硬件组合及自动化程度。

6 结论

1:2000地形图接入新型基础测绘体系,核心是将生产源头由孤立图形转为可识别、可追溯、可更新的基础地理实体。本文方案以多源数据为入口,以实体ID和版本信息贯通采集、派生、调绘、质检及更新；分离实体真实几何与地图表达几何,用规则日志、变更集和库图关联检查约束单边修改。

实际部署仍需按测区地形、数据条件和成果用途标定规则。点云与三维模型负责几何采集和变化发现,存量数据承担语义继承,外业完成遮挡区补测和属性核实,人工复核处理复杂综合与注记冲突。该分工有利于形成可维护的1:2000地形图生产链,为实体更新和多尺度派生奠定基础。

[参考文献]

[1]殷勇,张彦平,张凤录,等.北京基础地理实体数据派生地形图的生产实践[J].北京测绘,2024,38(4):544-554.

[2]蓝凯,宋坤良,王新兴.基于三维实景模型与点云的全要素地形图制作[J].测绘与空间地理信息,2024,47(11):218-221.

[3]张鹏程.基于属性驱动和信息化映射的地理实体符号化[J].工程勘察,2024,52(8):55-59.

[4]黄晓艳,杨萍,薛阿亮,等.基于倾斜三维模型与存量数据的地理实体构建探究[J].测绘与空间地理信息,2025,48(8):174-176+179.

作者简介：

张华(1983--),男,汉族,陕西省渭南市人,本科,测绘高级工程师,主要研究方向为测绘工程。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.