

引文格式: 王化娟, 张新长, 负法长. 不动产测量成果构建地理实体的方法研究 [J]. 测绘科学, 2023, 48(3): 16-24. (WANG Huajuan, ZHANG Xinchang, YUN Fachang. Research on the method of building geographical entity from real estate survey results [J]. Science of Surveying and Mapping, 2023, 48(3): 16-24.) DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2023.03.003.

不动产测量成果构建地理实体的方法研究

王化娟¹, 张新长², 负法长¹

(1. 珠海市测绘院, 广东 珠海 519000; 2. 广州大学 地理科学与遥感学院, 广州 510006)

摘要: 针对建筑物实体的快速融合构建模式, 实现场景数据的结构化和语义化, 是目前自然资源部和各新型基础测绘试点城市研究的重要内容。该文提出了一种基于不动产测量成果构建建筑物房屋、层、户实体的方法。以不动产测量图元为基准, 基于业务规则对图元进行定性描述并编码, 并变换成竣工验收测量图元, 解决了在构建实体数据时提取不同专题要素间数据的关联关系问题; 通过解析图元编码, 可快速识别图元的语义, 实现对构成实体的图元要素快速提取和按规则高效融合。实验结果表明: 该方法不仅有效解决专业测绘数据自动适配组装基础测绘建筑物实体数据的问题, 同时以不动产登记业务和工程项目竣工验收业务为驱动, 解决了数据更新及时、动态持续的问题。

关键词: 图元变换; 地理实体; 不动产测量; 竣工验收测量; 图元编码

【中图分类号】P208

【文献标志码】A

【文章编号】1009-2307(2023)03-0016-09

Research on the method of building geographical entity from real estate survey results

WANG Huajuan¹, ZHANG Xinchang², YUN Fachang¹

(1. Zhuhai Surveying and Mapping Institution, Zhuhai, Guangdong 519000, China;

2. School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Aiming at the rapid integration construction mode of building entities and realizing the structure and semantics of scene data is currently the main content of the research of the Ministry of Natural Resources and various new basic mapping pilot cities. This paper proposes a method to construct building, floor and household entities based on real estate measurement results. Taking the real estate survey graphic element as the benchmark, the graphic element is qualitatively described and coded based on business rules, and transformed into the completion acceptance survey graphic element, which solves the problem of extracting the data association relationship between different specific elements when building entity data; By analyzing the entity code, the semantics of the entity can be quickly recognized, and the entity elements can be quickly extracted and efficiently fused according to rules. Based on the test results, the method not only effectively solves the problem of professional surveying and mapping data automatically adapting and assembling the physical data of basic surveying and mapping buildings, but also solves the problem of timely and dynamic data updating driven by real estate registration business and project completion acceptance business.

Keywords: graphic element transformation; geographical entities; real estate measurement; completion acceptance measurement; graphic element code

作者简介: 王化娟(1983—), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士, 主要研究方向为测绘信息化与基础测绘新技术。

E-mail: 88542678@qq.com

收稿日期: 2022-12-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(42071441)

通信作者: 张新长 教授 E-mail: eeszxc@mail.sysu.edu.cn

0 引言

随着物联网、大数据、移动互联网等空间和信息技术不断进步^[1],以及新型基础测绘体系建设试点工作的有序开展,发展以地理实体为主要表现形式的公共产品迫在眉睫^[2]。地理实体既可以是表达客观存在的实体,也可以是表示抽象定义的非客观实体^[3-4],建筑物实体是地理实体数据集中应用需求最迫切、最广泛的一类数据。研究建筑物实体的快速融合构建模式,实现场景数据的结构化和语义化,是目前自然资源主管部门和各新型基础测绘试点城市研究的主要内容。关于地理实体构建方法的研究有很多,文献[5]提出利用1:1 000 000比例尺基础地理信息数据构建河流地理实体的方法,文献[6]提出一种利用基础地理空间框架中的矢量数据成果,自动获取地名地理实体的数据方法,文献[2,7]也分别提出对传统的基础地理信息数据与自然资源业务数据进行融合构建基础地理实体的方法,文献[8]提出了构建实体时对已有多源地理空间数据存在不一致性的处理方法,文献[9]提出了利用大比例尺DLG、第三次全国国土调查、地理国情监测等多源数据融合与转换为地理实体的方法,文献[10]提出了一种在文本文件等非结构化数据中通过对语义索引框架中的词汇和句法模板进行识别,构建实体名称和关系的方法和工具。通过分析发现,目前二维地理实体数据的构建方法和自然资源主管部门下发的新型基础测绘系列指导文件中构建地理实体的技术思路相同,均是按事先制定的地理实体分类和数据组织模型,对已有基础地理信息数据或其他管理数据进行空间图形转换和属性融合,再以实景三维模型、点云等数据为补充实现。虽然该方法能满足地理实体生产的需求,但是作业方式多是通过批量规模化生产,需要耗费大量财力、人力、物力,且数据更新的时效性相对较差。基于以上方法,本文提出了一种利用不动产测量成果数据融合构建地理实体数据的方法。

1 地理实体构建方法

基于本体论的思想,同一地物对象即同一个实体,但具有多种形态,可面向不同的应用需求,如某栋楼房,有面向规划审批的需求,也有不动产登记的需求,更有面向国土空间规划或者自然资源管理的宏观需求,但其房屋属于同一实体的本质不变,差别仅在于面向不同应用需求的分析

统计业务规则不同。因此本文首先对不动产测量成果图元进行研究,通过图元变换先实现不动产测量与竣工验收测量成果的关联,然后再按照地理实体数据融合构建规则按需提取两类专题测绘业务中的图元空间和属性信息,融合构建建筑物的房屋、层、户地理实体数据,实现智能提取不动产测量图元数据适配组装地理实体数据,且数据采集和生产由不动产登记业务驱动,数据更新时效性强。采用不动产测量成果构建地理实体的总体技术路线如图1所示。

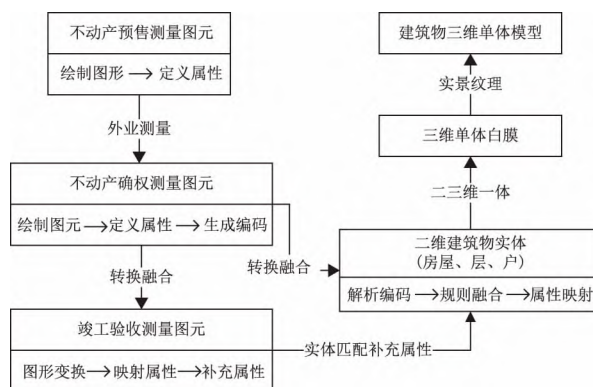


图1 不动产测量成果构建地理实体的技术路线

Fig 1 The Technical Route of Real Estate Surveying Achievements to Construct Geographic Entities

2 不动产与竣工验收测量成果变换方法

2.1 不动产图元构成及编码规则

在不动产面积确权测量业务中,参与不动产面积计算业务规则处理的空间图元分为权属共有图元和权属私有图元,共有图元包括外半墙、梯间、大堂、廊、架空层、配电房等共有公用设备设施,私有图元包括套内图元、阳台、露台等非共用设备设施。首先绘制空间图元,然后对空间图元进行属性定义,定义的内容包含图元的名称、使用功能、权属性质、楼层数、房号、单元号、结构类型、面积计算系数、层高等。根据对图元的属性定义以及分摊去向的指定,系统调用面积分摊计算模型,自动计算并汇总各不动产最小单元的套内面积、分摊面积以及建筑面积。在定义空间图元属性时,通过对权属性质、使用功能、共有属性等字段设计属性字典表,再将选择的属性字典值映射成相应规则编码,即可实现对不动产测量成果的空间图元进行实体编码赋值。

实体编码规则如下:图元实体编码总共39位码,其中前5位编码为自然幢编码,以F字母开

头, 剩余 4 位为顺序码; 6~8 位为本栋自然幢按管理需求划分的逻辑幢编号, 以 L 字母开头, 剩余 2 位为逻辑幢顺序码; 第 9 位为垂直空间分布位置码 B/F, B 代表地下, F 代表地上; 第 10~12 位为单元号, 以 U 字母开头, 剩余 2 位为单元号顺序码; 13~15 位为楼层号; 16 位为权属类型码 P/C, P 代表私有权属, C 代表共有权属; 17~20 位为使用功能编码, 其中前两位为一级功能区编码, 后两位为二级功能区编码, 无使用功能的权属共有图元赋值 00 补齐位数; 21~24 位为共有属性类别码, 其中前两位为一级共有属性类别编码, 后两位为二级共有属性类别编码, 权属私有项图元没有共有属性时赋值 0000 补齐位数; 25~27 位为主体结构码, 以 S 字母开头, 01 代表是主体结构, 00 代表非主体结构; 28~32 位为主体结构图元顺序码; 33~35 位为附属结构码, 以 A 字母开头, 后两位代表附属结构类型码, 00 代表无附属结构; 36 位码为附属结构位置码 E/I, E 代表图元在主体结构外, I 代表图元在主体结构内; 37~39 位为附属结构图元顺序码。

按照上述图元编码规则, 程序按照上述编码规则自动对定义后的空间图元进行编码, 如图 2 所示, 某楼 1 单元 25 层 04 户的两个阳台图元和一个套内图元以及 25 层权属共有公共区域图元的编码如下。

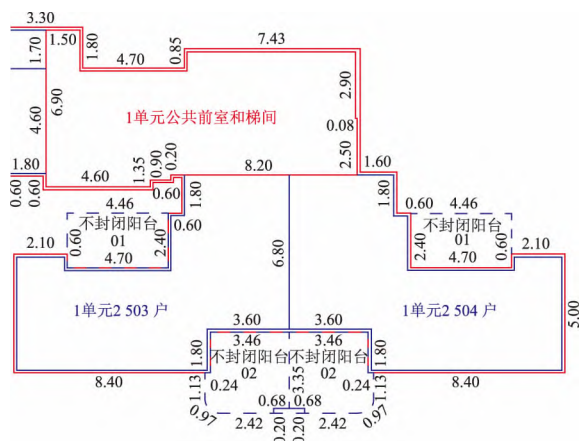


图 2 不动产单元户示例数据

Fig 2 Real Estate Unit Household Sample Data

1 单元 25 层 04 户套内图元编码为 F0001001FU01025P01000000S0100004A000000; 1 单元 25 层 04 户 01 阳台编码为 F0001001FU01025P01000000S0100004A01E001; 1 单元 25 层 04 户 02 阳台编码为 F0001001FU01025P01000000S0100004A01E002; 1 单元 25 层公共前室和梯间编码为 F0001001FU01025C000000110S0100001A000000。

2.2 基于业务规则的图元变换方法

不动产确权测量和竣工验收测量业务, 按照国家和行业标准要求, 其参与面积计算的空间图元和面积计算方法不同。通过分析两种业务规则的区别, 制定图元的变换方法: 先通过不动产图元编码解析识别图元类别以及图元之间的附属关系; 再以不动产的户套内图元、外半墙图元、阳台图元为基准, 通过本节所述图元变换方法, 将不动产测量空间图元变换到竣工验收测量面积计算图元; 同时完成变换图元的相同属性字段自动映射转换, 减少同一实体在不动产和竣工验收业务应用中的测绘内外业工作量。空间图形变换的核心主要是各户房屋的套内图元和阳台图元的变换, 其中利用不动产测量成果的外半墙图元和各户套内图元变换成竣工验收测量户套内图元方法如图 3 所示。

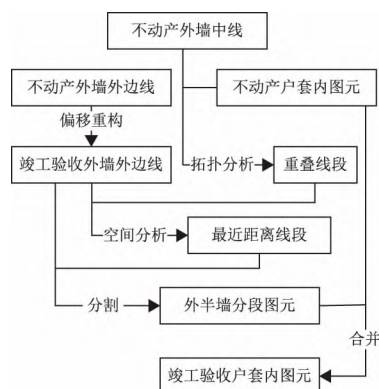


图 3 竣工验收测量外半墙、套内图元变换方法

Fig 3 Transform Method of Outer Half Wall and Inner Element in Completion Acceptance Survey

1) 将不动产外墙外边线图元 P 按照设定值向内偏移, 构建竣工验收测量的外墙外边线图元 V , 如式(1)所示。

$$V_i = P_i + \frac{L(P_{i+1} - P_i)}{|P_{i+1} - P_i| \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

式中: V_i 为图元 P 向内偏移距离 d 后的顶点坐标; P_i 为图元 P 未偏移前外边线顶点坐标; L 为不动产图元外墙中线; α 为外墙外边线线段的夹角即向量 $P_{i+1} - P_i$ 与 $P_{i-1} - P_i$ 的夹角。

2) 通过不动产图元编码查找不动产测量的各户套内图元面集合 B_j , 并拓扑分析得出各户套内图元 B_j 与外墙中线 L 重叠的线段集合 L_i , 如式(2)所示。

$$L_i = V \cap B_j \in L \quad (2)$$

式中: L_i 为各户套内图元 B_j 与外墙中线 L 重叠的线段; V 为竣工验收测量的外墙外边线图元; B_j 为

不动产测量的各户套内面图元; L 为不动产图元外墙中线。

3) 判断每条重叠线段 L_i 的首尾端点到竣工验收测量的外墙外边线图元的最近距离, 有垂足且垂距为偏移量 d , 用垂足分割外半墙图元外边线, 没有垂足则寻找 L_i 的首尾端点到外墙外边线图元顶点距离长度为 $\sqrt{2}d$ 的顶点, 并以该顶点分割外墙外边线。

4) 将每条重叠线段 L_i 和其被分割后外墙外边线重新构面图元集合 A_i , 再将图元 A_i 与相交的不动产套内面图元 B_j 进行合并, 得到竣工验收测量套内面图元集合 C_j , 如式(3)所示。

$$\text{如果 } A_i \cap B_j \in L, \text{ 则 } C_j = A_i \cup B_j \quad (3)$$

式中: A_i 为每条重叠线段 L_i 和其被分割后外墙外边线重新构面图元; B_j 为不动产测量的各户套内面图元; C_j 为竣工验收测量套内面图元; L 为不动产图元外墙中线。

利用不动产测量阳台图元变换竣工验收测量阳台图元方法如图4所示。

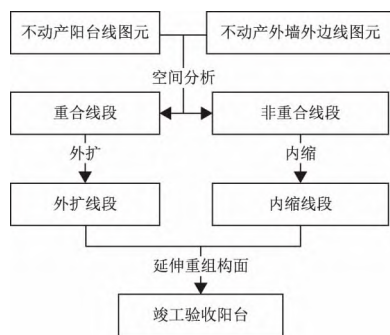


图4 竣工验收测量阳台图元变换方法

Fig. 4 Transform Method of Balcony Elements for Completion Acceptance Survey

1) 将不动产阳台线图元集合 Y_i 与不动产外墙外边线图元 P 进行空间分析, 如式(4)所示, 找出阳台与外墙外边线共线集合 Q_i 和非共线集合 S_i 两部分线段, 如式(5)所示。

$$Q_i = P \cap Y_i \quad (4)$$

$$S_i = Y_i - P \cap Y_i \quad (5)$$

式中: Q_i 为阳台与外墙外边线共线线段; Y_i 为不动产阳台线图元; P 为不动产外墙外边线图元; S_i 为阳台与外墙外边线非共线线段。

2) 共线部分线段 Q_i 按指定距离值 d 向阳台外扩平移得到集合 Q'_i , 非共线部分线段 S_i 按指定距离值向阳台内缩平移得到集合 S'_i , 并将内缩和外扩的新线段进行延伸并重新组合构面, 得到变换后的竣工验收测量的阳台图元集合 Y'_i , 如式(6)

所示。

$$Y'_i = S'_i \cup Q'_i \quad (6)$$

式中: Y'_i 为竣工验收测量的阳台图元; S'_i 为平移后的阳台与外墙外边线非共线线段; Q'_i 为平移后的阳台与外墙外边线共线线段。

3 建筑物实体的融合构建

对多源数据进行规范化处理和空间化整合, 能够消减数据间不一致造成的差异, 使得融合数据在空间位置和属性信息方面达到最优化成果^[11-13]。数据融合普遍的处理方法是对数据进行分级、分类提取, 建立代码转换参照体系, 对属性结构进行规整^[14], 其中属性数据的融合主要是基于映射转换规则的属性融合(前者)与基于地理本体的属性融合方法(后者), 前者主要通过建立不同源数据间的要素分类分级映射规则和属性特征项转换规则, 进而完成数据属性融合, 后者旨在通过地理本体来实现不同来源的结构化地理信息间的语义映射及异构性消除^[15-18]。利用不动产测量成果图元融合构建建筑物地理实体, 主要是通过解析图元的编码, 对需要构建实体的图元进行空间图形和属性信息的提取, 进而再根据实体的构建规则进行图元空间融合和属性信息转换映射。利用不动产专业测绘成果融合构建基础地理实体数据, 不仅实现空间图形数据的自动融合, 而且能同时根据专业测绘成果的信息映射转换完成建筑物实体数据的基本属性和扩展属性赋值, 如实体名称、建成时间、层数、层号、建筑面积、层高、权属性质、使用功能等。

构建建筑物房屋实体, 解析图元编码并提取整栋带有主体结构内编码 I 的图元进行空间图形融合, 构成俯瞰建筑物最大外围结构面, 并提取不动产测量成果中的建筑物名称、建筑面积、楼房高度、层数、建成年代等属性信息进行语义化赋值; 构建层实体的方法同房屋实体相同, 提取层内带有主体结构内编码 I 的图元进行空间图形融合, 并提取图元上的层号、层高等属性信息进行语义化赋值; 构建户实体, 通过不动产测量的图元编码解析出各层的权属私有图元, 再通过判断 1~32 位图元编码相同融合构建户实体, 同时将套内主体图元属性信息赋值户实体。竣工验收测量成果主要用于补充各实体属性信息, 如层高、实体底部高程、建筑高度等, 实现实体数据从二维到三维的多形态展示。融合构建房屋、层、户实体的模型, 如图5所示。

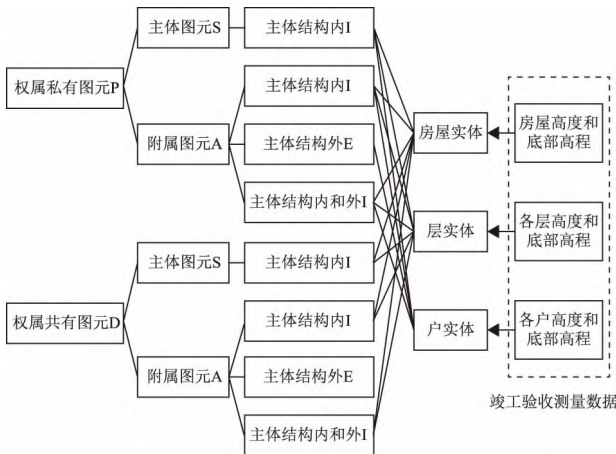


图 5 变换后图元融合构建建筑物实体
Fig 5 Building Entity Construction by Element
Fusion after Transformation

通过解析图元编码规则，根据图 5 所示的方法对所有图元进行分级分类，建立图元分类标识，如表 1 所示。

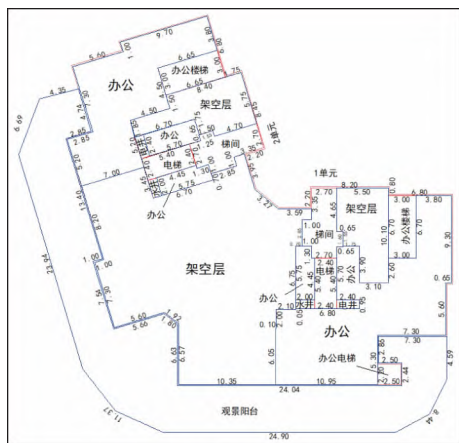
表 1 图元分级分类编码

Tah 1 Graphic Element Classification Coding

一级	二级	三级
P	S	I
P	A	I
P	A	E
D	S	I
D	A	I
D	A	E

建筑物房屋实体是由各层内带有附属结构位置码 I 的图元融合构成，因此可推导出构建房屋实体，如式(7)所示。

$$F_n = \sum T_{ij} \cdot (W_{mK} = I) \quad (7)$$



(a) 不动产测量数据3层

式中： F_n 为建筑物房屋实体； T_{ij} 为某栋建筑物不动产测量成果中的第 i 层第 j 个图元； W_{mK} 为图元第 m 级第 k 类分类标识，根据表 1 编码 $m=3$ ；I 为主体结构内图元。

建筑物各层实体是由层内带有附属结构位置码 I 的图元融合构成，因此可推导出构建层实体，如式(8)所示。

$$C_i = \sum T_{ij} \cdot (W_{mK} = I) \quad (8)$$

式中： C_i 为建筑物第 i 层层实体； T_{ij} 为某栋建筑物不动产测量成果中的第 i 层第 j 个图元； W_{mK} 为图元第 m 级第 k 类分类标识，根据表 1 编码 $m=3$ ；I 为主体结构内图元。

建筑物户实体是由权属性质为私有图元 P 且图元编码 1~32 位码相同的图元融合构成，因此可推导出构建户实体，如式(9)所示。

$$H_m = \sum T_{ij} \cdot (W_{mK} = P) \cdot Q \quad (9)$$

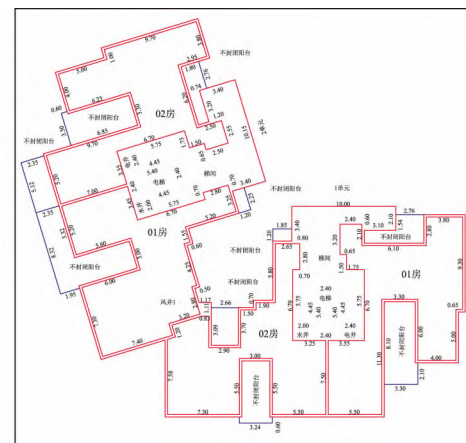
式中： Q 为第 i 层图元 1~32 位编码是否相同的判定值， $Q = \begin{cases} 1, & \text{图元编码前 32 位相同} \\ 0, & \text{图元编码前 32 位不同} \end{cases}$ ； H_m 为建筑

物的第 i 层第 n 户实体； T_{ij} 为某栋建筑物不动产测量成果中的第 i 层第 j 个图元； W_{mK} 为图元第 m 级第 k 类分类标识，根据表 1 编码 $m=1$ ；P 为权属私有图元。

4 实验与分析

4.1 建筑物实体的构建

本文使用珠海市吉大片区 13 个小区共 43 栋住宅和商业建筑物数据进行实验，利用其不动产测量数据、竣工验收数据融合构建建筑物的房屋、层、户实体数据集，融合前的专题测绘示例数据如图 6(a)~图 6(d)所示，图元变换融合构建的二维地理实体数据如图 6(e)~图 6(j)所示。



(b) 不动产测量数据4~30层

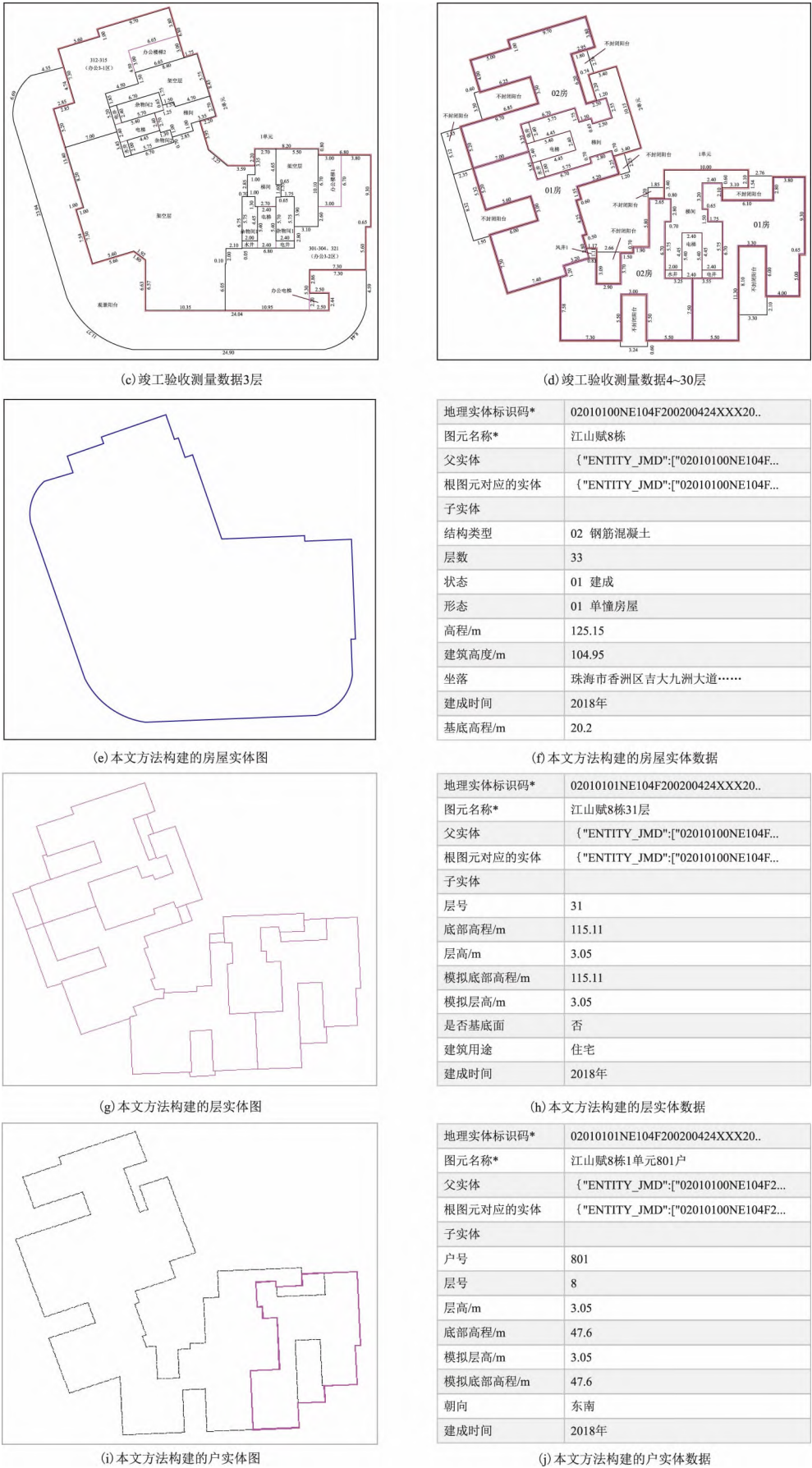


图 6 房屋、层、户二维实体数据示例

Fig 6 2D Examples of Entity Data of Houses, Floors and Households

构建后的建筑物房屋、层、户实体数据可使用超图桌面端软件,利用二维实体数据中语义属性层高和

底部高程值将房屋、层、户实体自动拉伸成三维白膜,三维实体数据示例详见图 7(a)和图 7(d)。



图 7 房屋、层、户三维实体成果示例

Fig 7 3D Examples of Entity Data of Houses, Floors and Households

4.2 精度对比分析

本文以目前各试点城市利用已有地形图数据转换或者基于地理场景数据采集生成实体^[19-20]的

方法为参照对象,从几何精度、时间精度、类别精度、属性精度^[21-22]4个方面进行精度对比分析,详见表 2。

表 2 建筑物实体不同构建方法精度对比

Tah 2 Precision Comparison of Different Construction Methods for Building Entities

名称	对比内容	实体构成方法	
		基于传统 DLG 数据或者实景三维产品融合构建	基于不动产和竣工验收测量成果融合构建
空间几何精度	平面位置精度	地物点相对于邻近控制点的点位中误差优于 30 cm	地物点相对于邻近控制点的点位中误差优于 5 cm
	高程精度	地物点相对于邻近控制点的高程中误差优于 20 cm	实测高程相对于许可批准高程限差优于 ± 14 cm
时间精度		年度更新或区域更新	验收后实时更新
类别精度	栋实体	可获取空间位置和建筑物高程数据,能构建二维和三维栋实体	可获取空间位置和建筑物高程数据,能构建二维和三维栋实体
	层实体	可获取每层空间位置,但没有每层底部高程和层高数据,仅能构建二维层实体	可获取每层的空间位置、底部高程和层高数据,能构建二维和三维层实体
	户实体	没有分户空间数据,也没有每户的底部高程和层高数据,无法构建二维和三维户实体	可获取每户准确空间位置、底部高程和层高数据,能构建二维和三维户实体
属性精度		DLG 房屋数据仅有建筑物名称、结构类型和层数等几项属性信息,融合构建的建筑物实体属性信息较少	基于不动产和竣工验收测量业务,有栋、层、户实体几十项属性信息

几何精度分别从平面精度和高程精度进行对比分析。前者最高精度同 1 : 500 DLG 数据相当,后者平面精度同地籍界址点测量一级精度相当,高程精度同竣工验收测量精度相当,通过对比分析可知,房屋栋、层、户实体空间几何精度后者方法优于前者。

时间精度是衡量建筑物实体及时看得见的指

标。不动产测量是在建筑物建成时,为确权登记而受承建方委托开展的测量工作,后者方法构建的实体可实现数据的动态及时更新。而前者一般是通过区域更新或年度更新等方式。通过对比分析可知,后者方法构建实体比前者更及时。

类别精度是指建筑物实体分级分类的粒度。前者融合构建的建筑物实体,因无法测绘到建筑

物内部结构数据,粒度只能细化到房屋、层实体,且构建的层实体因为从建筑物外表面不好判断各层的准确分层位置,获取准确值困难。而后者构建的建筑物实体,不但能细分到不动产单元户,且通过转换后的竣工验收测量成果自动获得各实体的高度和底部高程值,通过线性拉伸构建分层分户三维白膜数据。通过对比分析可知,后者方法构建的建筑物实体分级分类粒度远优于前者方法。

属性精度是衡量实体属性内容多少的指标。前者方法融合构建的建筑物实体,直接获取的属性信息比较少,如建筑物名称、层数、结构类型。后者构建的建筑物实体的属性内容非常丰富,基于不动产和竣工验收测量业务可直接提取几十项属性信息。通过对比分析可知,后者方法构建的建筑物实体属性精度远优于前者方法。

5 结束语

如何从各类基础数据、专题数据中按地理实体的分类融合图形和属性,实现实体自动化构建是许多学者研究和关注的方向^[23-24],因此本文提出了利用不动产测绘成果构建地理实体的方法,将不动产测量数据通过图元编码定性描述并按规则提取变换成竣工验收测量图元数据,再以不动产测量图元空间和属性数据为主,竣工验收测量图元属性信息为辅,按需提取进行图元融合构建建筑物地理实体数据,实现建筑物实体数据的高效构建。基于不动产测量数据构建的地理实体,无论从空间几何精度、时间精度、类别精度和属性精度方面都优于采用基础测绘数据构建的实体数据。而且采用不动产测绘成果可构建户实体,为各类经济数据和管理数据提供更细粒度的空间基底支撑,有利于打通不同部门间数据共享与互操作间的壁垒^[25]。未来还需要继续探索地理实体如何智能化地按需服务,突破实体数据仅能为经济社会发展和各部门信息化提供空间基底的能力,为政府数字化、智能化运行赋能。

参考文献

- [1] 曹春华. 重庆市“3D+”全息空间数据库建设与新时代基础测绘转型实践[J]. 测绘通报, 2018(12): 119-124. (CAO Chunhua. Construction of “3D +” pan-information spatial database in Chongqing and practice of basic surveying and mapping transformation in the new era[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2018 (12): 119-124.)
- [2] 王琳,郭功举,刘一宁. 面向智慧城市建设的地理实体构建方法[J]. 测绘通报, 2022(2): 20-24. (WANG Lin, GUO Gongju, LIU Yining. Structuring methods of geographic entities towards construction of Smart cities [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2022 (2): 20-24.)
- [3] 李景文,刘军锋,董星星. 基于实体的地理空间数据模型描述与表达[J]. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(6): 1-3. (LI Jingwen, LIU Junfen, DONG Xingxing. Research on model method in describing and expressing spatial entity[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2008, 31(6): 1-3.)
- [4] 季晓林. 地理实体的多态特征研究[J]. 测绘科学技术学报, 2014, 31(3): 310-314, 319. (JI Xiaolin. Research on polymorphism of geographic entity[J]. Journal of Geomatics Science and Technology, 2014, 31(3): 310-314, 319.)
- [5] 刘东琴. 地理实体数据库构建研究: 以河流为例[D]. 青岛: 山东科技大学, 2010. (LIU Dongqin. Research on the construction of geographic entity database: taking rivers as an example[D]. Qingdao: Shandong University of Science and Technology, 2010.)
- [6] 符浩军,刘静祯,向竹君. 一种地名地理实体数据自动获取方法[J]. 地理信息世界, 2016, 23(6): 73-78. (FU Haojun, LIU Jingzhen, XIANG Zhujun. A method of geo-named geographical entity data automatic acquisition[J]. Geomatics World, 2016, 23(6): 73-78.)
- [7] 张亮,胡茵. 基础地理实体建设探讨[J]. 地理空间信息, 2021, 12(19): 89-113. (ZHANG Liang, HU Han. Discussion on the construction of basic geographical entity [J]. Geospatial Information, 2021, 12 (19): 89-113.)
- [8] 孙群,温伯威,陈欣. 多源地理空间数据一致性处理研究进展[J]. 测绘学报, 2022, 51(7): 1561-1574. (SUN Qun, WEN Bowei, CHEN Xin. Research on consistency processing of multi-source geospatial data [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2022, 51 (7): 1561-1574.)
- [9] 易茹兰,赵生兵,熊一. 多源空间数据构建地理实体数据库研究[J]. 江西测绘, 2022(3): 53-56. (YI Rulan, ZHAO Shengbing, XIONG Yi. Research on constructing geographic entity database with multi-source spatial data[J]. Jiangxi Cehui, 2022(3): 53-56.)
- [10] GOLITSINA O L, GAVRILKINA A S. On one approach to the extraction of entity and relationships names in the task of building a semantic search image [J]. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics, 2021, 55(2): 54-62.
- [11] 陈焕新,孙群,肖强,等. 空间数据融合技术在空间数据生产及更新中的应用[J]. 武汉大学学报(信息科学

- 版), 2014, 39(1): 117-122. (CHEN Huanxin, SUN Qun, XIAO Qiang, et al. Application of spatial data fusion technology in spatial data production and updating[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2014, 39(1): 117-122.)
- [12] 张翼然, 陶迎春, 贾光军, 等. 多源矢量数据一致性处理研究[J]. 北京测绘, 2019, 33(9): 1011-1014. (ZHANG Yiran, TAO Yingchun, JIA Guangjun, et al. Study on the consistency processes of multi-source vector data[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2019, 33(9): 1011-1014.)
- [13] 吴思, 高倩影, 李亮, 等. 多尺度基础地理数据联动更新技术[J]. 测绘通报, 2017(5): 139-142. (WU Si, GAO Qianying, LI Liang, et al. Linkage updating technology of multi-scale basic geographic data[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2017(5): 139-142.)
- [14] 张翼然, 贾光军, 陶迎春, 等. 地理实体的空间组织与多态特征及其应用[J]. 测绘通报, 2020(8): 135-138. (ZHANG Yiran, JIA Guangjun, TAO Yingchun, et al. Geographic entity spatial organization, variety characters and its application[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2020(8): 135-138.)
- [15] 陈焕新, 肖强, 李明, 等. 国外空间数据的语义差异及转换方法研究[J]. 测绘科学, 2014, 39(7): 83-86. (CHEN Huanxin, XIAO Qiang, LI Ming, et al. Research on semantic difference and transformation of foreign spatial data[J]. Science of Surveying and Mapping, 2014, 39(7): 83-86.)
- [16] 肖强, 赵国成, 阚映红. ShapeFile 格式数据与地理信息交换格式数据转换[J]. 测绘科学, 2010, 35(6): 82-83. (XIAO Qiang, ZHAO Guocheng, KAN Yinghong. Transfer between ShapeFile data and geographic information exchange format data[J]. Science of Surveying and Mapping, 2010, 35(6): 82-83.)
- [17] 赵彦庆, 肖如林. 基于本体的网络地理空间数据集成[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(5): 584-591. (ZHAO Yanqing, XIAO Rulin. Integration of web geospatial data based on ontology[J]. Journal of Geo-Information Science, 2012, 14(5): 584-591.)
- [18] 郭小菊, 陈俊杰. 基于地理本体的同名实体匹配技术研究[J]. 计算机应用与软件, 2015, 32(2): 66-68. (GUO Xiaoju, CHEN Junjie. Research on identical entity matching based on GIS ontology[J]. Computer Applications and Software, 2015, 32(2): 66-68.)
- [19] 李先波. 基础地理实体数据整合技术研究[J]. 北京测绘, 2019, 33(8): 903-906. (LI Xianbo. Research on integrating of basic geo-entity data[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2019, 33(8): 903-906.)
- [20] 曹文涛, 姚垚, 陈莎, 等. 存量数据转换基础地理实体技术实现[J]. 城市勘测, 2021(5): 24-30. (CAO Wentao, YAO Yao, CHEN Sha, et al. Technological implementation of converting stock data into basic geographic entity[J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2021(5): 24-30.)
- [21] 肖建华, 李海亭, 李鹏鹏, 等. 实景三维的内涵与分类分级[J]. 城市勘测, 2021(5): 5-10. (XIAO Jianhua, LI Haiting, LI Pengpeng, et al. Connotation, classification and grading of 3D real scene[J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2021(5): 5-10.)
- [22] 肖建华, 李鹏鹏, 李海亭, 等. 国家新型基础测绘建设武汉试点中期实践与思考[J]. 测绘通报, 2022(1): 164-167. (XIAO Jianhua, LI Pengpeng, LI Haiting, et al. Wuhan pilot mid-term practice and thinking of national new fundamental surveying and mapping construction[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2022(1): 164-167.)
- [23] 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. (ZHANG Liang, ZHOU Zhicheng, LI Fangting, et al. Discussion on the construction of basic geographical entities[J]. Geospatial Information, 2021, 19(1): 122-124.)
- [24] 李成名, 印洁, 刘晓丽, 等. “实体中国”与新型基础测绘的思考[J]. 测绘科学, 2019, 44(6): 230-234. (LI Chengming, YIN Jie, LIU Xiaoli, et al. Thinking on the feature China and new fundamental surveying and mapping[J]. Science of Surveying and Mapping, 2019, 44(6): 230-234.)
- [25] 杨灿, 汪齐松. 多源地理矢量空间数据融合研究[J]. 测绘通报, 2019(12): 112-115. (YANG Can, WANG Qisong. Research on multi-source geospatial vector data fusion[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2019(12): 112-115.)

(责任编辑: 路素军)