

利用矢量数据构建房屋三维单体模型技术方法研究

陈敏铭, 钱颖秀

江苏金沙地理信息股份有限公司, 江苏 常州

收稿日期: 2023年5月30日; 录用日期: 2023年8月8日; 发布日期: 2023年8月18日

摘要

本文利用建筑物矢量数据, 对实际应用过程中4种单体类型进行分类, 用数字地面模型与数字高程模型通过一定算法, 计算出建筑物总高度, 利用层高和房屋结构, 对其进行分类赋值, 对底商、整幢建筑建立单体、规则商品(办公楼)自动化分层建立单体模型。

关键词

建筑物矢量数据, 数字地面模型, 数字高程模型, 房屋三维单体模型

Research on the Technology and Method of Constructing Three-Dimensional Building Monomer Models Using Vector Data

Minming Chen, Yingxiu Qian

Jiangsu Jinsa Geographic Information Co., Ltd., Changzhou Jiangsu

Received: May 30th, 2023; accepted: Aug. 8th, 2023; published: Aug. 18th, 2023

Abstract

In this paper, we classify four types of monomers using building vector data in practical applications. By using a certain algorithm to calculate the total height of the building through digital terrain models and digital elevation models, we assign values to the classification based on the floor height and building structure. We establish monomer models for the ground floor and the entire building, as well as automated monomer models for regular commercial buildings (office build-

ings) through layering.

Keywords

Building Vector Data, Digital Terrain Model, Digital Elevation Model, Three-Dimensional Building Monomer Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

实景三维作为真实、立体、时序化反映人类生产、生活和生态空间的时空信息, 是国家重要的新型基础设施[1], 通过“人机兼容、物联感知、泛在服务”实现数字空间与现实空间的实时关联互通, 为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础, 是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素[2]。

房屋作为不动产登记与管理的一个重要单元, 与实景三维模型相匹配的地理实体的政治、经济、法律属性则是政府日常管理的重要内容。近年来, 以土地立体开发利用和满足三维地籍管理需求为目标, 开展建筑实体与产权空间一体化的房地不动产三维建模, 并通过对三维空间权利设定、三维可视化等方法和技术应用的实践越来越广泛[3]。

利用矢量数据构建房屋三维单体建模, 充分利用已有的二维矢量数据, 能快速批量实现三维可视化, 减去三维实景模型单体化的技术实践与大量成本投入。

2. 房屋空间分类

将房屋按物理单元或者权属所有状况从空间上分为四类。

一类为同一建筑物内, 一层为不同权利主体的商铺, 分为多个空间单元, 其层高与二楼以上建筑一般不一样, 如图 1, 标记为①例。

二类为商铺之上的住宅、办公等空间单元, 二楼以上层建筑单元层高一般相同, 如图 1, 标记为②例。

n01	n02	n楼住宅	n04	n05	n06
.01	.02	.....	② .04	.05	.06
201	202	二楼住宅	204	205	206
101	102	① 一楼商铺	104	105	

Figure 1. Shops on the first floor and residential or office on the second floor

图 1. 一层商铺、二层以住宅或者办公

三类为按规则物理结构的住宅楼、写字楼或者标准厂房, 从底层到顶层结构一致, 层高基本一致, 如图 2, 标记为③例。

n01	n02	n楼住宅	n04	n05	n06
. 01	. 02	.....	. 04	. 05	. 06
201	202	二楼住宅	204	205	206
101	102	一楼住宅	104	105	106

Figure 2. Residential buildings built in regular physical units

图 2. 按规则物理单元建造的住宅楼

四类为一幢房屋, 从底层到顶层有若干规则或者不规则的物理单元, 但是, 该幢建筑物为一个权利主体, 将该幢建筑物作为一个结构体, 如图 3, 标记为④例。

n01	n02	n楼住宅	n04	n05	n06
. 01	. 02	.....	. 04	. 05	. 06
201	202	二楼住宅	204	205	206
101	102	一楼住宅	104	105	106

Figure 3. A building is designed as a structure for a subject of rights

图 3. 一幢建筑物为一个权利主体设计为一个结构体

3. 单体模型设计

与三维平台数据库相对应的建筑物三维单体模型, 是以建筑物基底矢量为基础, 按前文所述四种类型, 在三维空间上实现以白模分色渲染和单体抽屉式白模二种可视化效果。

白模分色渲染是根据房屋物理空间的性质或者权利状况, 按一定规则配色, 如商铺用红色, 住宅用绿色渲染; 或者按房屋层次、单元分色, 如图 4。

单体抽屉式白模如同白模分色渲染, 按房屋物理性质或者权利状况配色, 在实景三维模型中提供分户弹出式应用, 系物理结构的单体化, 如图 5。

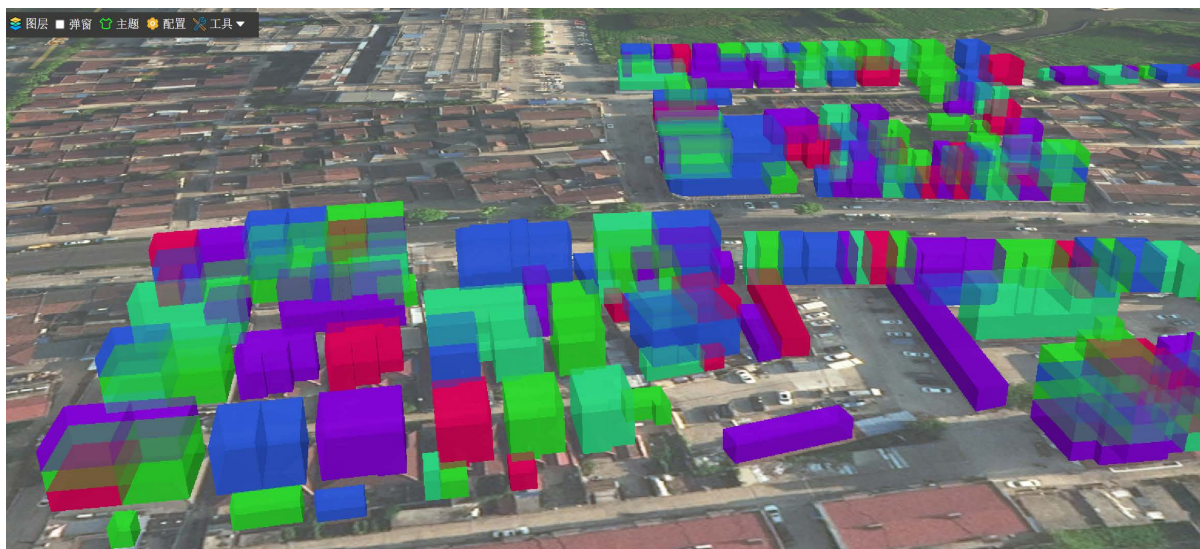


Figure 4. Rendering of white mode color separations
图 4. 白模分色渲染图

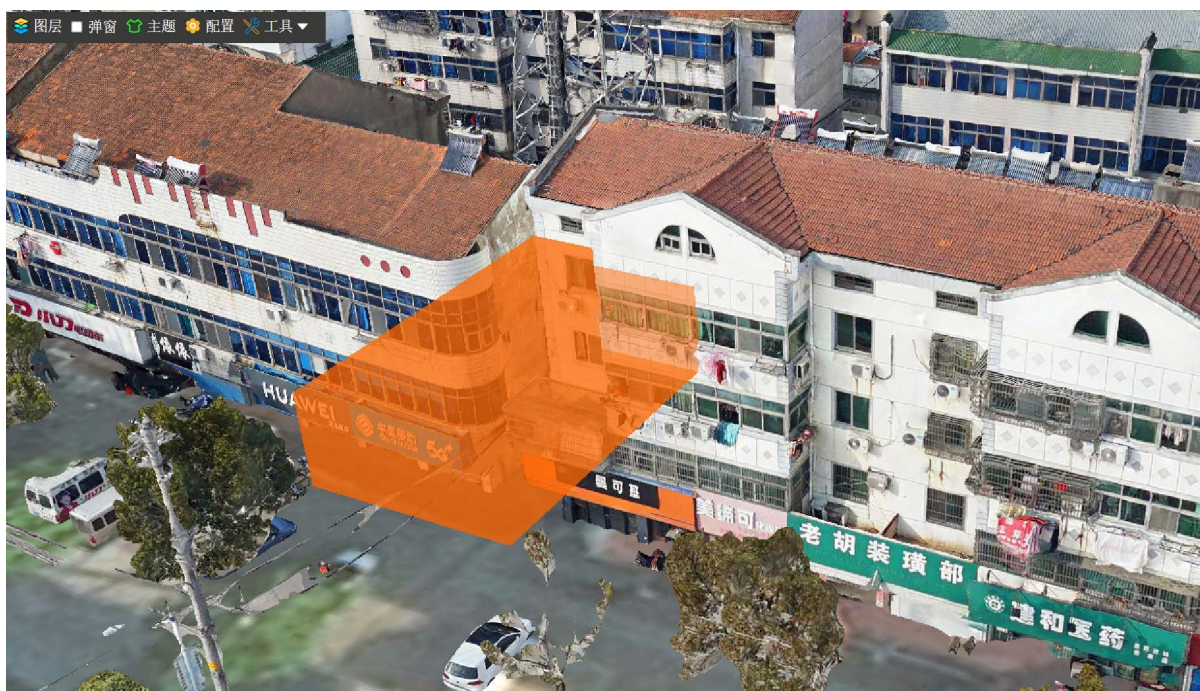


Figure 5. Single drawer type white mold
图 5. 单体抽屉式白模

4. 技术实现

对房屋基底进行矢量化处理后, 将空间类型赋值至矢量图形属性。利用数字地表模型(DSM)和数字高程模型(DEM)计算房屋总高度和分层高度, 根据房屋层数生成层面矢量, 计算分层空间数据的户编号、空间配色编号。对一类和四类作独立单体处理, 对二类和三类作分层处理, 利用二维矢量生成三维单体模型, 技术路线如图 6。

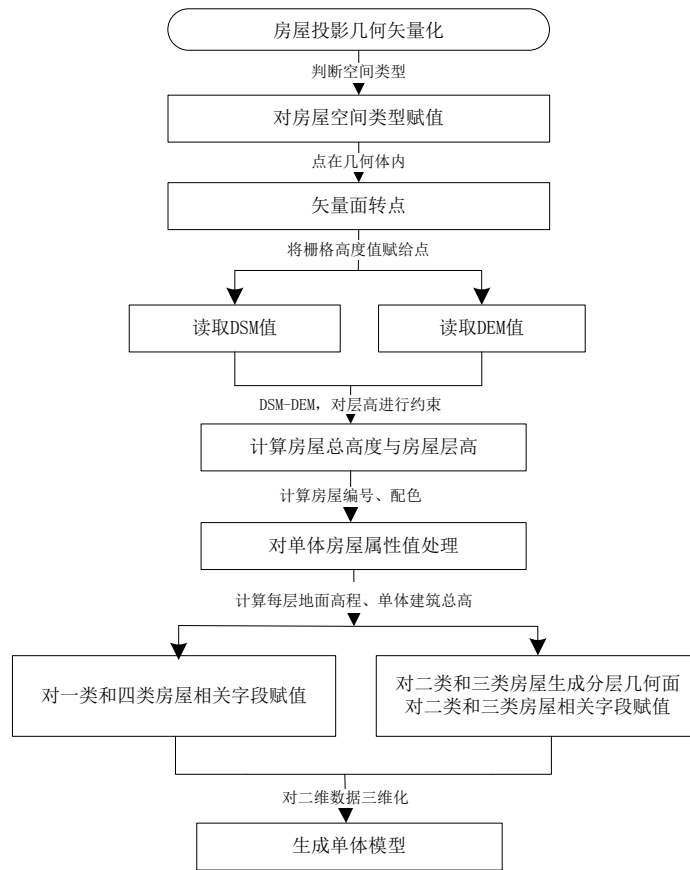


Figure 6. Technical flowchart for 3D individual model of house
图 6. 房屋三维单体模型实现技术流程图

4.1. 房屋矢量图形属性表

房屋矢量图形属性有权利人、房屋空间类型、建筑总层数、屋顶高程值、地表高程值、所在层数、平均建筑层高、一层底商高度、户编号、所在层地表高程值、单体配色编码[4] [5], 字段相关信息如表 1。

Table 1. Vector graphics field information of building basement
表 1. 建筑物基底矢量图形字段信息表

序号	字段名称	别名	类型	长度
1	DWMC	权利人	esriFieldTypeString	200
2	FWLX	房屋空间类型	esriFieldTypeInteger	9
3	ZCS	建筑总层数	esriFieldTypeDouble	19
4	DSM	屋顶高程值	esriFieldTypeDouble	19
5	DEM	地表高程值	esriFieldTypeDouble	19
6	SZCS	所在层数	esriFieldTypeDouble	19
7	PJCG	平均建筑层高	esriFieldTypeDouble	19
8	DSGD	一层底商高度	esriFieldTypeDouble	19
9	FN	户编号	esriFieldTypeInteger	9
10	FH	所在层地表高程值	esriFieldTypeDouble	19
11	BMColor	单体配色编码	esriFieldTypeString	10

4.2. 房屋矢量图形空间类型确定

采用野外全解析法或者航测法, 建立房屋基底分层矢量图形, 经现场确认, 按照房屋空间分布状况, 对分层矢量数据进行空间分类赋值。一层底商类房屋空间类型赋 1, 底商以上的住宅等赋 2, 有规律分层房屋赋 3, 整幢房屋为一个权利人的赋 4。底商以上住宅等分层矢量面系复制底商一层的面。

4.3. 房屋高度和平均层高计算

房屋高度采用房屋中心点从 DSM 与 DEM 提取值做差求得。将房屋分层矢量面转为面内点, 利用点文件分别提取 DSM 和 DEM 上的高度值, 用 DSM 高度值减去 DEM 高度值得到房屋高度, 经现场核实或者利用实景三维模型, 获得房屋总层数, 房屋高度除以总层数为分层高度。

考虑到房屋结构的差异和 DEM、DSM 的局部错误, 在计算房屋平均高度时, 采用修正系数法做补充。

对人字形的房屋高度先做全域统计分析, 确定人字高度, 将其设定为常数, 通过总层数为 1 层条件进行过滤, 将其房屋高度减去人字形高度。

对分层房屋高度进行阈值约束, 如南方房屋的平均层高一般在 2.8 米与 3.8 米之间, 首先对层数和平均层高进行条件设定, 南方 3 层及以上的房屋层高一般不大于 3.3 米, 组成复合条件判断平均层高的合理区间; 其次是上述条件以外的房屋, 通过总层数、房屋高度及人字形高度进行约束判断, 分别计算平均层高; 再次对 DSM 和 DEM 异常值计算出的房屋高度小于特定值的予以纠正, 如房屋平均高度小于 2.1 米时, 将其平均高度纠正到 3.3 米。

4.4. 房屋单体化重要参数处理

分层矢量图形和平均层高处理后, 对房屋分户图形、房屋高度和分层地面高程分类处理[6]。

对一类商铺按权利主体或者物理空间进行分割, 同时, 用实测法或者从实景三维模型上获取其高度, 对其相应字段赋值。

对二类二楼以上房屋, 保留一楼底商高度, 同时, 将其 DEM 值加上一楼底商高度, 将其总层数减 1。

对四类房屋将其平均层高乘以总层数作为其房屋高度。

对二类和三类房屋分户单元进行总层数(n)减 1 次批量复制, 对户编号、所在层地表高程值、所在层数、单体配色编码进行自动适配。如户编号 101, 总层数 5 层, 处理后各层户编号即为 201 到 501, 所在层地表高程值则为 DEM 与 $n - 1$ 个平均层高之和。单体颜色则十六进制编码, 如红色编码为#FF0066。为保证相邻房屋物理空间之间单体颜色有色差, 则采用 ID 与 2、3、4、5 求余数进行判断, ID 为质数时则单独赋值。

权利人字段则用权利人与户编号字符的与进行处理。

4.5. 房屋单体属性值处理

对房屋空间单元相关的房屋所属区域网格、建筑编号、权利人、身份证号码、学历、政治面貌、联系电话、坐落、居住类型、居住状况、房屋结构、租赁情况、独居老年人子女信息、家庭成员、民政对象情况、退役军人情况、社区志愿者情况等属性表, 首先对数据进行规范化处理, 其次以权利人和户编号唯一关键 ID 与单体化矢量数据中的权利人做空间关联。

5. 单体模型成果

一类底商商铺单体三维模型与属性表关联成果如图 7。

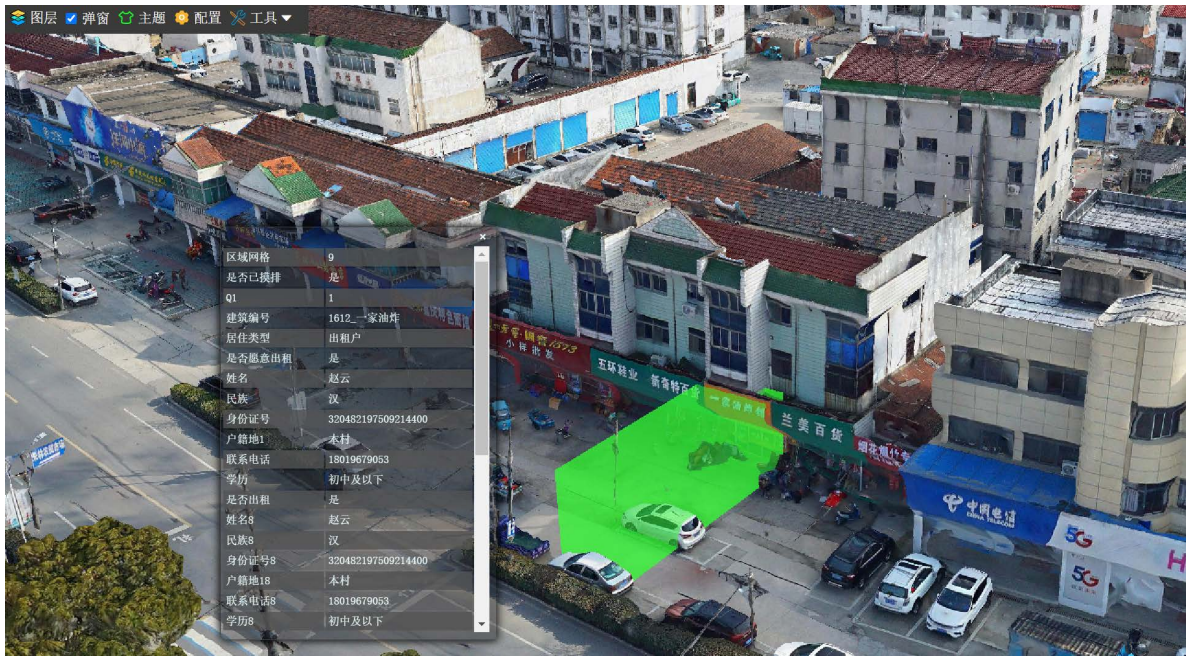


Figure 7. The diagram for a single bottom level store of 3D model and associated attribute table
图7. 一类底层商铺单体三维模型与属性表关联成果图

二类底层商铺之上的住宅、办公等单体三维模型与属性表关联成果如图8。

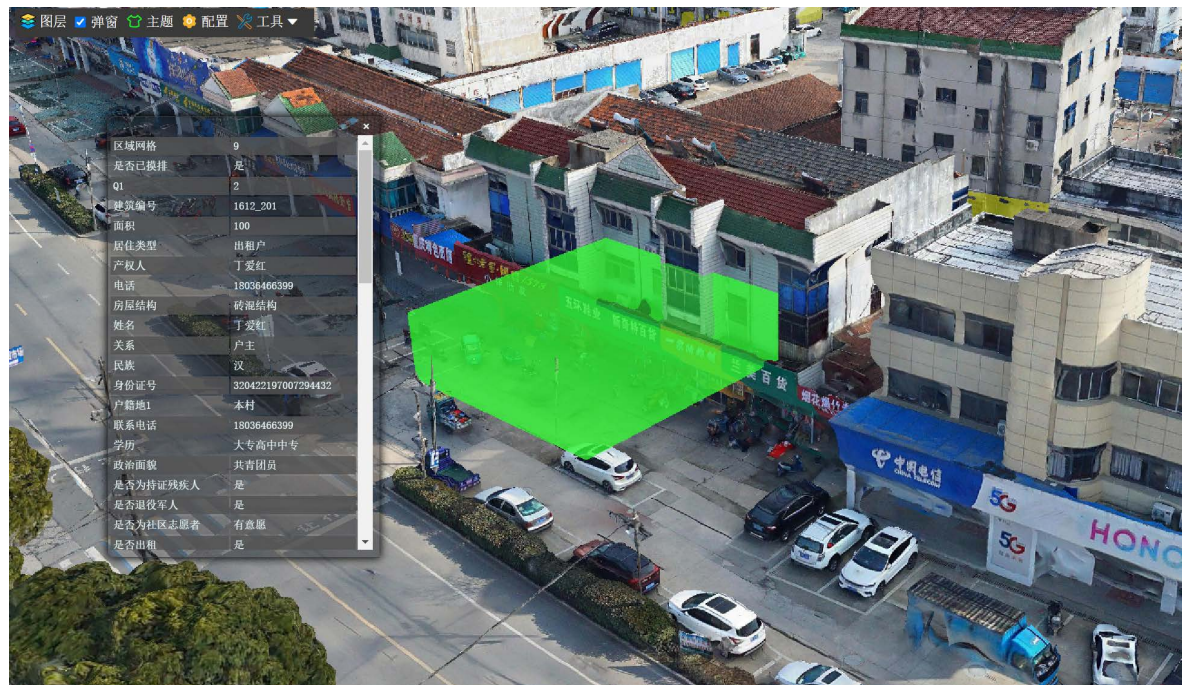


Figure 8. The diagram for 3D model of residential buildings, offices, and other individual buildings and the associated attribute table
图8. 二类底层商铺之上的住宅、办公等单体三维模型与属性表关联成果图

三类有规律分层单体三维模型与属性表关联成果如图9。

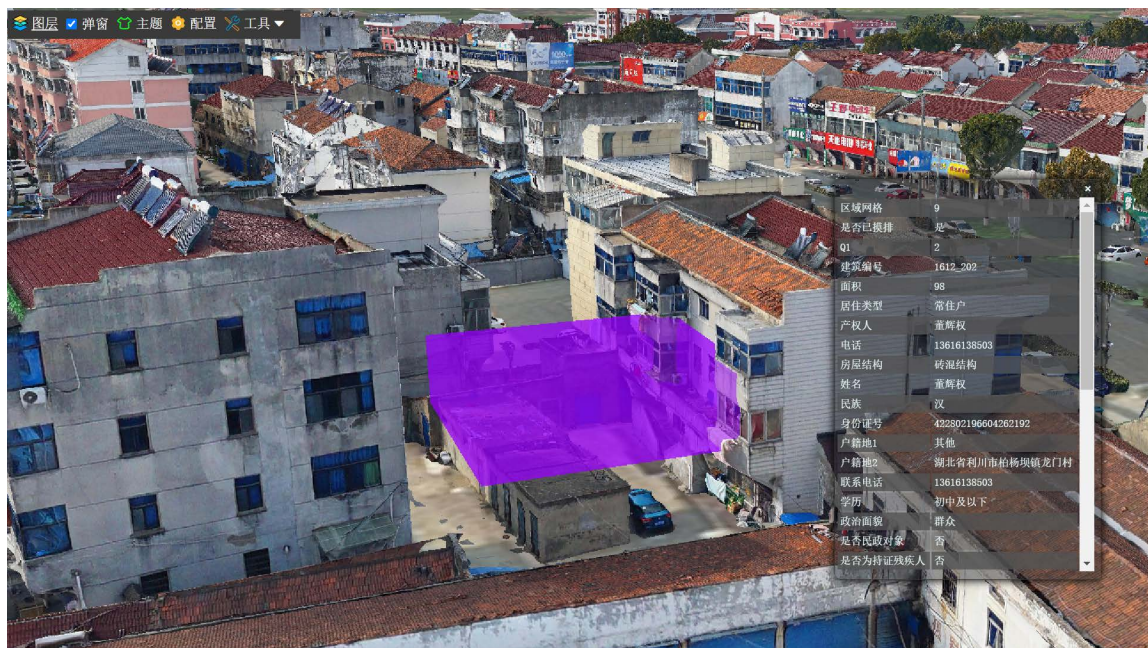


Figure 9. The diagram for regularly layered individual 3D model and the associated attribute table
图 9. 三类有规律分层单体三维模型与属性表关联成果图

四类整幢建筑物为一个权利主体的单体三维模型与属性表关联成果如图 10。

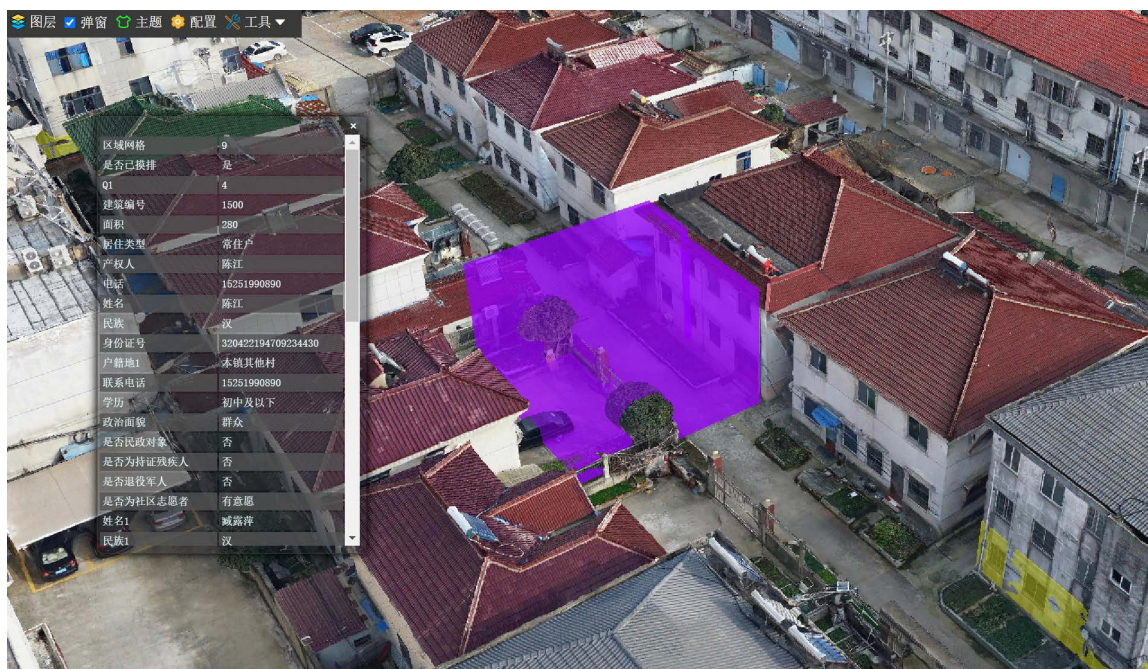


Figure 10. The diagram for the entire building as a right subject and the associated attribute table
图 10. 四类整幢建筑物为一个权利主体的单体三维模型与属性表关联成果图

6. 结语

在三维空间地理信息平台建设过程中, 利用建筑物矢量数据, 对建筑物单体类型进行分类, 利用 DSM

与 DEM 的差批量计算出建筑物的总高度, 再根据建筑物的总层数, 分别计算各单体的投影面和单体空间高度, 确定单体化的基础数据。

开发专业建模软件, 通过空间赋值的方法, 建立与倾斜摄影测量地理空间相一致的三维单体模型, 为三维空间地理信息平台提供建筑物底基面积、层高、建筑总面积等查询、统计、分析等三维可视化图属一致的数据库, 有一定便捷性和经济性。

参考文献

- [1] 湖南省地质测绘院. 一种基于地理实体编码的三维单体模型数据模型表达方法[P]. 中国专利, 202110934784.5, 2022-01-28.
- [2] 吴昊. 快速单体实景三维模型建设方法研究[J]. 智能城市, 2023, 9(2): 13-15.
- [3] 张红华, 赵威成, 刘强凯. 倾斜摄影实景三维模型建筑物单体化方法研究[J]. 北京测绘, 2020, 34(3): 289-291.
- [4] 赖伟斌, 张云生, 杜守基, 等. 一种三维实景模型单体建筑物提取方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(4): 30-32, 36.
- [5] 杨福秋, 潘宝昌, 辛晓东, 等. 大场景实景三维模型精细化生产与单体化研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(5): 199-201.
- [6] 王文娜. 建筑物模型单体化与三维可视化系统开发——以临浦地区为例[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国矿业大学, 2022.