引文格式：胡博,张赛. 基于FME的地形图入库快速构面方法研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(7): 49-52. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.07.012

基于FME的地形图入库快速构面方法研究

胡　博[1]，张　赛[2]
（1. 天津市政工程设计研究总院有限公司，天津 300000；2. 秦皇岛市测绘大队，河北 秦皇岛 066001）

摘　要：为减少CASS格式地形图入库工作中地物要素构面的工作量，基于FME数据处理平台，研究了地物要素快速构面的方法。将面要素分为规则要素和不规则要素两类，针对前者设计数据处理算法，使大部分构面工作由计算机自动完成；针对后者提出“面减”“面加”相结合的人工构面方式，降低工作难度。数据测试结果与工作实践表明，该方法自动构面准确率高、人工构面简单易行，有效提高了构面工作效率，减少了操作人员的劳动强度。

关键词：FME；CASS；地形图入库；快速构面
中图分类号：P25　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）07-0049-04

Research on Rapid Polygon Forming Method in Topographic Map Storage Based on FME

HU Bo[1], ZHANG Sai[2]
(1. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute, Tianjin 300000, China;
2. Qinhuangdao Surveying and Mapping Brigade, Qinhuangdao 066001, China)

Abstract: In order to reduce the working intensity of polygon forming in topographic map storage in CASS format, we studied a rapid polygon forming method based on FME data processing platform. The polygon features are divided into regular features and irregular features. For the former, we designed a data processing algorithm so that most of the polygon forming work could complete automatically by the computer. For the latter, we proposed a manual polygon forming method combining “polygon subtraction” and “polygon addition” to simplify the difficulty of work. The data test results and work practice show that the method has high accuracy, and the manual operation is simple and easy, which can improve the working efficiency, and reduce the working intensity.

Key words: FME, CASS, topographic map storage, rapid polygon forming

1∶500地形图入库是我国基础地理信息测绘工作的重要组成部分，要素构面又是入库工作中最耗费人力的工作内容。因此，研究如何快速完成构面，对提高工作效率具有重要意义。目前Idata、吉威数源、天空CAD插件等[1-2]软件均能完成构面工作。利用第三方软件或插件可在很大程度上减轻人工构面的工作强度，但其功能较固定，软件的操作、处理方式对于当前项目未必最适合。同时，原始地形图往往不能完全规范绘制，包含错综复杂的数据异常，这些异常数据采用第三方软件处理，有时并不得心应手。FME是加拿大Safe Solftware公司推出的空间数据转换处理系统，可让用户通过图形化、模块化的方式完成数据处理的程序设计，无需使用者具备编程语言知识，操作简单易上手，功能强大[3]。通过FME可定制数据转换、检查、处理自动化流程，从而减少数据人工分类处理等中间环节，极大提高数据库建设效率[4]。因此，本文基于FME研究快速构面的方法，以解决实际工作问题。

软件环境安装FME2020 Desktop及其相应的My-FME，读取CASS数据；安装CASS绘图软件，编辑和处理转换前的图形数据；安装ArcGIS Desktop软件，查看修改转换完成的数据。

1　方法研究

提高构面效率的思路是将尽可能多的工作交由计算机完成，剩余的工作再由人工处理[5]。基于此，本文将面状要素分为两类：①规则要素，主要包括房屋、房屋附属等形状规则简单、边界清晰的地物，可

收稿日期：2022-05-18；修回日期：2022-07-04。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（62103307）。
第一作者简介：胡博（1987—），硕士研究生，高级工程师，注册测绘师，主要研究方向为工程测量、基础测绘、不动产测量，E-mail：549463120@qq.com。

在仅对原始数据进行少量干预的情况下，全部交由计算机自动完成构面；②不规则要素，主要包括道路、水系、植被等形状不规则、情况复杂的地物，这些地物几乎无规律可循，无清晰边界，需通过人工构面的方式确定边界。

1.1 规则要素构面

1.1.1 房屋自动化构面

FME提供了构面的主要转换器AreaBuilder，利用该转换器按CASS编码分组构面，可将原地形图中的房屋要素由线转面；但仅当房屋绘制完全规范时，才能得到正确结果，而原始数据往往不能达到这样的标准，因此需寻找优化的数据处理方法。

1）原始数据中的常见错误：①由于图幅接边疏漏，个别房屋在图廓线两侧属性不一致，如同幢房屋在图廓线北侧用砖房屋绘制，南侧用砼房屋绘制；②房屋绘制不规范，常见情况为房屋分层处直接用房屋线分开；③房屋边线在图幅接边处未正常断开，而是折返产生自相交。利用AreaBuilder转换器直接构面，将导致情况①、③失败，情况②则会将不同层的房屋构建为一个面要素且难以检查发现。

2）优化的数据处理方法[6-7]。针对带有异常的房屋数据，本文基于FME设计处理流程。

①房屋边线混合构面。首先利用InterSector转换器将房屋边线在相交、重叠处打断，利用LineJoiner转换器将同编码的线连接、简化，这里需设置InterSector“分离共线线段”选项，使重叠的房屋边线分离不被融合，设置“分离自交叉要素”选项切断自相交的线，设置LineJoiner“打断交叉组”选项，使线连接到交叉点处即中断；再利用AreaBuilder转换器对打断的房屋边线设置“不分组”选项，忽略各线段CASS编码差异进行混合构面。这样上述有问题的房屋也能构面成功。由于AreaBuilder设置“不分组”，输出的面要素丢失了属性，将该无属性的面要素记为S_0。

②房屋属性提取。房屋属性信息从原地形图的房屋边线中提取。采用LineOnAreaOverLayer转换器进行叠加分析或NeighborFinder转换器进行邻近分析，可将房屋边线的属性赋予S_0，但直接操作易受紧邻房屋边线的干扰出现错误。为避免该情况，先将房屋边线转为房屋内部点，再利用PointOnAreaOverLayer转换器获取取属性。

以原始数据中的典型异常数据为例（图1），由于不同图幅未正确接边，某房屋在图廓线两侧分别由不同编码的线绘制，直接利用AreaBuilder转换器按CASS编码分组无法成功构面，不分组混合构面能构建完整的房屋面，但属性丢失，为获取房屋属性信息：首先利用LineJoiner转换器设置以CASS编码分组，连接原始数据中同编码的房屋边线，使其完整化、简单化的同时，不丢失编码属性，这里需设置LineJoiner“不打断交叉组”选项，使地形图中已连接的房屋边线在处理过程中不会被紧邻的同属性房屋边线打断，将处理后带有属性的房屋边线记为$L_i(i=1,2,\cdots)$，图1图廓线两侧两种编码的线分别被连接为L_1和L_2，二者均为房屋组成部分；然后利LineCloser转换器将线L_i首尾相连封闭成面，记为S_i，利用InsidePointReplacer转换器将面S_i转换为其内部点P_i，该过程中P_i继承了L_i的属性信息，图1中L_1和L_2先转换为S_1、S_2，再转换为具有属性的点P_1和P_2；最后利用PointOnAreaOverLayer转换器将点P_i的编码属性赋于S_0。原始地形图中房屋绘制无误时，其由单一编码的线完整闭合，S_0内部仅会生成一个属性点；而异常情况下产生了两个属性点P_1、P_2，可先计算L_i的长度，存入_length属性并继承给点P_i，再比较_length的大小，将P_1点的属性（L_1属性）赋予S_0。

需要注意的是，由于L_i是S_0外边线的全部或部分，大部分情况下S_i会被S_0包含，从而P_i也在S_0内部，能够由PointOnAreaOverLayer转换器正确完成属性赋值；仅极少数情况下（房屋为L或U形，由多种编码的边线组成，且L_i位于其内侧拐角处），S_i位于S_0外部，从而P_i不在S_0内部，无法完成属性赋值，这些数据可在ArcGIS中通过查看房屋属性表快速筛查出来并进行人工检查修正。

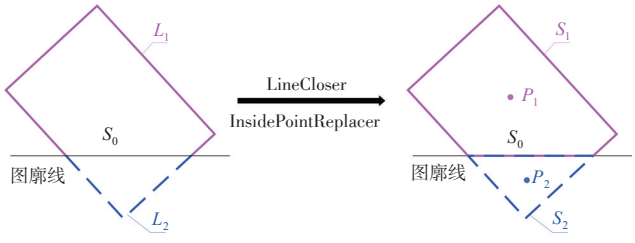


图1 房屋属性提取示例

③天井的处理。房屋边线混合构面时，所有房屋线围成的封闭区域都会被构成面要素，因此由多个房屋紧密相邻围成的空地以及房屋内的天井也会被构面，从而产生错误。读取天井注记，并通过PointOnAreaOverLayer转换器将其作为属性值赋予误构的房屋面，再通过Tester转换器将带有该属性的面要素滤除，使其不参于后续的数据处理。

1.1.2　阳台自动化构面

1）原始数据中常见的问题。阳台、挑廊等悬空房屋附属需作为面要素入库，而采用CASS软件绘图时，这些地物通常不画封闭边界，仅用相应的线状符号绘至与房屋相交处。对于未封闭的阳台线，有的生产单位采用将其直接闭合的方法[8]，当阳台形状为标准矩形时，可达预期效果，但对于L形、U形和其他不规则形状的阳台，该方法的结果不正确。因此，不能简单地将阳台线闭合，而应采用阳台线和房屋线共同构面的方法。

2）数据处理算法。

①边线处理。首先利用InterSector转换器将相交、重叠的房屋边线、阳台边线打断，并滤除细小线；然后利用LineJoiner转换器按CASS编码分组，设置选项“打断交叉组”将打断的房屋边线、阳台边线连接，直到阳台、房屋交叉处才被打断。

②阳台构面。首先利用GOIDGenerator转换器为阳台线赋予唯一的ID标识；再通过NeighborFinder将ID值赋予与其相接的房屋边线，这样相连的阳台边线和房屋边线便拥有了共同ID；最后利用AreaBuilder转换器以ID分组构面，将端点相接的阳台边线和房屋边线构成阳台面。

③异常处理。当房屋仅有一个阳台时，阳台线与其内侧、外侧的房屋边线均能围成封闭图形，从而构建两个面要素。与外侧的房屋边线构成的阳台面属异常情况，既包含正常阳台面，还包含整个房屋面。利用Clipper转换器将阳台面减去房屋构面模块中生成的房屋面即可得到正确的构面。

1.1.3　台阶自动化构面

通常台阶直接采用骨架线构面。由于原始数据中台阶骨架线有部分丢失，检查改正耗费时力，可采用骨架线、台阶线共同构面的方式，再利用Dissolver转换器融合两种方式构成的面。

1.2　不规则要素构面

道路、水系、植被等面状要素形状复杂，且原始数据中没有封闭的边界，通过计算机直接构面非常困难，因此需要人工标出封闭边界进行构面。为了简化构面的人工操作，本文采用“面减”、“面加”两种方式综合构面。

1）“面减”构面，即将某面要素内部的其他面要素裁去。例如：当花圃中包含房屋时，可在人工构面时不考虑房屋，直接以外边界对花圃构面，然后在FME中利用Clipper转换器将所有花圃输入Clippee接口，房屋输入Clipper接口，最后将所有花圃内的房屋裁剪掉。该方法在手动跟踪边界构面时无需严格按照实际边界，被裁剪的面要素可包含、跨越裁剪要素，从而减少手工构面的操作量。本文根据原始数据情况设立“面减”层级表，确定被裁剪的底层要素、裁剪其他要素的顶层要素以及各类面要素的裁剪优先级。“面减”方法对于内部其他要素众多、需创建许多环洞、结构复杂的区域具有良好效果，在很大程度上简化了人工构面操作。当实际情况与“面减”层级表不符、被裁剪面要素位于裁剪面要素内部时，可在构面时人工对裁剪面要素创建环洞，将其内部的底层要素保留；当被裁剪要素与裁剪要素在原始数据中有合理压盖时，可为背景要素设置特定颜色，以标识此背景要素不被裁切，在FME数据处理流程中不输入Clipper转换器。

2）“面加”构面。对于跨越大范围的道路、水系等复杂而大面积的面状要素，可先分区域构面，再通过FME的Dissolver转换器按要素分组，将同要素相邻的区域合并为整块的面要素。

实际构面时应将“面加”“面减”相结合，“面减”用于小范围、外围边界明晰易确定的区域，可快速查出差错；“面加”用于边界不明晰、形状复杂的区域，以减少错误的发生。

2　实践验证

以秦皇岛市建成区2019年1∶500基础图入库工作为例，实践验证本文提出的构面方法。原始数据为利用CASS软件编辑生产的数字线划图，包括海港区、北戴河、山海关3个区待转换图形600余幅；目标数据为ArcGIS支持的.gdb文件数据库。3个区的地形图中包括房屋9万余幢，阳台、挑廊等房屋附属设施3万余个，由于各区域地形图数据来源不同，更新时间不统一，加之后期数据编辑、存储过程中的信息错漏、丢失，原始数据存在较多问题，如部分台阶、楼梯骨架线丢失；部分房屋接边处属性不一致、绘制不规范，房屋线自相交等。基于本文提出的构面方法，利用FME编写数据处理模版，完成入库工作，并对构面结果进行检查、分析。

2.1　房屋构面结果

1）构面成功率统计。本文统计了秦皇岛3个区全部房屋要素的构面成功率，并与直接按CASS编码分组构面的结果进行对比。从AreaBuilder转换器的Area输出口统计成功构面房屋数，从Imcomplete和<

Recjected>输出口统计报错要素数量，结果见表1，可以看出，直接分组构面方法的失败率为9.67%，数量达9 000余个，对大量构面失败的房屋进行检查修改，工作量繁重，且其中很多房屋绘制不规范错误难以在构面成果中检查发现；本文方法的失败率为0.48%，经检查，构面失败的要素均为整个图形范围边缘处被图廓线裁切不完整房屋，数量并不多，经少量人工修改即可完成更正。

表1 房屋构面结果对照

构面方法	成功数量	报错数量	失败率/%
直接分组构面	85 237	9 132	9.67
本文算法构面	94 125	458	0.48

2）房屋属性抽查。对各区域构面成功的房屋进行随机抽样，检查成果属性表中的房屋类型信息与原始图件上的CASS编码是否对应。经逐个对照检查，抽检样本的要素属性全部正确。

2.2 阳台、台阶构面结果

本文统计了北戴河区阳台、台阶的构面结果，构面成功数量为3 212个，报错数量为293个，成功率达到90%以上。构面失败的阳台、台阶是由于原始数据混乱、丢失以及少数特殊情况导致无法构出，数量较少，可在原始图上自动标记后，由人工修正。对构面成功的阳台、台阶进行全面浏览检查，阳台均正确构面，个别台阶由于形状不规则且原地形图中数据不完整，构面不正确。针对此情况，对原始图件进行了相应修正。

2.3 道路、水系、植被构面结果

通过设立“面减”层级表，结合“面减”、“面加”方法，简化了人工构面操作，高效完成了道路、水系、植被等不规则要素的构面工作。抽样检查结果表明，构面成果无误，形状复杂、环洞众多、合理压盖的区域均得到了正确表达。

3 结 语

本文结合秦皇岛市2019年基础地形图入库的实际项目，将面状地物分为规则要素和不规则要素两类，针对规则面状要素研究了相应的算法，以自动化处理异常数据，提高构面成功率；针对不规则面状要素提出了“面加”“面减”相结合的人工构面方式，设立“面减”层级表，提高了人工构面的工作效率，减小了工作强度。

本文方法也有不完善之处：①房屋构面算法会将天井、房屋中间围成的空地构建为房屋，要求这些区域必须有注记，因此需留意原始数据中连片的房区，对其进行检查；②当原始数据中阳台跨越两个以上房屋时，阳台构面算法将构面失败，需后期的检查修正；③当台阶形状不规则时，台阶构面算法可能会得到错误的结果，需做好数据预处理和后续检查修改工作。这些不足仍待在后续的工作中研究改进。总的来说，本文研究成果良好地完成了实际生产任务，在很大程度上减小了人工干预量，提高了工作效率，具有一定的实用性，能为从事相同、相近工作的测绘人员提供一定的借鉴。

参考文献

[1] 周晓伟. 基于CASS的全要素地形图数据入库方法探讨[J]. 北京测绘,2015,29(2):18-20

[2] 余娣. 基于iData数据工厂的地形图入库方案及关键技术研究[J]. 城市勘测,2020(1):57-60

[3] 李逵. FME在基础地理信息数据库建设中的应用研究[J]. 测绘通报,2016(3):115-117

[4] 唐辉,韩维喆,蒲德祥,等. FME在大比例尺基础测绘数据建库中的应用[J]. 地理空间信息,2020,18(11):91-93

[5] 胡博. 基于FME的CASS格式地形图入库方案及程序设计[J]. 地理空间信息,2021,19(4):67-70

[6] 邱国会,王晓强,邱力. 基于FME的1∶2 000地形数据库格式转换研究和实现[J]. 测绘与空间地理信息,2021,44(12):111-113

[7] 王淑玲,彭红春,周旺辉,等. FME在DWG与GDB之间图属信息转换方面的应用[J]. 江苏海洋大学学报(自然科学版),2020,29(3):78-82

[8] 伏文卫. CASS格式数字化地形图快速入库方法和技巧[J]. 城市勘测,2014(2):63-65