

三维地籍产权体的语义限定与几何表达

史云飞¹, 贺彪²

(1. 临沂大学 资源环境学院, 山东 临沂 276000; 2. 深圳市规划和国土资源委员会, 广东 深圳 518040)

摘要:土地空间权的分层设立与产权的精细化管理使得地籍管理模式由二维地籍转向三维地籍,而产权体作为三维地籍的登记客体,对其语义、几何等属性进行限定是构建三维地籍的基础。通过分析产权体的语义、几何特征,给出产权体的定义,提出采用三维流形限定产权体的几何形体,进一步建立了可表达具有复杂几何形体产权体的空间数据模型。

关键词:三维地籍;产权体;三维流形;空间数据模型

中图分类号:P208

文献标志码:A

文章编号:1672-3767(2013)03-0083-06

Semantic Restriction and Geometrical Representation of Property Volume for 3D Cadastre

Shi Yunfei¹, He Biao²

(1. School of Resources & Environment, Linyi University, Linyi, Shandong 276000, China;

2. Shenzhen Municipal Committee of Urban Planning, Land Resource and Real Estate, Shenzhen, Guangdong 518040, China)

Abstract: Stratified establishment of land space right and fine management of property rights make cadastre managing mode change from two-dimensional (2D) cadastre to three-dimensional (3D) cadastre. As registration object of 3D cadastre, restrictions of semantics and geometry of property volume are the basis to construct 3D cadastre. Through the analysis of the semantic and geometrical characteristics of the property volume, this paper gives its definition, and proposes the further establishment of the spatial data model suitable for representing the property volume with complex geometrical shape by using three-manifold to restrict its geometrical shape. Experiments prove the proposed theory and model effective and feasible.

Key words: 3D cadastre; property volume; three-manifold; spatial data model

我国不动产登记是由土地登记和房屋登记组成的二元登记系统^[1]。在我国当前的地籍系统中,登记对象(宗地)是建立在二维地表上的,具有二维边界。然而,随着城市化与工业化的不断推进,土地资源日益紧缺,城市空间不断向地下和地上延伸,各种高层建筑、地下建筑等在城市应运而生^[1-2]。与此同时,二维宗地边界也被各种跨宗地的不动产实体(空中跨街建筑、地下通道、地下商场、地铁等)打破,使得某一宗地的地上或地下存在另一宗地产权。土地的立体化利用与跨宗地建筑物的不断出现致使传统的土地登记和地籍系统无法满足人们对三维空间占有与利用的需求,需要寻找一种新方法来解决土地利用向空间多元化发展产生的问题^[3]。近年来,许多国家开始研究在三维地理信息系统的基础上,发展三维地籍的管理模式^[4-7],试图使用三维地籍管理模式解决现行土地登记和地籍管理制度中存在的不能全面反映土地利用状况的问题,以便对某些特殊的土地利用状况进行登记与记载^[8]。

三维地籍是在地籍概念中引入了三维产权(空间产权)的概念,它以权属为划分依据,将立体空间中的产权簇划分为没有交叉、重叠的三维权利实体,本文称为产权体,它具有明确的三维边界,是三维地籍中最小的

收稿日期:2012-05-14

基金项目:国家自然科学基金项目(41201407)

作者简介:史云飞(1979—),男,汉族,山东临沂人,讲师,博士,从事三维地籍、三维GIS、数字制图等方面的研究。

E-mail:55734619@qq.com

单元,相当于二维地籍中的宗地^[3]。因此,产权体是三维地籍的登记客体,是三维地籍登记、查询、分析、计算等操作的基本单元,目前已有研究提出了多种与产权体相类似的概念。林亨贵^[4]与胡珏^[9]提出了三维宗地,以此来解决复杂用地的确权问题。加拿大不列颠哥伦比亚省提出空域宗地(air-space parcel)^[10]的概念,认为空域是一个从传统的二维宗地上分离出来的具有独立产权的三维空间,空域可与传统的二维宗地分离并单独进行产权登记从而形成空域宗地。澳大利亚昆士兰州提出了体宗地^[10],其定义与空域宗地相似。然而,现有研究虽然在概念层次提出了多种与产权体相类似的术语,但并没有对它们的语义、几何等做进一步的探讨,本文针对这些问题开展研究。

1 产权体语义限定

产权体是宗地在三维空间的扩展,它不仅包含具有三维边界的体宗地,而且还包含权属独立的房产单元。因此,三维地籍管理的领域比二维地籍广,不仅包含土地,还涉及房产。事实上,土地和房产在本质上是相同的,都属于不动产,都具有“不动”的空间位置和范围这一共同的“基因”。但在现实世界中,对二者的理解存在一定差异。土地通常被理解为一块地表二维空间,房产则被理解为一块三维空间。实质上,土地和房产都是对空间的占有和利用,购买一块土地或者购买一份房产实际是购买了一块可利用的地理空间。因而,土地和房产没有本质区别,都是空间上的一块有界域,可以用相应的有限地理空间来确定和表达。既然土地与房产在本质上是相同的,那么可将土地单元(宗地、体宗地)和房产单元统一为空间上的有界产权域,用一个概念来描述,这个概念就是产权体。另外,现实世界中存在着各种各样的权利实体,它们或者是采用顶板、墙体、底板等有形的物理隔断分隔形成的物理空间,或者是采用无形的分界面分割形成的法定空间,如露天阳台等。而区分不同产权体的依据是权属的差别,为此将现实世界中区分不同权属的分界面称为界址面(界址点、界址线在三维的推广),并将产权体的概念定义如下:

产权体是具有固定的地理空间位置、形体,由权属边界(界址点、界址线和界址面)封闭的、独立于主体且权利独立、权属一致的一块空间域,是物质实体和权利的合成体。

对该定义的具体解释如下:

- 1) 产权体是三维地籍管理中的最小单位,它不可再分,在其空间范围内权属一致,如同传统地籍中的宗地。
- 2) 产权体的“基因”为其地理坐标,产权体的地理位置具有固定性,这也是不动产的本性。正如一个婴儿成长为老人一样,其身高、体貌等都随着岁月的流逝而不断的变化,不变的是他的基因。而对于产权体而言,它的权利人、权属状况可能在不断变化,但它的空间位置和范围是不变的,这种“不动”空间位置和范围正是产权体的“基因”。
- 3) 产权体是不动产产权单元,是对一定空间的占有(或占用)或划分。这种空间划分依赖于不动产的权利,同时兼顾土地的利用类别、质量和时态等其他特征,如土地使用年限造成产权体的注销。
- 4) 产权体所占有(或占用)的空间具有确定的边界。这些边界由现实中的实物围成,如围墙围着的宗地,房屋建筑墙体构成的住宅;也可以是由数学方法来界定的、看不见的实体边界。如宗地的范围可以由界址点、界址线、界址面来标注,界址线、界址面往往在现实中并不可见。空间范围的确定性,表现为空间的三维尺度能够用客观、科学的技术手段加以测量和标记。
- 5) 在权利上,产权体同二维宗地一样,可以被转让、抵押和继承等,同时和二维宗地一样也可能被分割、合并和重组,旧的产权体消亡,新的产权体产生。
- 6) 产权体并不依赖于地表宗地,如地铁的隧道可以跨多个地表宗地的边界。

2 产权体的几何限定

三维地籍产权体采用三维几何体来表达。三维空间中的几何体存在多种类型,如交叉面体(图 1(a))、面含洞体(图 1(b))、悬垂面体(图 1(c))、奇异体(图 1(d),(e),(f))等。这些体虽在数学上有意义,但在三维地籍中却是无效的,它们无法用于表达产权体,例如,无法计算它们的体积。因此,需要对表达产权体的多面体进行限定。为此,提出了三条约束规则:①封闭有界性:表达产权体的几何体必须是封闭多面体,且构成多

面体的面不能自交,不能有悬垂面。②连通性:表达产权体的多面体仅包含一个连通的体(允许含洞);从多面体内部的点在不穿越多面体边界的限制下能到其内部的任何一个点。③可定向性:对于一个产权体,可以区分空间的内部和外部,不存在一个空间既是内部又是外部的情况;故而表达产权体的面具有相同的定向,要么指向体外,要么指向体内。

基于上述三条约束规则,将表达产权体的多面体限定为有向三维流形(manifold),它又可以分为两类:一类是由相互连通的二维流形边界封闭形成的多面体,表现为一般常见的空间实体,如图 2(a)和 2(b);另一类是由 n 个非连通的有向二维流形边界封闭形成的多面体,其中每一个二维流形又是封闭连通的,该类表现为中间带洞的多面体,如图 2(c)。

3 产权体的几何表达

在限定产权体几何形体的基础上,为进一步表达产权体的几何形体与拓扑关系,构建了如图 3 所示的空间数据模型。该模型分为三层:要素层、几何层和拓扑层。要素层由四类权属要素构成,四者之间是相互依赖的关系:产权体由界址面围成,界址面由界址线限定,界址线由界址点限定;几何层由点(point)、弧段(arc)、表面(surface)与体(body)四种几何基元构成,用于描述要素层的几何形状;拓扑层由节点(node)、边(edge)、边环(edge_loop)、面片(face)、面环(face_loop)与多面体(polyhedron)六种拓扑基元构成,用于描述要素的拓扑关系。该模型将几何和拓扑分开表达,几何层描述要素的几何形态,拓扑层表达要素间的拓扑关系。模型各组成部分说明如下:

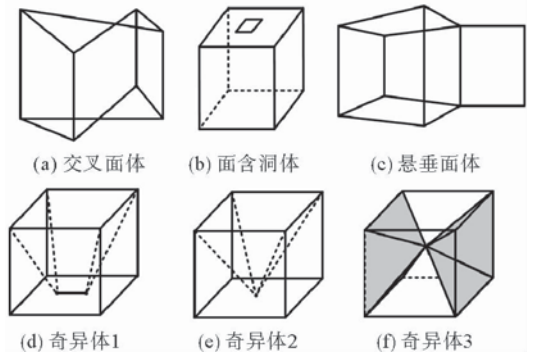


图 1 复杂多面体示意图

Fig. 1 Sample of complex polyhedron

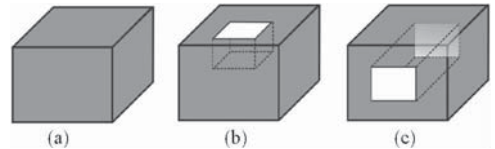


图 2 产权体的分类示意图

Fig. 2 Classification of property volume

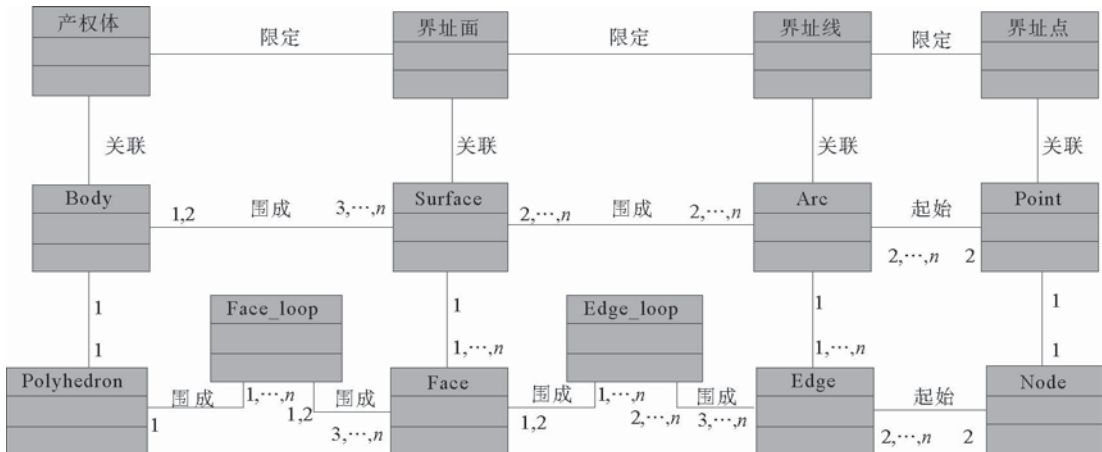


图 3 产权体空间数据模型

Fig. 3 Spatial data model of property volume

1) 点(point)是对界址点的几何抽象,是具有 x, y, z 坐标的三维空间点。

2) 弧段(arc)描述了界址线的几何形体,由两个点限定边界,具有方向性,由起点指向终点;弧段在空间上不一定是直线,且可以不共面。

3) 表面(surface)用于表达界址面的几何形体,其边界由弧段依次相接围成,无悬垂弧段,具有方向性,构成表面的弧段顺序决定了表面的方向。

4) 体(body)表达了产权体的几何形体,由一系列邻接的表面组成,这些表面刚好围成一个封闭区域,不存在悬垂表面;表面不要求是空间上的平面。

5) 节点(node)为拓扑构造的最低维基元,由 x, y, z 坐标构成;节点同时被两条或两条以上的边共享。

6) 边(edge)为两个节点限定的有向直线段,由起点指向终点。边用于限定弧段,当弧段为直线段时,边等于弧段;否则,用边近似弧段。边同时被两个或两个以上的面片(face)共享。

7) 边环(edge_loop)是由边按照一定次序和方向组成的闭合环。若边的方向与边环的方向相反,则在该边的标号前添加负号,以示该边方向与边环方向相反。边环上的所有边共平面。如图 4(a), $Edge_loop1 = \{e1, e2, e3, e4\}$, $Edge_loop2 = \{e8, e7, e6, e5\}$, $Edge_loop3 = \{e9, e10, -e11, -e12, -e3\}$ 。

8) 面片(face)是由一个或多个边环围成的平面片。其中第一个边环定义了面片外边界,其它定义了面片的内边界(岛);面片同样具有方向性,其方向由边环方向决定。面片用于限定表面,当表面为平面时,面片等于表面;否则,用面片近似表面。图 4(b)给出了面片 $f6$ 的示例: $f6 = \{Edge_loop1, Edge_loop2\}$ 。

9) 面环(face_loop)是由多个 Face 形成的壳,并且构成面环的各个面片具有相同方向。如面片方向与整个面环方向相反,则在该面片的标号前添加负号,以示该面片定向与面环定向相反。如图 4(b), $Face_loop1 = \{f1, f2, f3, f4, f5, f6\}$, $Face_loop2 = \{f7, f8, f9, f10\}$ 。

10) 多面体(polyhedron)由一个或多个 Face_loop 构成。其中第一个 Face_loop 定义了多面体的外边界,其他定义了多面体内边界(洞);如图 4(b), 多面体 $P1 = \{Face_loop1, Face_loop2\}$ 。

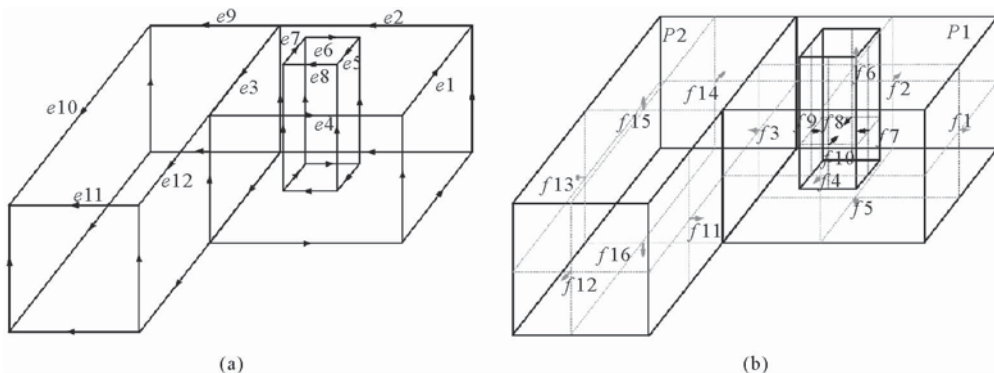


图 4 拓扑基元表达示例

Fig. 4 Sample of representation of topological elements

另外,还需对拓扑基元之间的关系进行以下约束:

- 1) 节点与边的关系只有相离,节点为边的起点或终点,节点与边不能相交,相交则打断,形成两条新边。
- 2) 边与边相交时在交点处打断,以原来的边、交点、节点形成多个新边,即边与边之间不存在相交关系;
- 3) 边与面片的关系只有相离,或者边是构成面片的边界,如果边穿越了面片,边将被打断成面内和面外两部分,形成新边;
- 4) 面片与面片相交时在交线处打断,形成新的面片,即面片与面片要么不相交,要么相交于公共边;
- 5) 面片与多面体的关系只有相邻,或者面片参与构成该多面体的边界;多面体与多面体不能相交,只能相离或相邻(共享一个或多个面片,或者共享一条或多条边,或者共享一个节点)。

以上约束主要体现两个思想:一是共享,即相邻接的边、面片、体分别共享公共节点、公共边和公共面;二是拓扑基元不能相交,一旦相交就进行打断,形成新的基元。另外,模型通过邻接拓扑基元共享低维度拓扑基元的方式,构建了层次化的拓扑关系,从而可以推导出要素间的各种拓扑关系。

4 实例分析

深圳市是一个土地空间资源紧缺且综合利用程度较高的城市。2005年公开出让两宗地下空间使用权，深圳市成为中国第一个出让地下空间的城市，土地空间使用权分层设立开始进入政府实际土地管理范畴。选取深圳市两个典型案例为数据，进行实验验证，并开发了实验系统。

案例 1 图 5 为深圳市某建筑物，其典型特征是中间部分为骑街楼。整个建筑物属于一个权利人，但建筑物两侧部分与骑街部分所占土地却分属不同权利人。两侧部分所占土地的权利人与建筑物的所有者相同，骑街部分所占土地则属于公共用地。如果采用传统地籍管理方式，将建筑物投影到二维平面，将引起骑街部分投影后与地面街道产生重叠，无法明晰产权。显然，采用传统地籍方式难以反映土地空间利用情况。通过引入产权体，采用体的形式表达和登记建筑空间(图 5(a))与土地使用权空间(图 5(b))，将可以清晰界定分层设立的产权。

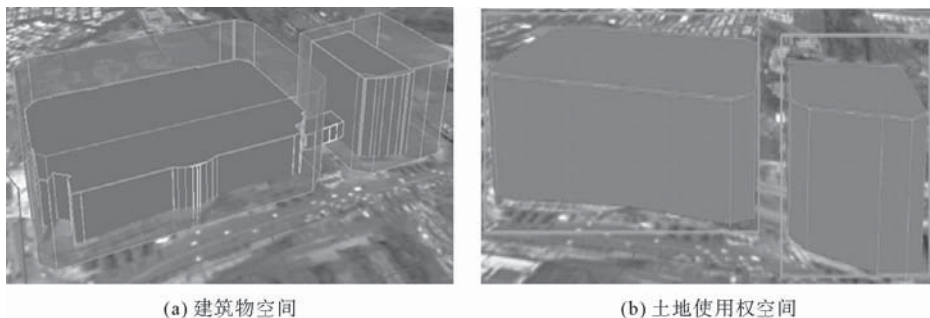


图 5 骑街楼

Fig. 5 Building with part riding on street

案例 2 为丰盛町地下商业步行街，其地表一部分为深南大道绿化带，另一部分已经出让给其他权利人；而其地下部分和深圳地铁衔接，深圳地铁从其下部贯穿，并且深圳地铁公庙地铁站在其正下方。图 6(a) 为二维地籍系统中的丰盛町宗地，其中黄色部分为丰盛町土地空间，蓝色选中状态为深圳地铁车公庙地铁站，另外从图 6(a) 可以看到两条地铁线路从丰盛町下面穿过，叠置在一起的宗地图违反了二维地籍的基本约束，且无法说明其各自权属空间范围与相互位置关系。利用实验系统，对此空间进行建模与数据生成，得到如图 6(b) 中的三维数据模型。该模型是从地下朝上看的视角，表明该块土地空间位于地下，从模型可以看出，地铁站、地下步行街等分别位于不同的土地空间利用层次，可以真实地表达土地空间立体利用和权属分布情况。

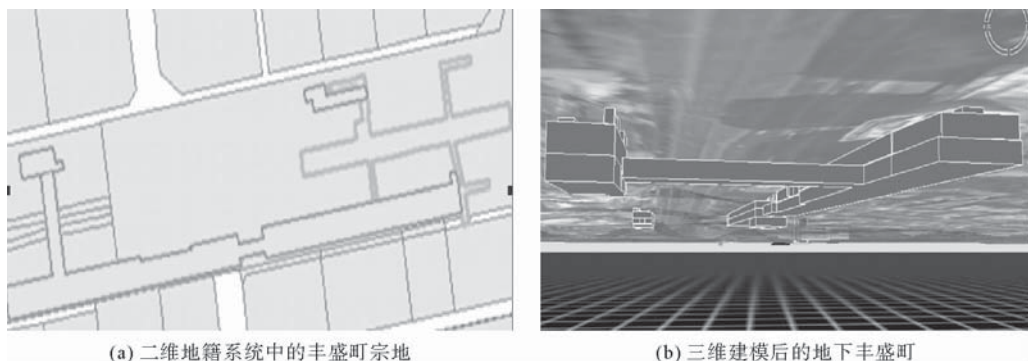


图 6 丰盛町

Fig. 6 Feng Shengting

5 结论

三维地籍是当前研究土地空间使用权分层设立与管理的重要方向之一,而产权体作为三维地籍登记客体,其语义、几何表达和数据建模等都是建立三维地籍不可或缺的部分。本文在分析土地与房产本质属性的基础上,给出了产权体的定义,归纳了产权体的语义特征,并提出采用有向三维流形来限定其几何形体和与之对应的空间数据模型。不足之处在于,所提出的空间数据模型虽具有建模复杂对象的能力,但没有找到具体案例进行验证。另外,实践中,由于产权体的形态可能非常复杂,如某一层产权体含洞,其上层或下层却没有洞,在应用所提出的数据模型时,如何处理上下层间的拓扑关系、数据存储以及可视化等实现细节,需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] 纪明汝. 中国三维地籍系统的设计与实现[D]. 西安: 长安大学, 2007: 47-55.
- [2] 朱庆, 胡明远. 基于语义的多细节层次3维房产模型[J]. 测绘学报, 2008, 37(4): 514-520.
Zhu Qing, Hu Mingyuan. Semantics-based LOD models of 3D house property[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2008, 37(4): 514-520.
- [3] 詹长根, 齐志国, 赵军华. 三维地籍的建立分析[J]. 国土资源科技管理, 2006, 23(2): 79-81.
Zhan Changgen, Qi Zhiguo, Zhao Junhua. An analysis of 3D cadastre Establishment[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2006, 23(2): 79-81.
- [4] 林亨贵, 郭仁忠. 三维地籍概念模型的设计研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(7): 643-645.
Lin Henggui, Guo Renzhong. Design of 3D cadastre conceptual model[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(7): 643-645.
- [5] Guo R Z, Li L, He B, et al. 3D cadastre in China: A case study in Shenzhen city[C]//2nd International Workshop on 3D Cadastres. Delft: International Federation of Surveyors, November 16-18, 2011: 1-17.
- [6] 郭仁忠, 应申. 三维地籍形态分析与数据表达[J]. 中国土地科学, 2010, 24(12): 45-51.
Guo Renzhong, Ying Shen. Three-dimension cadastre analysis and data delivery[J]. China Land Science, 2010, 24(12): 45-51.
- [7] Stoter J E, Van Oosterom P. Technological aspects of a full 3D cadastral registration[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2005, 19(6): 669-696.
- [8] 文小岳, 李光强, 王振兴. 面向地籍的三维数据模型设计与建立[J]. 测绘科学, 2010, 35(5): 92-94.
Wen Xiaoyue, Li Guangqiang, Wang Zhenxing. Design and establish of cadastre-oriented 3D data model[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica 2010, 35(5): 92-94.
- [9] 胡珏. 面向我国城镇地籍管理新需求的地籍空间对象模型研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008: 32-38.
- [10] Stoter J E, Van Oosterom P. 3D Cadastre in an international context: Legal, organizational, and technological aspects[M]. Boca Raton: CRC Press, 2006: 26-31.

(责任编辑: 高丽华)