

文章编号: 1674-9057(2019)02-0433-06

doi:10.3969/j.issn.1674-9057.2019.02.024

OSGB 模型自动转换为 DWG 的三维模型

范冬林, 谢美亭, 康传利, 黄莉婷, 付波霖

(桂林理工大学 a. 测绘地理信息学院; b. 广西空间信息与测绘重点实验室, 广西 桂林 541006)

摘要: 针对 AutoCAD 软件不能直接使用 OSGB 模型数据的问题, 分析了 OSGB 与 DWG 模型的组织方式, 利用 OSGB 和 ObjectARX 二次开发包, 完成了 OSGB 数据的解析, 进一步根据 DWG 模型在 AutoCAD 中的组织方式, 将解析得到的数据重组为 DWG 三维模型, 最终实现了 OSGB 模型到 DWG 三维模型的自动转换。实例表明, 利用本文方法能够正确提取出 OSGB 模型的几何和纹理数据, 并重组为具有真实感的 DWG 三维模型, 转换后的模型具有良好的显示效果。

关键词: OSGB; DWG; 模型转换

中图分类号: P231

文献标志码: A

0 引言

倾斜摄影测量是高精度的航拍测量, 因其效率高、成本低等特点, 使得利用倾斜摄影测量方式绘制地形图渐受重视^[1]。利用倾斜摄影技术生成的倾斜摄影三维模型数据相较于传统人工建模数据, 可以更加真实地反映地物的情况, 增强三维数据所带来的真实感, 从而扩大倾斜摄影技术的应用, 使得倾斜摄影测量数据处理逐渐成为倾斜摄影测量领域研究的热点之一^[2]。近年来, 学者对倾斜模型单体化、多源数据融合等倾斜数据处理方式进行了大量的研究, 如耿中元等提出的一种基于外部缓冲区和 TIN 瓦片金字塔的数据融合新算法来解决倾斜摄影的三维模型与大场景地形相融合问题的方法, 扩展了倾斜模型数据作为基础场景在三维地理信息系统中的应用^[3]; 王勇等提出利用三角面片的可分割性质来解决倾斜摄影数据的三维模型可分离单体化问题, 深化了倾斜模型数据的应用场景^[4]。市场上也已经推出了多款倾斜摄影测量数据处理软件, 如 Smart3D Cap-

ture、SuperMap GIS7C、Skyline V6.5 等国内外软件^[5-7]。此外, 对在其他三维建模软件上处理倾斜摄影数据的方法进行相关研究, 如利用倾斜摄影技术与 3ds Max 插件开发技术实现的半自动建模^[8-9]; 在数据处理阶段中, 利用 SketchUp 二次开发技术在倾斜测量数据模型进行建筑三维重建^[10]; 更进一步还有基于 CesiumJS 实现的倾斜摄影地形数据 Web 三维渲染技术^[11-12]等, 但倾斜摄影测量数据应用在 AutoCAD 建模上的相关研究仍然较少。若能扩展 OSGB 模型转换格式, 将 OSGB 模型自动转换为 DWG 三维模型, 实现包括纹理数据的真实渲染, 这将大大促进倾斜摄影模型在 AutoCAD 中的使用, 满足国土、规划部门的业务需求, 更好地解决实际生产中的倾斜摄影数据处理与应用问题。

1 OSGB 与 DWG 模型文件剖析

1.1 OSGB 模型文件

通常而言, 单个 OSGB 三维模型数据中有多个文件夹, 每个文件夹下包含多个 OSGB 格式的数据

收稿日期: 2018-05-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(41541032; 41801071); 广西高校科学技术研究项目(KY2015YB126); 广西“八桂学者”岗位专项经费项目; 广西空间信息与测绘重点实验室基金项目(163802524)

作者简介: 范冬林(1988—), 硕士, 助教, 研究方向: 虚拟现实与三维可视化, dlfan@glut.edu.cn。

通讯作者: 付波霖, 博士, flb2012@126.com。

引文格式: 范冬林, 谢美亭, 康传利, 等. OSGB 模型自动转换为 DWG 的三维模型 [J]. 桂林理工大学学报, 2019, 39(2): 433-438.

文件,每个 OSGB 文件包含 1 个根节点(Group 类型);中间层次的节点(Group 类型或 Geode 类型),其包含有模型的几何信息、纹理信息、上下层节点之间的父子关系;最底层的节点(Geode 类型),该节点仅包含模型的几何和纹理信息。

从数据模型上看,OSGB 模型是利用自动化软件,经过一定处理流程,运算生成基于真实影像的超高密度点云,并以此生成基于真实影像纹理的高分辨率实景三维模型,其本质上是 mesh 模型^[13]。

1.2 DWG 模型文件

DWG 文件为 Autodesk 公司推出的一种非公开的图形格式文件,其由点、线、面等实体构成 CAD 图形数据库^[14]。DWG 文件内容分为索引部、标题部、实体部、名表部四部分。图形的大部分信息都在实体部段中,因此对于从 OSGB 模型转为 DWG 模型,如何创建 DWG 的实体部的数据是重点。创建实体段的数据首先要考虑需要读取的数据的存储方式,然后进行后一步的处理或存入数据文件。

2 技术分析

OpenSceneGraph(OSG)是使用 OpenGL 技术开发的,基于 C++ 平台的应用程序接口(API),能让开发人员更加快速、便捷地创建高性能、跨平台的交互式图形程序^[15]。国内倾斜摄影测量数据多数为 OSGB 格式,该格式为 OSG 的二进制数据格式。在 OSG 中有多种库文件,其中的 OSG 读写库(osgDB 库)采用插件管理架构,允许用户程序加载、使用 and 写入 3D 数据库,以支持大量常见的 3D 图形文件格式。本文利用该插件机制完成对 OSGB 数据的解析。

目前,AutoCAD 提供的开发接口有 ObjectARX、.NET、VisualLISP、VBA 等,其中 ObjectARX (ARX)是 Autodesk 公司针对 CAD 平台上的二次开发而推出的一个开发软件包,它提供了以 C++ 为基础的面向对象的开发环境及应用程序接口,而且 CAD 自身的许多模块也是用 ObjectARX 开发的,它的功能最强大、性能最高,能真正快速地、完全地访问 DWG 文件,使用 ARX 编程的函数的执行速度大大提高^[16]。ARX 应用程序是一个 DLL(动态链接库),共享 CAD 的地址空间,对 CAD 进行直接函数调用^[17],使得开发者可以充分利用 CAD

的开放结构,直接访问 CAD 数据库结构、图形系统以及 CAD 几何造型核心,能够在运行期间实时扩展 CAD 功能。

由以上分析可知,将 OSGB 模型自动转换为 DWG 三维模型,首先要先利用 OSG 对 OSGB 文件进行解析,得到顶点坐标、纹理坐标、面顶点索引、纹理、法线等数据;然后将这些数据进行存储,作为缓存文件,利用 ARX 重新创建多个面片组成的三维模型及纹理映射;最终输出 DWG 三维模型文件。技术路线如图 1 所示。

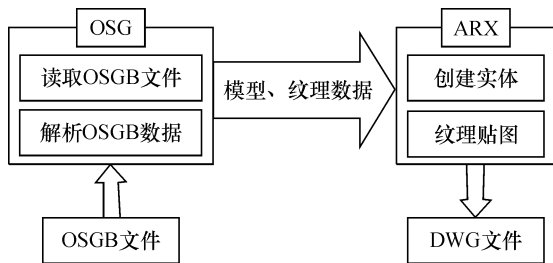


图 1 OSGB 模型转换为 DWG 三维模型的技术路线

Fig. 1 Technology chart of model transformation from OSGB to DWG

3 OSGB 到 DWG 数据模型的转换

3.1 OSGB 模型数据解析

倾斜摄影技术生成的 OSGB 模型数据主要涉及两类数据:模型数据(包含顶点坐标、面部索引和法线)和纹理数据(包含纹理图片和纹理坐标)。本文根据 OSGB 格式特点,针对上述两类数据完成 OSGB 模型数据解析。

3.1.1 模型数据解析 OSG 中主要包含有 Node、Geode(叶节点)和 Group(组节点)这三大基本类节点,可以利用 OSG 中的文件读写库(osgDB),调用 readNodeFile 函数,将 OSGB 模型数据加载到 Node 类对象中,然后设计顶点访问器和纹理访问器,将这两个访问器都继承于 NodeVisitor 类,并重载 apply 函数,遍历整个 OSGB 模型场景函数并调用被访问子节点的函数,依次对 Node、Geode、StateSet 节点进行处理。其中 Geode 继承自 Node 节点,其包含几何体信息,用于管理几何图元,模型数据的解析主要针对该节点进行。

3.1.2 纹理数据解析 纹理数据是倾斜模型真实表达的基础,对纹理进行正确解析才能确保转换后的 DWG 模型高保真性。OSGB 模型中 Texture2D

管理场景中的纹理对象，用 Image 管理图像的像素数据，若要用 2D 图像文件作为纹理图形，就要将文件名赋给 Image 对象，并将 Image 关联到 Texture2D。因为 Geometry 对象将 vertex 及其属性数据（包括图元的顶点、顶点颜色、顶点关联方式、法线颜色、法线、纹理坐标等基本信息）存储在数组中，故可以通过数组索引将顶点数组映射到颜色、法线或纹理坐标数组。考虑到 OSGB 模型的纹理坐标与 DWG 模型 Y 轴参考点不同，故在缓存纹理坐标时需将其进行转换，在解析纹理坐标时需要根据该公式计算解析后的纹理坐标：

$$X_d = X_o, \tag{1}$$

$$Y_d = 1 - Y_o. \tag{2}$$

其中， X_d 、 Y_d 表示 DWG 模型中的纹理坐标； X_o 、 Y_o 表示 OSGB 中的纹理坐标。

针对纹理数据，本文直接将其解析为图像格式数据。由此便完成了 OSGB 数据解析工作，解析过程如图 2 所示。

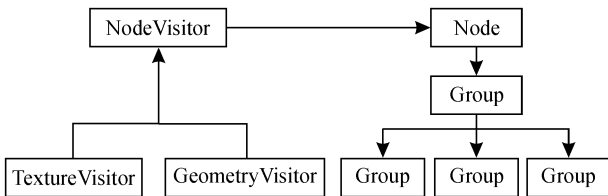


图 2 OSGB 文件解析示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the OSGB model parsing

根据上述分析，本文对 OSGB 模型数据的解析步骤为：① 设计 2 个继承于 NodeVisitor 类的访问器——顶点访问器（GeometryVisitor）和纹理访问器（TextureVisitor）；② 将一个具体的访问器对象传递给节点，遍历整个 OSGB 模型场景；③ 解析结点中含有 Drawable 对象中的数据。

实现的关键代码如下：

```
//获取模型数据
void GeometryVisitor::processGeometry ( osg:: Geometry
* geo, osg::Matrix& m)
{
    if ( geo -> containsDeprecatedData() ) geo -> fixDepre-
catedData() ;
    //获取顶点数据
    processArray( "v", geo -> getVertexArray(), m, false);
    //获取法线数据
    processArray( "vn", geo -> getNormalArray(), m, true);
    //获取纹理坐标
    processArray( "vt", geo -> getTexCoordArray(0));
```

```
};
//获取纹理数据
Texture2D* tex2D = NULL;
StateAttribute * pTexture;
pTexture = state -> getTextureAttribute ( i, StateAt-
tribute::TEXTURE);
if ( tex2D = dynamic_cast < Texture2D * > ( pTexture))
{
    //获取到纹理
    Image* image = tex2D -> getImage();
    ...
}
```

3.2 DWG 三维模型重组

倾斜摄影技术生成的 OSGB 模型本质上是 mesh 模型，该模型是以三角面片加上纹理的方式完成渲染，其数据组织方式与 AutoCAD 中的数据类型 AcDbSubDMesh 较为相似。AcDbSubDMesh 可以创建多个面片组成的三维模型，并支持纹理映射。利用 3.1 节解析后的模型数据和纹理数据，按照 AcDbSubDMesh 的创建方法进行三角面片模型组织，创建 mesh 是实体，完成 DWG 模型重组。由此便实现 OSGB 三维模型到的 DWG 三维模型的转换。DWG 三维模型重组方式如图 3 所示。

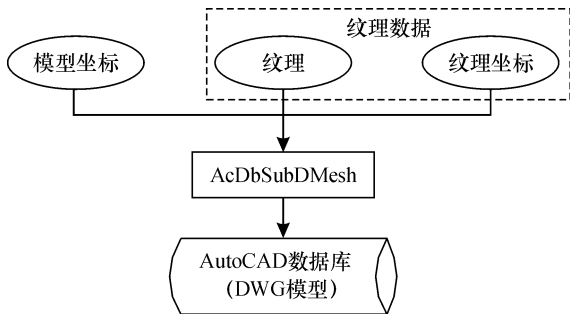


图 3 DWG 三维模型重组方式

Fig. 3 Restructuring method of DWG 3D model

基于上述分析，AutoCAD 中进行三维模型重组需进行模型数据和纹理数据的设置，通过纹理坐标完成纹理映射，具体步骤：① 创建 AcDbSubDMesh 对象 meshObj；② 创建命名材质 objMaterial；③ 将材质 objMaterial 赋予 meshObj；④ 设置纹理坐标和法线。

实现的关键代码如下：

```
//创建一个新的 mesh 对象
AcDbSubDMesh * ptrMesh = new AcDbSubDMesh();
es = ptrMesh -> setSubDMesh ( * ( pModel Data ->
pVertexPnts), * ( pModelData -> pFaceId x), 0);
//使用纹理图片创建材质
void CreateMaterial( string name, string meterialPath, Ac-
DbDatabase * pDb);
```

```
//赋予材质给 mesh 对象
pSubDMesh - > setMaterial ( L“osgbMatrrial1”, Adesk::
kTrue);
//设置顶点纹理坐标
pSubDMesh - > setVertexTextureArray ( * ( osgbModel.
pTexturePnts));
//设置顶点法线
pSubDMesh - > setVertexNormalArray ( * ( osgbModel.
pNormalPnts));
```

3.3 转换实例

以南宁市航洋城为例，先利用无人机进行倾斜摄影数据采集，然后生成 OSGB 格式数据，选取三维模型中一块数据，该块数据隶属第 21 层级，包含路面、树和独立石碑地物。在 Visual studio 2015 环境下编程实现本文提出的方法，硬件环境为：戴尔 optiplex 7080 台式机，i5 四核四线程 CPU(主频 3.30 GHz)，内存为 12 G，硬盘 500 G。软件配置：操作系统为 Windows 7 SP1，AutoCAD 版本为 2017，OpenSceneGraph 版本为 3.6.1。

实验数据大小为 98 kB，包含 912 个顶点坐标数据，12 个纹理坐标数据以及 884 个面片数据。该模型的部分顶点坐标数据见表 1，部分纹理坐标数据见表 2，部分的面部索引数据见表 3。

针对该模型，首先将其解析得到顶点坐标数据和面部索引数据，然后根据 ARX 以 mesh 的方式组织为 DWG 模型，得到纹理的 mesh 模型。图 4a 为在 Acute3D Viewer 中以线框方式显示的转换前的模型和图 4b 中在 AutoCAD 2017 中以本文方法建立的 mesh 模型，可以看出二者都由顶点数据连

接而成的三角面片组织基本一致，说明了利用本文方法可以将 OSGB 中模型数据正确转换为无纹理的 DWG 模型。进一步解析纹理数据和纹理坐标，将纹理数据以图片的方式存储在文件系统中。利

表 1 OSGB 部分顶点坐标数据

Table 1 Partial vertex coordinates of OSGB

顶点 ID	顶点坐标		
	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
1	14 511.9	10.657 0	88.265 9
2	14 512.8	10.728 3	88.245 0
3	14 512.7	10.662 1	88.909 7
4	14 512.7	9.657 48	87.954 1
...

表 2 OSGB 部分纹理坐标数据

Table 2 Partial texture coordinates of OSGB

纹理坐标 ID	纹理坐标	
	<i>v</i>	<i>u</i>
1	0.665 045	0.672 015
2	0.677 124	0.672 791
3	0.672 496	0.678 465
4	0.143 088	0.555 483
5	0.143 629	0.566 688
...

表 3 OSGB 部分面部索引数据

Table 3 Partial facial index data of OSGB

面部索引 ID	面部索引		
	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
1	1/1/	2/2/	3/3/
2	4/4/	5/5/	6/6/
3	7/7/	7/7/	7/7/
...

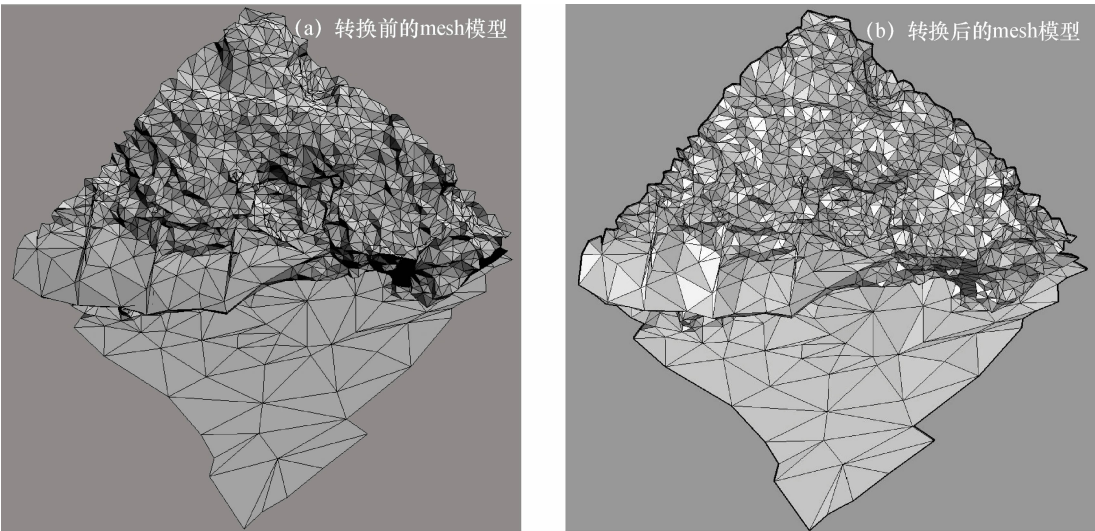


图 4 转换前后的对比(线框模式)

Fig. 4 Model comparison before and after conversion(wire-frame mode)

用 ARX 创建该模型对应的材质，并将材质运用到该模型上，最后得到转换后的 DWG 三维模型。图 5a 表示原始 OSGB 模型在软件 Acute3D Viewer 中的显示效果，图 5b 表示转换后的 DWG 三维模型在软件 AutoCAD 中的显示效果。可以看出转换后的 DWG 三维模型显示效果良好，与 OSGB 模型具

有一致的视觉效果。

为了进一步分析，对比了两种模型转换前后数据组织情况(表 4)，由于 DWG 模型采用的是非索引记录方式，因此其顶点数和 UV 数要远大于 OSGB 模型中的数量。另外，从 OSGB 文件中将纹理信息保存到图片格式也增加了文件的大小。

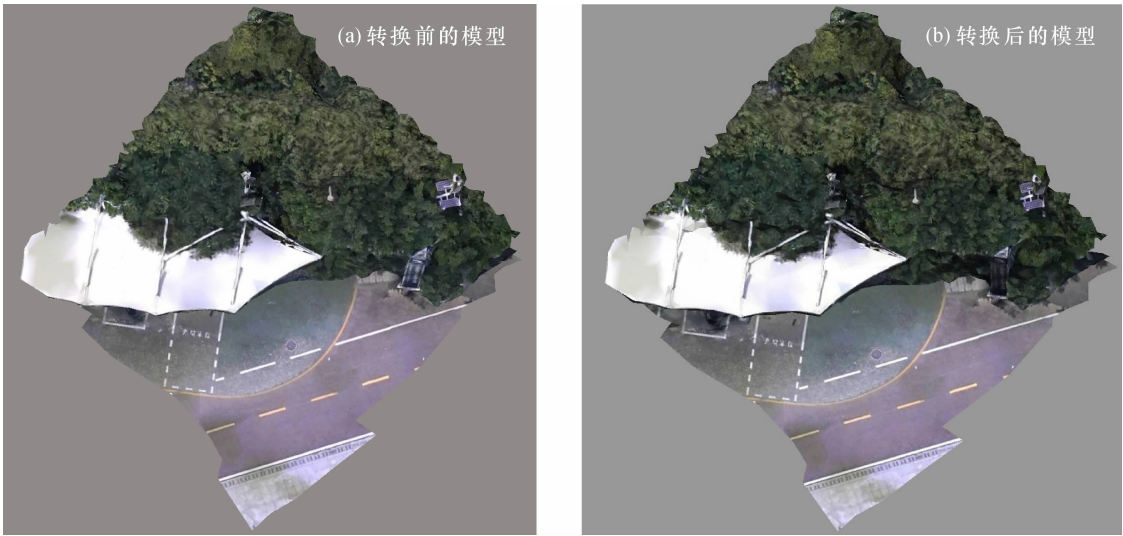


图 5 转换前后的对比(真实模式)

Fig. 5 Model comparison before and after conversion (realistic mode)

表 4 两种模型的数据组织情况

Table 4 Data organization condition of the two models

序号	统计维度	模型类型	
		OSGB	DWG
1	顶点数	912	2 652
2	UV 数	912	2 652
3	三角面数	884	884
4	大小/kB	98	324

4 结束语

本文通过对 OSGB 模型的解析和 DWG 模型重组方法进行研究分析的基础上，提出了一种将 OSGB 模型自动转换为 DWG 模型的方法，利用 OSC 和 ARX 实现了 OSGB 模型自动转换为 DWG 三维模型的方法，并对转换前后模型的数据组织情况进行了对比分析，验证了本文方法的有效性，转换前后的模型显示效果具有较高一致性，能够在 AutoCAD 2017 中正常加载与实现，达到国土、规划部门使用三维模型数据的精确性要求。

本文方法只是针对单个 OSGB 文件进行解析，但一个完整的倾斜摄影模型是由多个 OSGB 文件

组成的，在显示倾斜摄影测量三维模型时，还要考虑 OSGB 数据的 LOD 显示效果需求，因此在 LOD 效果现实等方面还有待于进一步研究和探索。

参考文献：

[1] 徐思奇, 黄先锋, 张帆, 等. 倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的应用 [J]. 测绘通报, 2018 (2): 111 - 115.

[2] 田野, 向宇, 高峰, 等. 利用 Pictometry 倾斜摄影技术进行全自动快速三维实景城市生产——以常州市三维实景城市生产为例 [J]. 测绘通报, 2013 (2): 59 - 62, 66.

[3] 耿中元, 任娜, 李英成, 等. 倾斜摄影三维模型与大场景地形的融合算法 [J]. 测绘科学, 2016, 41 (11): 108 - 113.

[4] 王勇, 郝晓燕, 李颖. 基于倾斜摄影的三维模型单体化方法研究 [J]. 计算机工程与应用, 2018, 54 (3): 178 - 183.

[5] 张骥, 高钊, 陈容. 基于 Leica RCD30 倾斜航摄影仪和 Smart 3D 技术快速进行城市三维实景生产 [J]. 测绘技术装备, 2014, 16 (3): 61 - 64.

[6] 崔静, 陈贵珍, 康光清. 基于 SuperMap 的三维社区管理系统的设计与实现 [J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40 (7): 117 - 119.

[7] 罗万波, 陈小鸿, 谢祖明. 基于 Skyline 三维实景模型在三维 GIS 中的应用——以晋江三维实景地理信息系统为例 [J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 30 (7): 94 – 96.

[8] 王庆栋, 艾海滨, 张力. 利用倾斜摄影和 3ds Max 技术快速实现城市建模 [J]. 测绘科学, 2014, 39 (6): 74 – 78.

[9] Xu W, Ren Y L, Duan X T. et al. Research on three dimensional interactive simulation system of intelligent substation in industrial 4.0 Times [C] //International Conference on Electronic Information Technology and Intellectualization (ICEITI 2016), 2016: 711 – 721.

[10] 詹总谦, 李一挥, 桂鑫源. 倾斜摄影测量与 SketchUp 二次开发技术相结合的建筑三维重建 [J]. 测绘通报, 2017 (5): 71 – 74.

[11] Staso U D, Soave M, Giori A, et al. Heterogeneous-resolution and multi-source terrain builder for CesiumJS WebGL virtual globe[C]//International Conference on Visual Analytics and Information Visualisation (Icvaiv 2016), 2016:129 – 35.

[12] 江华, 季芳, 龙荣. 基于 Cesium 的倾斜摄影三维模型 Web 加载与应用研究 [J]. 中国高新技术, 2017, 1 (6): 3 – 4.

[13] 北京超图软件股份有限公司. SuperMap 8C (2017) ——倾斜摄影 [R]. 北京: 2018.

[14] 肖锋, 吕宝奇, 贺晓阳, 等. SHAPE 与 DWG 数据格式转换方法及在地理国情普查中的应用 [J]. 测绘通报, 2015 (12): 63 – 65.

[15] Wang R, Qian X L. OpenSceneGraph 3.0:beginner's guide [M]. Birmingham: Packt Publishing Ltd. 2010: 263 – 265.

[16] 周卫, 戴相喜. ObjectARX 自定义对象生成与应用 [J]. 测绘通报, 2010 (6): 16 – 19.

[17] 刘永波. 分析 AutoCAD 二次开发方法的研究 [J]. 软件, 2013, 34 (5): 148 – 149.

Automatic model transformation from OSGB to DWG

FAN Dong-lin, XIE Mei-ting, KANG Chuan-li, HUANG Li-ting, FU Bo-lin

(a. College of Geomatics and Geoinformation; b. Guangxi Key Laboratory of Spatial Information and Geomatics, Guilin University of Technology, Guilin 541006, China)

Abstract: With the development of oblique photography, Model OSGB is widely used in various fields. As the OSGB model data can not be used in AutoCAD software directly, this paper analyzed the organization mode of OSGB and DWG model. Firstly, OSG and ObjectARX are used in development toolkit to complete the OSGB data parse. Then, according to the organization mode of the DWG model in AutoCAD, the parsed data is reconstructed into the DWG model and finally the transforming is implemented from OSGB model to DWG model automatically. The example shows that by the method introduced in this paper, the geometry and texture data of OSGB model can be extraceted correctly. After those data be recombined into DWG model in sense of reality, a good effect of display is achieved.

Key words: OSGB; DWG; model transformation