

GOCAD 三维地质建模成果的二次开发及应用研究

段建肖, 廖立兵, 肖 鹏, 孙青兰

(长江三峡勘测研究院有限公司(武汉), 湖北 武汉 430074)

摘要:利用 GOCAD 软件所建立的三维地质模型切割面时,若要满足二维地质成果图的要求,后处理工作量相当大。利用 GOCAD 三维地质模型可以剖切出任意方向、任意位置剖切面的优势,二次开发出“GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图工具”,可自动读取 GOCAD 切割面生成文件的信息,自动搜索剖面附近钻孔地质数据,快速生成 AutoCAD 格式的标准地质剖面图。生成的地质剖面经技术人员修改校正,可反馈到三维地质模型中,使模型不断趋于精确。该方法成图速度快、效率高,可减轻地质人员的劳动强度。

关键词:GOCAD; 三维地质建模; 二次开发; 标准地质剖面图

中图法分类号: TP391

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.14.015

GOCAD 是英文 Geological Object Computer Aiding Design 的缩写,即为地质对象计算机辅助设计软件,或者地质对象 CAD。从字面上讲,GOCAD 的开发是地质行业的计算机辅助设计产品。系统不仅仅满足建立几何模型和三维展示的需要,更重要地是需要帮助进行工程分析和决策,实现辅助设计的目的。

目前阶段下,自动生成二维地质剖面图是三维地质建模综合应用的一个重要部分。GOCAD 软件也像大多数的三维图形软件一样,可以高效地进行剖面切图处理(Cross-section),但切出的图形与生产要求差距很大,影响效率和实用性,而且还涉及到成果表达方式与行业规范是否一致的问题。

本文结合笔者在三维地质建模和剖面图方面的应用开发经验,探讨其关键技术问题及其应用开发经验。提出采用 VB 语言编写程序,读取 GOCAD 所切割面数据文件,分析文件结构,提取有效信息,并且自动搜索剖面附近钻孔地质数据,快速生成标准地质剖面图的方法。该方法成图速度快、效率高,可减轻地质人员的劳动强度,可极大地提高生产效率。生成的地质剖面图经技术人员修改校正,可反馈到三维地质模型中,使模型不断趋于精确。

1 GOCAD 三维地质模型成果应用

三维地质模型是把各种地质信息转化为直观形象的三维曲面和三维实体,即三维地质建模。三维地质建模完成后,可以对模型进行一系列的可视化操作,如漫游、任意切割面、开挖、数值模拟计算等功能。

目前阶段下,地质专业对三维地质模型的应用主要表现在两个方面,即对象(包括建筑物)的空间位置关系(即三维展示),帮助进行地质宏观判断和评价,以及二维图形的自动处理。而三维地质模型应用于生产实践中,最直接的需求是任意位置切割面快速生成符合规范要求的地质剖面图。图 1 为三维地质建模及应用关系图。

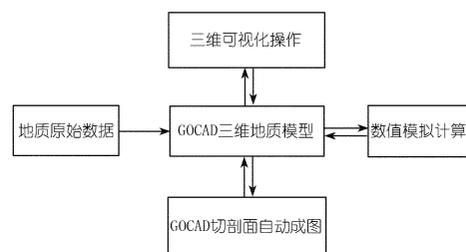


图 1 三维地质模型及应用关系

在三维展示方面,图2为某水电站坝址区 GOCAD 三维地质模型的截图,表示了三维模型在主要建筑物和主要断层空间关系方面的应用,左岸 F15 断层与地下厂房尾水洞之间的空间关系等,都可以得到清晰和准确地展示。

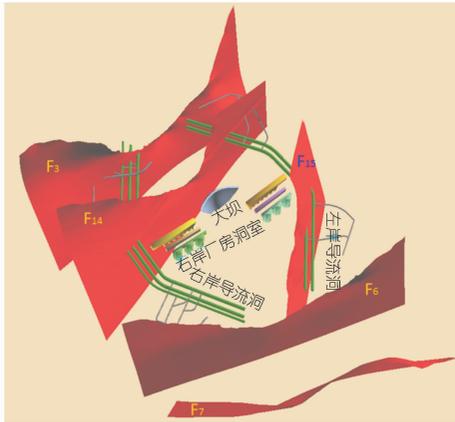


图2 某水电站坝址区主要建筑物与主要断层空间关系三维视图

除了三维展示以外,二维出图是生产中关心的主要问题之一,不过,从三维地质模型自动生成二维图形,一般只利用了模型的几何信息。在三维地质模型上进行二维切图显得非常快捷方便,精度方面也可以得到保证,特别是不同部位图形之间的空间协调性远远高于传统二维工作方式下的结果。

通过对比 GOCAD 三维模型直接剖切的地质剖面图(见图3)与地质剖面成果图(见图4)可以看出,二者的差别体现在以下几个方面。

(1) 在 GOCAD 三维模型上直接切图,过程非常快捷,一般在数十秒至数分钟内即可完成,远低于手工的数日乃至十余日的耗时;切图的精度和三维空间协调性可以得到保证(不需要人工校对相交剖面的地质内容)。

(2) GOCAD 三维模型直接生成的剖切图是三维图形,不是目前阶段需提交的二维地质剖面图,且直接生成的剖面图只有界线和以图层名方式出现的对象名称(如地层代号),没有线型选择、地质标识、图例等信息。

(3) 在人工制图中,为展示需要,有时将剖面附近的对象投影到切面上。GOCAD 二维切图处理时一般不具备这一功能,往往只有那些实实在在被切过的对象,才在剖切图形中显示出来,即切图一般没有“投影”效果,因此图中线条可能不连续,而是以断续的线段组成。

(4) 在 GOCAD 三维模型上切剖面图时,钻孔成

果信息不能直接在剖面图上表示。

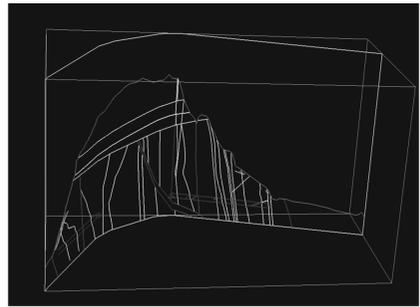


图3 GOCAD 三维模型直接剖切生成的剖面

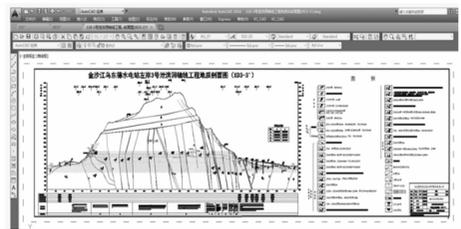


图4 地质剖面成果

2 解决方案

基于 GOCAD 的二次开发是解决上述问题的有效途径。GOCAD 二次开发包本身不支持中文,但在此基础上引入兼容的其他开发平台,即可以实现中文操作。因此,提出利用 GOCAD 二次开发包调用 GOCAD 模型和模型信息,而使用其他平台(如 AutoCAD)实现线型选择、地质中文标识、地质图例等功能,并在此基础上,实现 GOCAD 模型下自动生成 AutoCAD 格式标准地质剖面图的功能。

在二次开发过程中,需要了解不同地质行业单位的制图习惯,建立模型剖面与制图系统的数据图形接口。制图系统应建立剖面的初始化环境,如进行不同图幅、图框、比例尺等出图设置,定制显示“输入”部分中涉及各岩土参数、显示和设置字体、线形、图例填充等;还需要搭建剖面与原始数据库之间的通讯渠道,使之具备自动生成标准剖面图的条件。此外,对切取的二维剖面图可进行合理编辑、调整,并经确认后返回三维模型,使三维模型不断趋于精确。二次开发实现框图见图5。

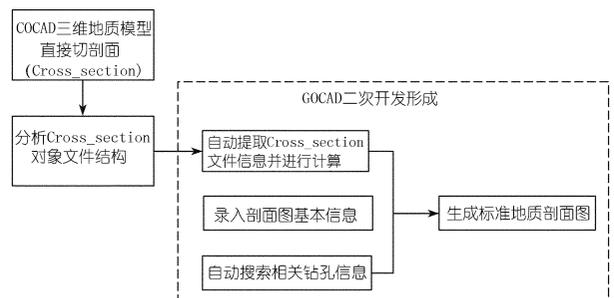


图5 二次开发实现流程

2.1 Cross-section 对象文件结构解析

在 GOCAD 三维模型中,直接剖切三维曲面(Surfaces)生成地质剖面图称为 Cross-section 对象,可存为 ASCII 码的三维图形文件,一般文件后缀为“.xs”。

GOCAD 中的 Cross-section 对象文件和所有 GOCAD 对象文件一样,是 ASCII 文件,其结构也与 GOCAD 其他对象文件一样,由标头(Header)、主体(Body)和结束标志(End maker)3 个部分组成。

分析 Cross-section 对象文件的主体部分可以发现,在已构建的 GOCAD 三维地质模型的基础上切割三维 Surfaces 所形成的剖面是按照某一空间顺序分别与各个地质面(Surfaces)进行切割,形成多组 ILINE(曲线),这些曲线可以看作是一些有序的三维坐标点的集合。因此,需要读取每种地质面的信息,把三维坐标点按顺序转换到二维平面上。通常选择笛卡尔坐标系中的 XOY 平面,将剖切平面投影到 XOY 平面上,形成一条直线,确定此直线与 X 轴之间的夹角,选择初始二维剖面位置所在直线的端点为基点,进行二维旋转,然后再以 X 轴为基线三维旋转 90°,最后把二维面平移,便可得到二维地质剖面图。

2.2 二次开发原则

开发 GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图工具,首先要选择国内应用最广泛的绘图软件,而且需要透明的开发系统,便于工程技术人员扩充和维护,同时,系统的使用操作要方便、快速。系统命令应尽量简洁,且功能强大,以体现智能化的要求。制图的标准要符合行业规范要求 and 不同单位制图习惯。

系统采用模块化程序设计结构,以最大限度地实现自动绘制剖面图为目的,局部人工交互输入参数或选择,系统自动检索数据、自动定位绘制图形。选择开发环境为 VB 及 AutoCAD 二次开发工具。

2.3 自动生成标准地质剖面图工具

为了分析 Cross_section 对象文件,采用 VB 语言编写程序代码(代码略),自动从 Cross_section 文件中提取三维地质模型中的地质结构名称,建立相对应的图层,并找到每一地质结构面所对应的坐标和高程数据点集合,按一定的规律将点连成线。

为了实现在 GOCAD 三维模型上自动生成标准地质剖面图,编写程序代码,绘制剖面标尺及技术说明;自动搜索钻孔信息,在地质剖面图上生成小钻孔柱状图,即根据相应的要求,绘制钻孔地层分界线、风化线、水位线等,同时可以根据钻孔原位测试及取样情况,绘制取样号及标贯或动探击数,以及钻孔岩芯采取率、压水试验结果及物探测试曲线等;根据相关制图标准,将

地质剖面所涉及的地质信息自动生成图例及图签(见图 6)。

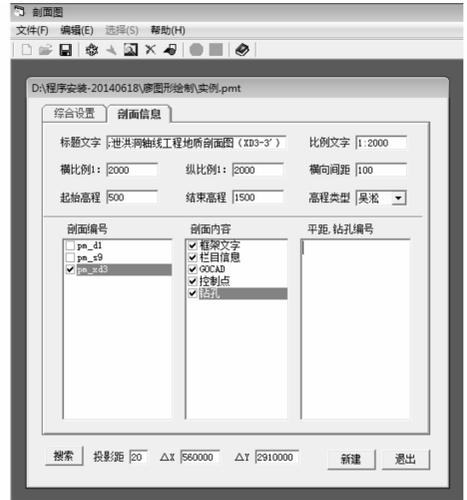


图 6 自动生成标准地质剖面图工具界面

3 工程实例

在 GOCAD 三维地质模型上切割面,剖面线可为任意形状,直线或折线均可。

本文对 GOCAD 切割面功能进行二次开发,完成“GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图工具”,并在多个工程项目中得到应用。现以西南某水电站工程为例,对 GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图的方法及过程进行说明。

图 7 为某水电站坝址区 GOCAD 三维地质模型中所设置的剖面线。



图 7 设置剖面线示意

图 8 为在 GOCAD 三维地质模型上所切剖面图示意图,二十多条剖面剖切耗时不到 1 h。

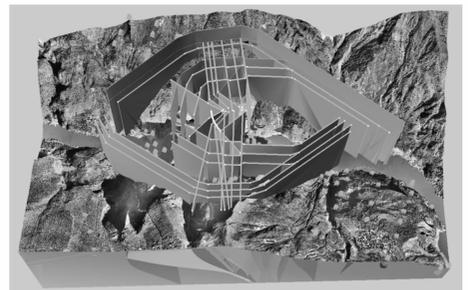


图 8 GOCAD 三维模型任意切割剖面示意

运行“GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图工具”(工具包界面,自动提取剖面图文件信息,自动搜索相关钻孔信息,并生成标准剖面图(ACAD 格式),如图 9 所示。

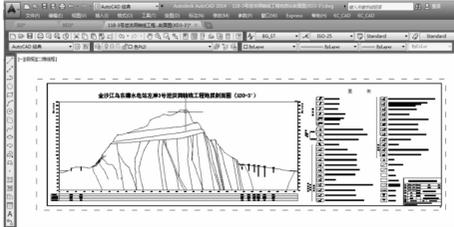


图 9 自动快速生成二维地质剖面

4 结 语

GOCAD 软件本身有任意剖面的功能,但所剖面不能满足二维地质成果图的要求,后处理工作量相当大。为此,笔者开发“GOCAD 三维地质模型自动生成标准地质剖面图工具”,改变了传统的绘图方式,不论直线或折线剖面,均可快速、高效、任意位置剖面自动生成 AutoCAD 格式的标准地质剖面图,极大地提高了制图速度和生产效率。

(编辑:李慧)

Study on application of secondary development of GOCAD 3D geological modeling results

DUAN Jianxiao, LIAO Libing, XIAO Peng, SUN Qinglan

(Sanxia Exploration and Survey Co., Wuhan 430074, China)

Abstract: Application of 3D geological model built by GOCAD in generation of 2D geological graph is difficult for large workload in post processing. Taking the advantage of being capable of generating 2D profile of any direction or position by GOCAD 3D geological model, the "standard automatic generation tool of geological profile by GOCAD 3D geological model" was developed secondarily, by which, the information of the profile generated by GOCAD can be read automatically, the geological data of surrounding drilling holes can be searched automatically, and the standard geological graph in AutoCAD format can be produced quickly. The generated 2D graph can be feedback to 3D geological model after the modification and correction by technical staff, making 3D model more precise. This method is quick, effective, and can alleviate the work load.

Key words: GOCAD; 3D geological modeling; secondary development; standard geological profile

(上接第 46 页)

Research on water – physical property of red bed mudstone of Badong formation

YUE Quanqing, XU Lei, SHAO Yubing

(Sanxia Exploration and Survey Co., Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at red soil's characteristics of prone to softening and disintegration, taking the red bed mudstone of Badong formation as an example, the mudstone and siltstone were selected to conduct a soaking – disintegration test and a uniaxial compression test, and the disintegration and softening of red bed mudstone under different water contents were analyzed. The test results showed that the water – physical property of mudstone is related with the clayey mineral content and the alternative change degree of water content; under the condition of natural water content, the water – physical property of soaked rock sample is light, but after dry – moisture cycling process, the water – physical property becomes very strong.

Key words: red bed soft – stone; disintegration property; softening coefficient; water – physical property; Badong formation; west Hubei Province