

基于 GoogleEarth 影像的地质信息识别与提取方法 及其在古岩溶研究中的应用

石书缘

中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083

现今的GoogleEarth影像为露头考察和现代沉积提供了良好的表征基础^[1-3], 为此, 基于该软件中API组件开发了基于GoogleEarth影像的地质数据库采集软件系统, 结合地质现象的实地验证, 以此为基础提出了基于GoogleEarth影像的地质识别与提取方法。以西克尔露头区为例, 识别和提取古岩溶地质信息, 检验方法的可行性。方法中强调影像对应地质现象的识别, 主要包括 4 个大步骤。(1) 影像校正: 根据野外地质现象实际特点, 在GoogleEarth影像图上明确各类信息的响应特征。(2) 野外校正: 通过实际野外考察, 利用GPS高密度采集各类地质现象的基础数据, 在GoogleEarth影像上再进行校正, 确认各类地质现象的实际影像响应特征;(3) 数据校正: 将采集的高密度GPS数据利用GoogleEarth软件提供的“GPS数据接口”导入“数据采集系统软件”之中, 采用相对位置法校正, 利用影像响应特征补充采集GPS定点盲区数据, 建立起以GoogleEarth影像为基础提取出的定量地质信息库。(4) 处理成图: 利用ArcMap软件, 将采集数据的经纬度坐标转换成大地坐标, 并进行相关显示成图。首先, 把数据转成shape文件; 然后, 利用ArcToolbox投影和转换, 在北京 54 坐标系中, 采用高斯克列金方法投影到六度带中; 最后, 把坐标附到属性中输出及后期处理成图。

综合实际露头考察, GoogleEarth 影像图特征和岩溶地貌单元的划分依据, 西克尔露头区包括溶蚀洼地、溶沟、山脊等多种岩溶地貌单元。利用不同地质单元在 GoogleEarth 影像上响应特征的差别识别和提取不同类型的地质信息(图 1), 建立影像图片库和定量地质数据库。如洼地中充填的紫红色岩屑砂岩, 在影像图上呈淡红色, 可确定洼地边界; 溶沟则有明显的高程差, 在影像图上表现为沟痕,

因此易于识别和提取。油田实际勘探生产表明, 塔里木盆地中岩溶储层以大型古溶洞系统为主。故本方法是为明确大型古溶洞的分布特征及控制因素, 以此建立岩溶地质模型。通过明确已考察大型古溶洞所处的位置与其它地质因素之间的关系, 预测未知区大型古溶洞储层的分布。根据野外地质现象特点, 笔者研究的溶洞主要是指成人能够自由进入(一般高度在 2m 以上)的天然地下空间, 故采集的大型古岩溶位置以此为标准。大型古溶洞在GoogleEarth 影像图上响应特征不明显, 仅能看到其所处位置, 需要野外 GPS 定点和实际考察相结合。因此, 可基本确定研究所需要采集的基本数据类型。

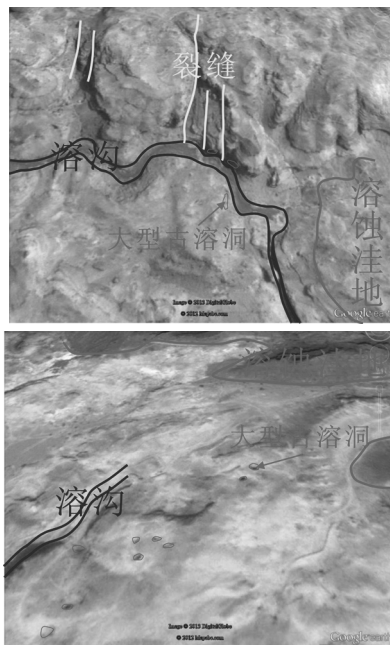


图 1 古岩溶地质现象 GoogleEarth 影像特征解析

西克尔露头区考察地质现象和GoogleEarth影像图对比表明, 研究区内多处发育有溶蚀洼地, 面

积法计算得到溶蚀洼地所占面积从 800m^2 到 95000m^2 不等, 形态以椭圆形和近圆形为主, 在影像图上依据不同颜色提取数据。溶蚀沟道(包括主沟和支沟)在研究区内普遍发育, 主沟的宽度在 10–25m 之间, 而支沟的宽度较小, 一般在 5m 以下, 在影像图上以沟痕为标志识别与提取数据。不同的岩性特征在 GoogleEarth 影像上响应特征也不同, 洼地中充填的紫红色岩屑砂岩呈淡红色, 亮晶生物碎屑灰岩呈白色, 而泥晶砂屑灰岩则呈灰白色, 为此也依据颜色采集不同岩性范围, 可明确岩性的影响。断裂及裂缝由于受影像图分辨率限制, 以考察中实际 GPS 测点数据采集为主。综合数据类型分析后, 得出岩溶数据库中应包括溶蚀沟道、溶蚀洼地、山脊等地貌单元的位置边界, 溶洞群中大型溶洞系统分布位置, 亮晶生物碎屑灰岩位置及边界, 而不包括储层主体大型古溶洞的边界。不同类型数据中均包括经度、纬度、海拔高程和数据类型。为方便建模过程中代码识别, 笔者对不同地质体采用不同的代号。代号“1”表示溶洞, 溶蚀沟道(包括主沟、支沟等)边界用“3”标志, 生物礁滩的边界用“5”标志, 溶蚀洼地的边界用“7”标志。利用“数据采集系统软件”采集研究区大小沟道系统 25 组; 洼地边界数据 11 组; 生物礁滩边界数据 10 组; 溶洞点 60 个。通过经度、纬度和大地坐标的转换, 建立了西克尔地区 4.5 平方公里的定量化古岩溶地质数据库。

最后, 以建立的定量化古岩溶地质数据库为基础, 经过相关处理分析, 建立西克尔露头区岩溶发育地质模型(图 2), 进行大型古溶洞系统影像因素分析。从模型中, 可明确岩溶古地貌呈现中间高, 两边低的特点, 且溶洞系统主要分布在地貌高点,

证实地貌是研究区大型古溶洞发育的控制因素。溶洞沿溶蚀沟道两旁或主要断裂附近分布, 故溶蚀沟道和断裂均是大型古溶洞系统发育的控制因素; 且定量化模型中不同类型数据体之间距离计算表明, 溶洞系统主要分布在断裂附近 300 米左右和溶蚀沟道 50–100 米以内。而生物碎屑滩和大型古溶洞系统的耦合程度较低, 说明岩性不是本区溶洞系统发育的主要控制因素。

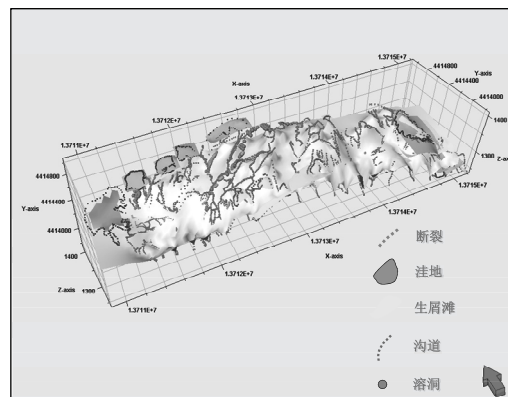


图 2 西克尔露头区岩溶地质模型

参考文献 / References

- [1] 杨瑞东, 魏晓, 文雪峰, 等. 利用 Google Earth 研究构造对喀斯特地貌的控制和对碳酸盐岩系风化成土的影响[J]. 地球与环境, 2009, 37(4): 319–325
- [2] 杨瑞东, 盛学庸, 魏晓, 等. 基于 GoogleEarth 影像分析区域性大型“X”共轭节理系统对宏观岩溶作用的控制[J]. 地质论评, 2009, 55(2): 173–180
- [3] 石书缘, 胡素云, 冯文杰, 等. 基于 GoogleEarth 软件建立曲流河地质知识库[J]. 沉积学报, 2012, 30(5): 110–119