

· GPS 技术 ·

利用 Google Earth 卫星影像图 辅助物探施工设计

林 勇* 李学杰 裴志强 刘建华 刘 权

(东方地球物理公司北疆经理部, 新疆乌鲁木齐 830016)

摘 要

林勇,李学杰,裴志强,刘建华,刘权. 利用 Google Earth 卫星影像图辅助物探施工设计. 物探装备, 2007, 17(增刊): 48 ~ 52

在免费版的 Google Earth 基础上,通过我们编写的有关辅助软件,实现了批量展点、绘制航迹、绘制多功能线等功能。从而使物探人员能够方便地把测线物理点的信息展绘在清晰的 Google Earth 卫星影像图上,指导测线设计和野外施工。

关键词 Google Earth 卫星影像图 测线设计

ABSTRACT

Ling Yong, Li Xuejie, Pei Zhiqiang, Liu Jianhua and Liu Qian. Using Google Earth satellite imaging map to assist geophysical construction. EGP, 2007, 17(supplement): 48 ~ 52

On the basis of cost-free version Google Earth, we fulfilled the functions such as batch plotting points, drawing track and multi-function line through our relative assistant software, in which the geophysicists can conveniently plot the information of physical points on lines onto Google Earth highly clear satellite imaging map, guiding line design and field construction.

Key words Goole Earth, satellite imaging map, line design

引 言

Google Earth 是全球最大的搜索引擎公司 Google 投资 300 多亿美元于 2005 年 6 月推出的以网络为平台的地图服务系统。Google Earth 提供的卫星影像和以前购买的卫星影像图相比,具有以下特点:

卫星影像解析度高,可以清楚地看到公路上的斑马线;

卫星影像图片完整,可实现全球任何区域的无缝拼接;

使用方便,操作简单;

可免费使用(分辨率受限制)。

自该系统推出以来,在商业应用方面,国外已有众多的成功案例,主要用于房地产、消防预控管

理、商业调查、电力水力、石油等行业。目前,国内使用的还不是很多。Google Earth 含有大量的航天和卫星图片,其卫星影像图解析度高、更新快、免费等特点已引起国内各行业的广泛关注,但是大多数使用者目前只使用了其简单功能。对于物探行业而言,我们感兴趣的是能否在 Google Earth 免费提供的高清晰卫星影像图上直接加载测线物理点信息,从而为物探测线设计、调整以及提高野外施工效率提供依据呢?答案是否定的。因为免费版的功能太简单,不支持坐标文件直接导入。

Google Earth 的个人版共有三个版本。Google 将最低版本定为 Free 软件,即可以自由下载的版本,可以不限时间地自由使用;Plus 版每年必须支付 20 美元,才可以获得使用授权;Google Earth 的 Pro 专业版,每年必须支付 400 美元,才可以获得使用授权。这几个版的地貌影像与 3D 数据相同,图

* 林勇,男,1973 年出生,工程师,1995 年毕业于石油大学(山东)工程测量专业,现从事物探工作。

像质量也没有区别,只是 Plus 版和 Pro 版增加了绘制线条、多边形、GPS 导航、统计等功能,如表 1 所示。

从表 1 中可以看出,Google Earth 免费版不支持坐标文件的导入,仅支持手工标记航迹点(place mark)、量距等简单的功能,所以无法在免费版的 Google Earth 中批量导入坐标文件信息以辅助物探施工。

虽然 Google Earth 免费版不支持数据文件的导入、绘制航迹和多边形等功能,但是 Google Earth 提供 KML (Keyhole Markup Language) 语言接口。通过制作 KML 格式的文件实现坐标点批量展布、绘制航迹线和多功能线等功能,从而实现比收费版还要强大的功能。因为 Pro 版最多导入 2500 个点,而制作的 KML 格式文件没有点数量的限制。

表 1 Google Earth 三个版本的差异

项 目	Google Earth	Google Earth Plus	Google Earth Pro
价格	免费	20 美元/ 年	400 美元/ 年
影像数据库	主数据库	主数据库	主数据库
各区域浏览	支持	支持	支持
查询学校、公园、餐馆和旅馆	支持	支持	支持
查询行车线路示意图	支持	支持	支持
以 3D 方式倾斜与转动	支持	支持	支持
打印尺寸	1000 像素	1400 像素	2400 像素
绘制草图工具		支持	支持
GPS 设备数据导入(只读)		支持	支持
电子表格数据批量导入		100 点	2500 点
客户服务支持	网络	网络、电子邮件	网络、电子邮件、电话
测量区域距离	支持	支持	支持

程序设计及操作

在物探行业中,物理点的成果通常使用地方坐标系,而 Google Earth 采用的是 WGS - 84 椭球坐标,所以要把点的成果从地方坐标系转换为 WGS - 84 椭球的大地坐标,然后再根据 KML 语法得到转换文件。

制作 KML 格式文件的步骤为:

从地方平面直角坐标系转换成地方大地坐标系,再转换成 WGS - 84 系的大地坐标,最后通过程序转换成 KML 格式文件。

Google Earth KML 文件格式如图 1 所示。

北京 54 坐标系和 WGS - 84 坐标系之间的转换模型为:

$$\begin{bmatrix} X_{54} \\ Y_{54} \\ Z_{54} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + (1 + m) R \begin{bmatrix} X_{84} \\ Y_{84} \\ Z_{84} \end{bmatrix}$$

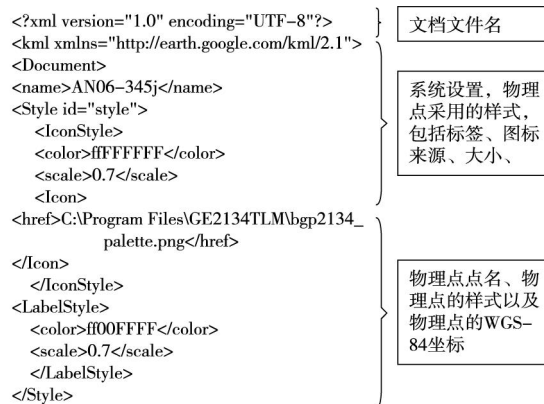


图 1 KML 文件格式

式中:

X_{54}, Y_{54}, Z_{54} 为北京 54 系地心直角坐标;

X_{84}, Y_{84}, Z_{84} 为 WGS - 84 椭球坐标系的地心直角坐标;

X_0, Y_0, Z_0, m 为坐标系统转换参数。

通过编制程序可以实现 KML 格式的转换,程序界面如图 2 所示。



图 2 程序界面

在 Google Earth 中批量导入物理点、绘制航迹和多功能线,如图 3、图 4、图 5 所示。

在 KML 文件中,把物理点的坐标数据全部转换为 WGS - 84 坐标,根据 KML 语言定义的绘制点 (place mark)、航迹 (Line String) 和多边线 (polygon)

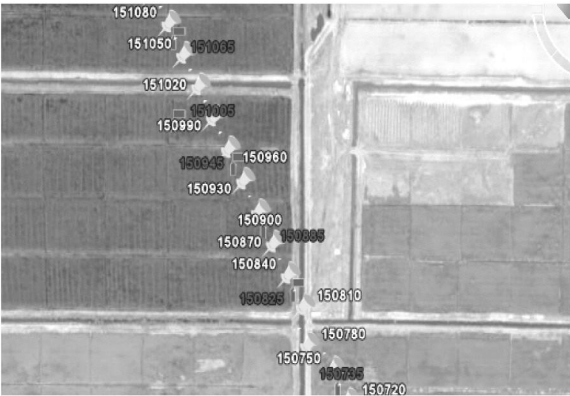


图 3 在 Google Earth 中批量导入物理点

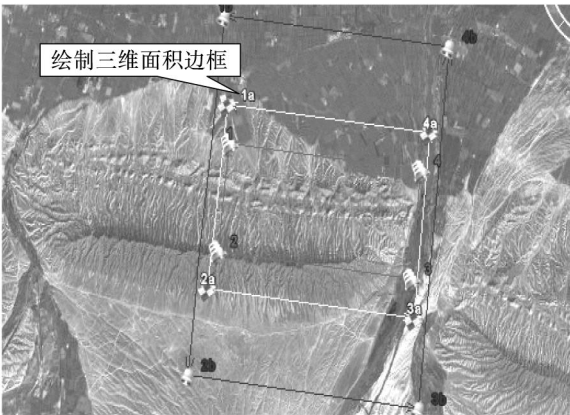


图 4 在 Google Earth 中绘制航迹

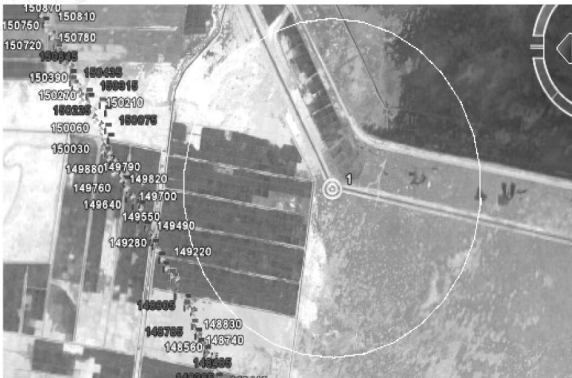


图 5 在 Google Earth 中绘制多功能线

等命令,从而实现了以下物探行业中常用的三种功能:

- (1) 物理点坐标批量导入到 Google Earth 中;
- (2) 根据物理点的坐标在 Google Earth 中绘制航迹;
- (3) 根据物理点坐标在 Google Earth 中绘制多功能线;

图 2 所示的程序采用 Visual Basic 6.0 进行编制来实现上述三种功能。

应用效果分析

新疆工区的 2134 队在塔里木盆地阿瓦提东二维施工中,使用了 Google Earth 卫星影像图。该项目横跨 2 市 3 县 11 个团场 (阿克苏市、阿拉尔市、阿瓦提县、柯坪县、温宿县以及农一师的 11 个团场), 穿越 5 个水库 (千鸟湖水库、艾希曼水库、上游水库、

胜利水库、多浪水库),工区的中部为4条河流汇聚地带(阿克苏河、塔里木河、叶尔羌河、和田河),工区地表异常复杂。而越是复杂的地带,越能体现卫星影像图的优势。

辅助物探测线布署

由于该工区的地形图年代久远,现实性较差,许多地形、地貌与实际情况不符,水库、村庄、道路、河流等信息在地形图内表达不清晰。而卫星影像图所记录的信息丰富、现实性好,并具有快速更新的特点,成为部署测线的重要参考依据。

辅助施工测线调整

在塔里木盆地阿瓦提东二维施工中,由于AN06-345、AN06-160、AN06-96三条测线分别过千

鸟湖水库、上游水库和胜利水库,并且穿越塔里木河主河道,因此对这三条部署测线进行了调整。根据规定,施工测线必须距离水库1000m以外。原设计的这三条测线都未达到要求。经过实地踏勘、采集特殊点的坐标并且展绘在Google Earth卫星影像图上,对测线进行了科学、合理地调整。

调整前AN06-345测线距离千鸟湖水库最近点(二道坝)仅213m,炮点布设不符合堤坝安全距离1000m外的要求,二道坝的最近点处于水域中,无法实测其坐标,但从高清晰的卫星影像图中可以量测其坐标位置,据此就可将测线调整至安全距离以外。AN06-345测线调整前和调整后的对比效果如图6所示。



图6 AN06-345测线调整前和调整后的对比效果图

直观、高效地辅助小队野外施工

在塔里木盆地阿瓦提东二维施工中,由于工区异常复杂,施工难度大。在Google Earth高清晰的卫星影像帮助下,将测线设计点展布在网络卫星影像图上,对工区的重点、难点进行详细的分析后,采取相应的对策。每个班组都可以使用网络卫星影像图,测量组可以优先行车路线、预知测线内的障碍物及地表情况。在复杂地区优选炮点位置。施工组根据卫星影像图可以选择试验段位置,编写微测井、钻井任务书。仪器组能够及时了解测线中的干扰和障碍物,并及早采取应对措施等。

1. 指导线路踏勘

施工组人员可根据测量组提供的测线草图在室内设计出踏勘路线图,在实地踏勘后绘制出行车路线图(见图7),并把行车路线图分发给每个司机。

2. 测量组选择行车路线

该区水网发达,沟渠密集,测量员和司机每日施

工前分析网络卫星影像图,研究在测线穿越复杂地表的情况下,工作量的安排、桩号的分配,并确定本组的行车路线,如图8所示。

3. 协助施工组下达钻井任务书

由于该区地表复杂,炮点的布设必须满足安全距离。卫星影像图和测量草图为下达钻井任务书提供了科学依据。在314国道施工时,施工组下达满足安全距离的钻井任务书(见图9)。

4. 协助仪器组野外放炮

仪器组野外采集时,生产指挥者通过提前看卫片,对前方障碍物提前做应对准备。AN06-L1线穿越阿克苏河,河宽1.3km,生产指挥者及时配备橡皮筏、救生衣、中继站等设备,在采集时便于对车辆、人员的指挥和调配。

在塔里木盆地阿瓦提东项目中,各个班组都在使用Google Earth卫星影像图,从技术人员到司机,Google Earth已是必备的工具。不但提高了外业

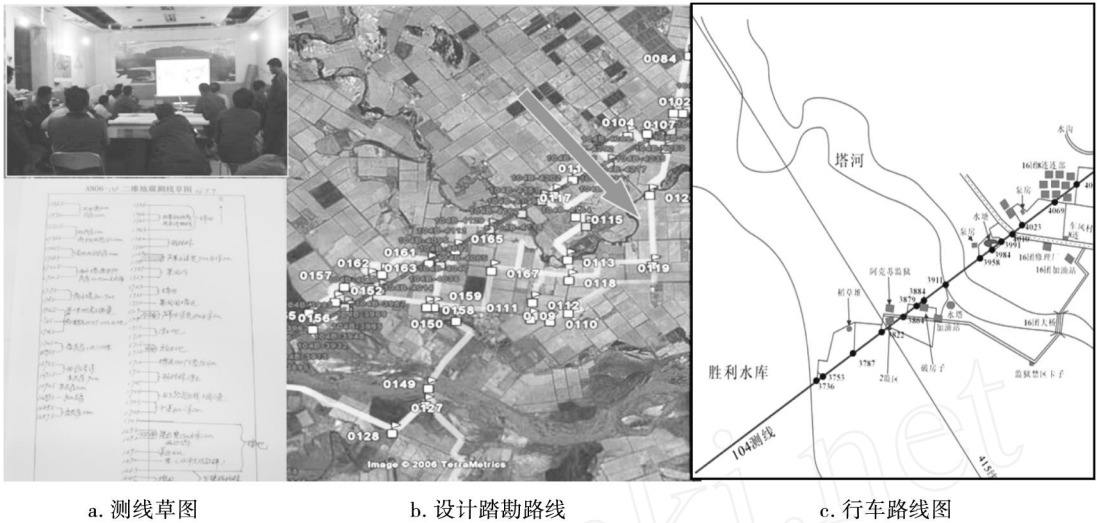


图 7 从测线草图到行车路线图

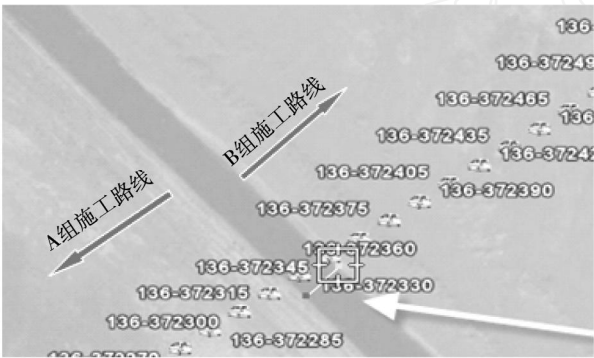


图 8 测量组室内选择行车路线

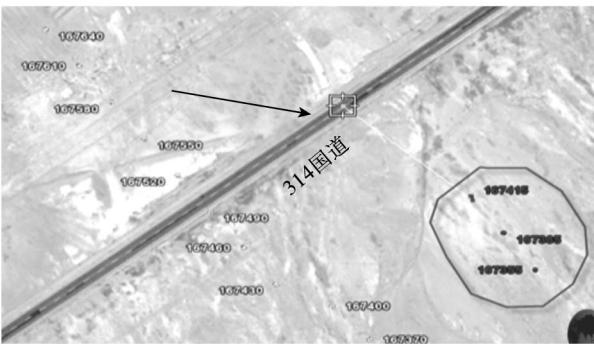


图 9 协助施工人员选择钻井位置

施工效率,而且节约了大量的人力、物力、财力。塔里木盆地阿瓦提东项目能够提前完成,野外施工中 Google Earth 的应用发挥了非常重要的作用。

结 束 语

通过开发有关软件,实现了物理点在免费 Google Earth 卫星影像图上的展绘,为物探方法人员使用卫星影像图提供了新的思路和方法。在塔里木盆地阿瓦提东勘探项目工作中应用,取得了良好效果。

Google Earth 的局限性主要是: 必须依赖于互联网; 部分地区分辨率不高。

关于 Google Earth 卫星影像图的误差,经过在塔里木盆地和准噶尔盆地选定部分点进行实测比较,其误差均小于 10 m。误差主要来源于正射投影误差、拼接误差,该误差存在不均匀性。结合草图、踏勘图等信息使用 Google Earth 卫星影像,能够更加有效地辅助野外施工。

参 考 文 献

1 吴瑞林. Visual Basic 6.0 实用教程. 北京: 希望电子出版社, 2003
2 朱华统. GPS 坐标系统的变换. 北京测绘出版社, 1994

收稿日期: 2007-06-29