

# 长输管道选定线中 Google Earth 的应用

李成皓<sup>1\*</sup>, 徐佳<sup>2</sup>, 陈锦芳<sup>2</sup>, 陈亚宁<sup>1</sup>, 黄超<sup>1</sup>

(1. 中国石油管道局工程有限公司天津分公司, 天津 300457;

2. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000)

**摘要:**针对油气长输管道线路的初步选定线作业,结合大地测量学的相关知识,以理论结合实际的方式介绍了如何将 Google Erath 内的管道中线经过简易的椭球变换,将其转化为国家或者地方坐标系,以达到最终的使用目的。

**关键词:**管道;选定线;Google Earth;转换

中图分类号:TE832

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)12-0190-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.12.049

## Application of Google Earth in route selection for long-distance pipeline

LI Cheng-hao<sup>1\*</sup>, XU Jia<sup>2</sup>, CHE Jin-fang<sup>2</sup>, CHEN Ya-ning<sup>1</sup>, HUANG Chao<sup>1</sup>

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China)

**Abstract:** Aiming at preliminary selection of oil and gas long-distance pipeline route, a new method that transforms the centerline of route in Google Erath into national or local coordinate system via simple ellipsoid transformation is introduced, based on the knowledge of geodesy. It is very promising in the practical applications.

**Key words:** pipeline; route selection; Google Earth; transform

油气长输管道已成为国内外能源输送的主要方式,其地域跨度大,涉及平原、水域、丘陵、山地等多种自然地貌,以天津港-华北石化原油管道工程(津华线)为例,总长约 188 km,途经天津市滨海新区、静海县,河北省黄骅市、青县、大城县、任丘市 6 个行政区域,路由选定线难度较大。通常采用向测绘局购买的地形图为设计底图,但其时效性差,与实地差别较大,导致室内初步选线难度增大,增加了野外踏勘的工作量,耗费大量时间<sup>[1]</sup>。

Google Erath 是一款功能强大且免费的虚拟地球仪软件,将卫星影像、航空照片和 GIS 整合在一个三维模型内,用户可以随意查看任何地区的平面及三维高清晰度地貌地物,其影像信息更新速度快,针对我国人口稀少、发展缓慢地区有效精度在 30 m 以内<sup>[2]</sup>,对于大中型城市、人口较密集区域精度一般在 5 m 内。Google Erath 除了在 PC 机上快速使用外,还可以在手机终端上操作。鉴于此,将 Google Erath 共享资源、移动终端技术引入长输管道线路的选定线工作是很有必要的,能够加快项目的推进,提高路由的合理性,具有较大的经济效益。

## 1 转换模型

目前,国内油气管道项目多采用西安 1980 坐标系,Google Erath 则采用 WGS-84 世界坐标系,由于

采用的坐标系基准不同,所以最终得到的点位坐标值也不同,以下将探讨不同坐标系互相转换的方法。

### 1.1 常用坐标系

(1) 1980 年国家大地坐标系

采用 1975 年国际大地测量与地球物理联合会 IUGG 第 16 届大会上推荐的 5 个椭球基本参数。大地原点地处我国中部,位于西安市以北 60 km 处的泾阳县永乐镇,简称西安原点<sup>[3]</sup>。

(2) WGS-84 世界坐标系

全称为 World Geodical System-84(世界大地坐标系-84),是一个地心地固坐标系统。WGS-84 坐标系的坐标原点位于地球的质心,Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议地球极方向,X 轴指向 BIH1984.0 的起始子午面和赤道的交点,Y 轴与 X 轴和 Z 轴构成右手系<sup>[3]</sup>。

### 1.2 不同大地坐标系换算模型

不同坐标系间较为精确的换算方式常用最小二乘法原理来求取 7 参数,即 3 个平移参数( $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ ),3 个旋转参数,1 个尺度参数<sup>[3]</sup>。Google Erath 及国内利用的坐标系最终坐标值都是平面直角坐标系下的数值,选线作业中,Z 轴的高程系可忽略,旋转参数简化为平面向,故可以通过求取 4 参数来达到转换的目的。平面直角坐标转换计算模型如下:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + (1+m) \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中,  $x_0, y_0$  为平移参数;  $\alpha$  为旋转参数;  $m$  为尺度参数;  $x_2, y_2$  为目标坐标系下的平面直角坐标;  $x_1, y_1$  为原坐标系下平面直角坐标。最少需要 3 个坐标点对即可求得 4 参数。

## 2 应用方法

以下对 1980 西安坐标系内的管道中线及文字注记等相关信息, 以如何加载进 Google Erath 环境内为例来详细阐述。

### 2.1 获取共同点坐标对

首先需要解译 Google Erath 影像, 并选取角状或独立的明显点 A, 然后在 80 坐标系的已有图内找寻其对应点 A'。此过程需重复多次才能找到合理的且相对坐标精度较高的 AA' 坐标点对。

坐标点对最少需要选取 3 对, 且应能控制管道线路。一般在线路两端、中心位置选取点对, 以保证后期图形纠正后误差的均匀分布。点 A 及 A' 的坐标值应为经横轴墨卡托投影后的平面直角坐标数值。

一般来说, 由于坐标点对选取受影像图精度、测量误差、人眼误差等的影响, 获取的值不是精确值, 所以单次校正范围的管道中线不宜过长。



图 1 共同点坐标对的选取

### 2.2 求取几何校正四参数

常规解法可采用式(1)数学模型来求取 4 参数, 在此充分利用计算机辅助设计软件 Auto CAD (CAD) 的几何属性来图解出转换参数, 这样更加地直观、便捷。将 2.1 节获取的共同点对坐标展绘到 CAD 模型空间, 并首尾相连成三角形, 如图 2 所示。

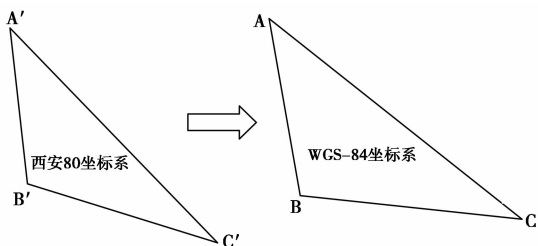


图 2 利用共同点构建不同坐标系的控制三角形

由于目前不能确定获取的 3 对共同点的准确

度, 所以首先需要验证。假定 (A, A') (C, C') 是可靠的, 由以下公式来图解出校正 4 参数。

$$\text{平移参数: } X_0 = x_A - x_{A'}, Y_0 = y_A - y_{A'}$$

$$\text{旋转参数: } \alpha = \alpha_{AC} - \alpha_{A'C'}$$

$$\text{尺度因子: } m = L_{AC} / L_{A'C'}$$

根据以上参数结合式(1)数学模型, 可计算出 B' 点在 WGS-84 坐标系下的转换坐标 B'', 通过已知点 B 和 B'' 的坐标来判断所选取的公共点的可靠性。以此类推来评判其他选取公共点的准确度。为便于检验点的可靠性, 建议共同点在 4 点及以上, 且离散分布, 以提高准确度。

经验证 3 对共同点的精度满足要求后, 则由上式可求得 3 组 4 参数,  $\{(X_{0A}, Y_{0A}), (X_{0B}, Y_{0B}), (X_{0C}, Y_{0C})\}, (\alpha_{AC}, \alpha_{CB}, \alpha_{BA}), (m_{AC}, m_{CB}, m_{BA})$ , 求取各参数平均数作为最终的转换参数。

### 2.3 纠正图形

根据上节求得的 4 参数, 对 1980 西安坐标系内的管道相关数据, 经 CAD 命令平移、旋转、缩放后, 得到 WGS84 平面直角坐标系下的数据, 并保存为通用数据交互文件 DXF。

### 2.4 导入 Google Erath 环境内

Google Erath 软件并不能直接读取 DXF 格式文件, 需要用到第三方软件 Global Mapper 转换为 KMZ 文件, 然后 Google Erath 可直接读取加载。转换过程中, 应设置椭球参数为 WGS-84 坐标系, 投影为 UTM<sup>[4]</sup>。

在 PC 版的 Google Erath 内, 对管道中线经调整优化后, 再应用安卓系统版的 Google Erath 软件, 充分利用手机的定位功能, 可在野外通过移动终端设备实时确定当前位置, 并可在影像图内动态显示。

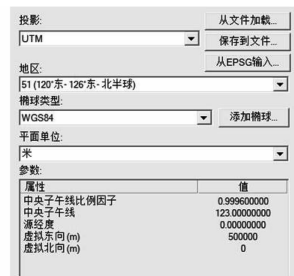


图 3 Global Mapper 投影设置

### 2.5 叠加等高线

等高线可以直观地反映地貌的起伏变化, 也可量算出每个点位的高差。目前在全世界范围内公开了 1:30 万的 DEM 数据, 虽然绝对精度较低, 但是相对精度能满足管道选定线的要求。

在我国,1:30万的各省份DEM数据可免费从网上下载使用。首先使用Global Mapper软件将DEM数据生成等高线,并输出为Google Earth交换数据格式KMZ文件,然后导入并与目标区域内的卫星影像图叠加,如图4所示。



图4 叠加等高线后的实例

### 3 实例及结论

津华线管道工程沿线城市发展迅速且规划区繁多,各种等级公路、铁路网、水网纵横交错,人工因素导致地貌地形的不断更新。此条件下,若采用常规的1:5万或者1:1万的已有地形图是不现实的,且需要与天津市、河北省规划部门密切结合,天津市采用的为地方独立坐标系,涉及保密问题无法获取各项参数,导致现场无法使用手持式GPS来野外选定线,经过多次的摸索及实验,在施工图设计阶段最终选用了本文中的方法。

首先,根据起、终点及建设方的意见,在PC版的Google Earth内根据最新版的影像图及等高线叠加数据,确定大致的管道中线,在现场利用智能手机版的Google Earth、手持GPS踏勘及调整后,转化为

地方坐标系下的数据,提交给规划设计院做进一步的调整。

其次,待规划院返回调整后的数据,再次转换到Google Earth并经室内和野外的双重修正,提交给规划院。如此重复多次,方能确定双方均满意的管道路由。

本项目中,结合其他项目经验,经多次的调整并验证后,以不超过80 km为区间共分3段,每段选取3对共同点,其选择点位多为公路桥与河岸交点,厂房、房屋角点等明显点。对这些点对利用2.2的方法做准确性验证,相对精度均在10 m内,完全满足管道中线的初步选定线要求。由此初步可以得出以下结论。

(1)对于在80 km以内的管道线路,按1段整体转换可满足要求,对于超过80 km,为保证精度建议分段转换。

(2)采用Google Earth充分利用了互联网、移动终端技术,通过使用免费的共享资源,不需再购买额外的地形图,且工作开展极为便利及迅速,有效提高了工作效率。

#### 参考文献

- [1] 王焕改,马春丽,叶友龙,等. Google Earth在石油勘探中的应用[J]. 物探装备,2007,(4):306-306.
- [2] 毛克,刘江龙,刘永强. Google Earth三维选线技术在高压送电线路中的应用[J]. 电力勘测设计,2010,(4):25-26.
- [3] 吕志平,乔书波. 大地测量学基础[M]. 北京:测绘出版社,2010.
- [4] Global Mapper使用教程[EB/OL]. [2016-02-25]. <http://www.godeyes.cn/Special/2010/GlobalMapper>. ■

### 国务院印发控制污染物排放许可制实施方案

近日,国务院办公厅印发《控制污染物排放许可制实施方案》(以下简称《方案》),对完善控制污染物排放许可制,实施企事业单位排污许可证管理作出部署。

据新华社2016年11月21日报道,《方案》指出,实施控制污染物排放许可制,是推进生态文明建设、加强环境保护工作的一项具体举措,是改革环境治理基础制度的重要内容,对加强污染物排放的控制与监管具有重要意义。《方案》明确,到2020年,完成覆盖所有固定污染源的排污许可证核发工作,基本建立法律体系完备、技术体系科学、管理体系高效的控制污染物排放许可制,对固定污染源实施全过程和多污染物协同控制,实现系统化、科学化、法治化、精细化、信息化的“一证式”管理。

《方案》提出,要衔接整合相关环境管理制度,将控

制污染物排放许可制建设成为固定污染源环境管理的核心制度。通过实施控制污染物排放许可制,实行企事业单位污染物排放总量控制制度,实现由行政区域污染物排放总量控制向企事业单位污染物排放总量控制转变,范围逐渐统一到固定污染源;有机衔接环境影响评价制度,实现从污染预防到污染治理和排放控制的全过程监管;为相关工作提供统一的污染物排放数据,提高管理效能。

《方案》强调,要做好控制污染物排放许可制实施的各项保障工作。加强组织领导,明确目标任务,制定实施计划,确保按时限完成排污许可证核发工作;进一步完善法律法规,健全技术支撑体系,加大宣传培训力度,确保这一制度得到有效落实。(邵青)