

# Research on the Method for Produce Digital Map Based on Google Earth

Yongwang Sun

Shenzhen Power Supply Planning Design Institute Co., Ltd., Shenzhen  
Email: [530953818@qq.com](mailto:530953818@qq.com)

Received: Aug. 19<sup>th</sup>, 2014; revised: Sep. 20<sup>th</sup>, 2014; accepted: Sep. 25<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

It is difficult to collect large scale topographic map in early stage for electric power engineering design. Aiming at this problem, a new method to mapping large scale topographic maps by using plane and elevation data obtained by Google Earth with secondary development was presented.

## Keywords

Google Earth, Digital Topographic Map, Digital Elevation Model (DEM), Digital Orthophoto Map (DOM)

---

# 基于Google Earth数据制作数字化地形图的方法研究

孙永旺

深圳供电规划设计院有限公司，深圳  
Email: [530953818@qq.com](mailto:530953818@qq.com)

收稿日期：2014年8月19日；修回日期：2014年9月20日；录用日期：2014年9月25日

---

## 摘 要

针对电力工程设计前期阶段大比例尺地形图资料收资困难的问题，提出基于Google Earth进行二次开发

获取平面、高程数据，然后利用这些数据编制大比例尺地形图的技术与方法。

## 关键词

Google Earth, 数字化地形图, 数字高程模型, 正射影像图

## 1. 引言

地形图是电力工程勘察设计最基础的资料，设计人员需要在地形图的基础上进行选址、选线和项目论证。然而受各种因素影响，一些偏远山区基础地理信息数据更新较慢，现有地形图往往跟实地现场有较大的差别，无法满足前期工作需要。

Google Earth 是由 google 公司于 2005 年推出的世界上第一款在桌面系统上浏览全球高精度卫星影像和三维数据的软件，它把卫星照片、航空照片和 GIS(地理信息系统)布置在一个地球的三维模型上。用户可以免费浏览世界各地的高清晰度三维影像。这些数据主要来源于 DigitalGlobe、EarthSat、BlueSky、Sanborn 等国际商业公司[1]。目前，Google Earth 影像的最高分辨率已经达到 0.4 m，经相关人员研究发现 google 的高程精度可达到 1:10000 比例尺的要求。

Google Earth 不仅提供免费的数字地球，并且也允许使用者在其中找到兴趣点并作以标记、标注，通过互联网分享给全球其他使用者，达到地理信息数据的全球共享。Google 开放了用于 Google earth 二次开发的 API 库，在此基础上，用户可以通过计算机编程，下载 google earth 高程、影像等信息，然后通过相应专业软件，制作电子地形图，为勘察设计服务。

## 2. Google Earth 二次开发及 DEM、DOM 的获取

### 2.1. Google Earth 二次开发

Google Earth 提供了 COM 接口，开发人员可以使用支持 COM 的可视化编程语言进行开发。Google Earth 提供的类库中有 11 个类，其中 IApplicationGE 类最为重要，Google Earth COM API 类库中其他类的使用都会涉及到 IApplicationGE 中的属性或函数。这些类的简单介绍如表 1 所示[1]。

用户可以调用上述类库根据需求进行有针对性的开发。

### 2.2. DEM 的获取

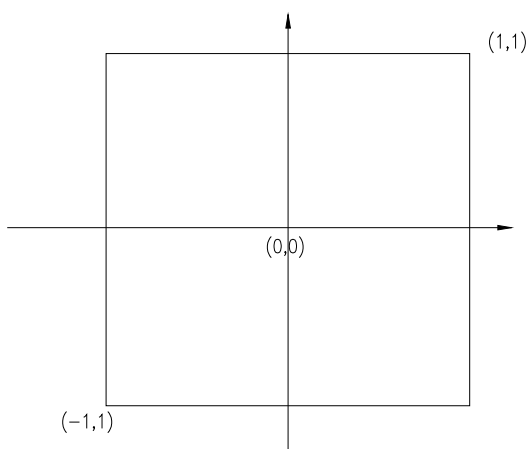
以 Microsoft Visual Studio 2005 为开发平台，采用目前流行的 C#.net 作为开发语言。基于 GE 的 DEM 提取工具的实现过程中主要用到 IApplicationGE、ICameraInfoGE、IPointOnTerrainGE、IVewExtentsGE 四个类库。基本思路是把 Google Earth 三维界面中的屏幕点通过 IApplicationGE 类中的 GetPointOnTerrainFromScreenCoords 函数转换为 IPointOnTerrainGE 类的点，即将视图中屏幕坐标转换为经纬度形式，并将其属性写入文件中。调用 GetPointOnTerrainFrom ScreenCoords 的函数的语法如下所示：  
IPointOnTerrainGE GetPointOnTerrainFromScreenCoords (double screen\_x, doublescreen\_y)，该函数的输入参数为 double 类型，这两个参数值均在-1 和 1 之间，表示视图中心点在屏幕坐标系中的坐标值，如图 1 所示。

为了提高提取精度，首先要在 Google Earth 中把图像放大，但利用 GetPointOnTerrainFromScreenCoords 函数只能提取当前屏幕显示区域的高程信息，这样实际上提取到的很是很小区域范围的 DEM，由于区域太小往往不能满足研究或应用的需要，而如果重新启动程序进行多次提取，不但繁琐而且很难保证多次提取的区域范围能无缝拼接起来。本程序要实现大区域范围的 DEM 信息提取，所以提取完当前屏幕范围

**Table 1.** Introduction to Google Earth COM API library

**表 1.** Google Earth COM API 类库的类库简介

类库	简介
IApplicationGE	入口类, 通过该类, 用户进一步调用其他类
ICameraInfoGE	相机类, 通过该类, 用户可以调整观看当前视图的方式
IFeatureGE	要素类, 通过该类, 用户可以控制要素的属性
IFeatureCollectionGE	要素集合类, 通过该类, 用户进一步获取要素
IPointOnTerraGE	地理点坐标类, 通过该类, 用户获取屏幕点的地理坐标
IVewExtentsGE	视口类, 通过该类, 用户可以控制当前视图
ISearchControllerGE	Search面板类, 通过该类, 用户可以完成相应的搜索功能
ITourControllerGE	Tour面板类, 通过该类, 用户可以动态播放当前的要素
IAnimationControllerGE	Animation类, 通过该类, 用户可以动态播放当前的时间要素
ITimeGE	时间类, 通过该类, 用户可以获取和设置要素的时间属性
ITimeIntervalGE	时间间隔类, 通过该类, 用户可以获取要素的时间间隔属性



**Figure 1.** Screen coordinate

**图 1.** 屏幕坐标系

内的 DEM 信息后, 相等大小的相邻区域要自动平移到当前屏幕, 然后再从当前屏幕范围内提取 DEM 信息, 以此类推, 这相当于把整个大区域划分成了  $m$  行  $n$  列的网格, 每个网格代表一个屏幕范围, 提取各个屏幕的顺序为: 奇数行按从左到右的顺序, 偶数行按从右到左的顺序, 如图 2 所示。为了进一步提高提取精度, 每次平移到相邻区域后要有一定的缓冲时间, 使在线影像清晰的显示出来。

### 2.3. DOM 的获取

Google 卫星地图是由  $256 \times 256$  大小的 jpeg 图片拼接而成, 每块图片的 URL 格式为“http://kh0.google.com/kh?n=404&v=7&t=trstrqqstsrqststtq”样。主要是参数  $t$  起作用, 它是“qrst”4 个字符排列而成的字符串。为获取某经纬度的 URL, 就需要把经纬度转化为“qrst”字符串。

Google 卫星地图在  $zoom = 1$  时, 全球就为一个  $256 \times 256$  的图片, 它的中心经纬度为  $(0, 0)$ , URL 为“http://kh0.google.com/kh?n=404&v=7&t=t”。 $zoom = 2$  时裂化为 4 块, 每块的编号为: 左上“ $t = tq$ ”, 右上“ $t = tr$ ”, 右下“ $t = ts$ ”, 左下“ $t = tt$ ”。依此类推, 每放大一倍, 每一小块都裂分为四, 从左到右下顺时针按  $qrst$  编号, 裂分后的编码为裂分前的编号上小块的编号。由以上分析可知, 在知道了某地的经纬度之后, 可以由最开始的全球地图不断细分, 最后得到所需的 URL[2]。

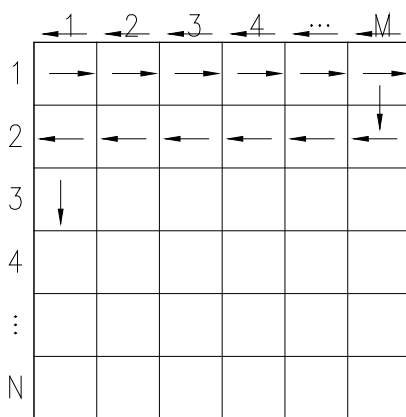


Figure 2. Elevation extraction process  
图 2. 高程提取过程

根据所得到的 URL 地址，可以将测区范围内的遥感影像下载下来，然后在 ArcGIS 软件中进行影像拼接，将零散的瓦片拼接成整张大图。

### 3. 高程、影像数据投影转换

从谷歌上获取的 DEM 和 DOM 是基于 WGS84 坐标系的，而我们工程中常用的坐标系为西安 80 坐标系和北京 54 坐标系，因此需要坐标转换。WGS84 和西安 80 以及北京 54 坐标系之间的转换为不同的参考椭球体之间的转换，需要用严密 7 参数法[3]。

有关 WGS84 与西安 80 坐标和北京 54 坐标转换问题，实质是 WGS-84 椭球体到 State80、BJ54 椭球体的转换问题。如果我们需要把 WGS84 的经纬度坐标转换成 BJ54 的高斯投影坐标，那就还会涉及到投影变换问题。因此，这个转换过程，一般采用下述步骤进行的：

- 1) (B, L) WGS84——(X, Y, Z) WGS84，空间大地坐标到空间直角坐标的转换。
- 2) (X, Y, Z) WGS84——(X, Y, Z) XI'AN80，坐标基准的转换，即 Datum 转换。常用的转换方法：七参数、四参数法。

在 WGS84 坐标和西安 80 坐标、北京 54 坐标之间是不存在一套转换参数可以全国通用的，在每个地方会不一样。通行的做法是：在工作区内找三个以上的已知点，利用已知点的西安 80 坐标和所测 WGS84 坐标，通过一定的数学模型，求解七参数。若多选几个已知点，通过平差的方法可以获得较好的精度。如果区域范围不大，最远点间的距离不大于 30 Km，这可以用三参数，即只考虑 3 个平移因子(X 平移，Y 平移，Z 平移)，而将旋转因子及比例因子(X 旋转，Y 旋转，Z 旋转，尺度变化 K)都视为 0，所以三参数只是七参数的一种特例。

通过上述方法求解出的参数，在 ArcGis 中定义 7 参数的地理转换(Create Custom Geographic Transformation)为 WGS84ToXian80，然后打开工具箱下的 Projections and Transformations > Feature > Project，在弹出的窗口中输入要转换的数据以及 Output Coordinate System，然后输入第一步自定义的地理坐标系如 WGS84ToXian80，完成投影变换[4]。

西安 80 坐标和北京 54 坐标的转换可以采用同样的方法。

### 4. 影像图地物要素的矢量化

经通过投影转换、几何纠正及坐标配准的影像加载到 ArcGis 中[5]，应用 Editor 工具，参照影像图上的道路、水系等地物进行，创建点、线、面图层。

## 5. 地图编辑

### 5.1. 等高线的生成

利用上述方法求出的坐标转换参数对从 Google Earth 上下载的高程数据进行坐标转换, 将 WGS 坐标转换为西安 80 坐标。然后在 Cass7.0 软件中展点、建立三角网, 如图 3 所示。

展点、建立三角网之后, 绘制等高线, 设置等高距为 25 m。

### 5.2. 路网、水系、地名等图层的编辑

在等高线的基础上, 将经过格式转换的路网层、水系层、行政区划层等导入到 AutoCAD 软件中。

由于 AutoCAD 的数据组织方式和 GIS 软件(如 Mapinfo、ArcGis)等软件不同, 造成数据在进行格式转换的时候会丢失部分信息。因此, 当每个图层导入到 CAD 后需要进行进一步的编辑和检核。如区域填充、地形图图式符号的编辑等。各要素图层叠加后的效果如图 4 所示。

### 5.3. 地图整饰

等高线、地物要素添加完成后, 需要对地形图进行进一步整理和修饰, 包括字体、图示符号的进一步修改、添加坐标格网等。

## 6. 工程实例

拟建 220 kV 江面变电站位于广东省河源市连平县, 由于种种原因, 江面变电站收资难度大。作者利用 Google Earth 以及其他一些资料, 及时编辑了包含连平县、东源县、和平县、新丰县等地区的西安 80 坐标系下的 1:10000 地形图和正摄影像图, 如图 5 所示, 取得了较好的效果, 保证了项目前期的选址、

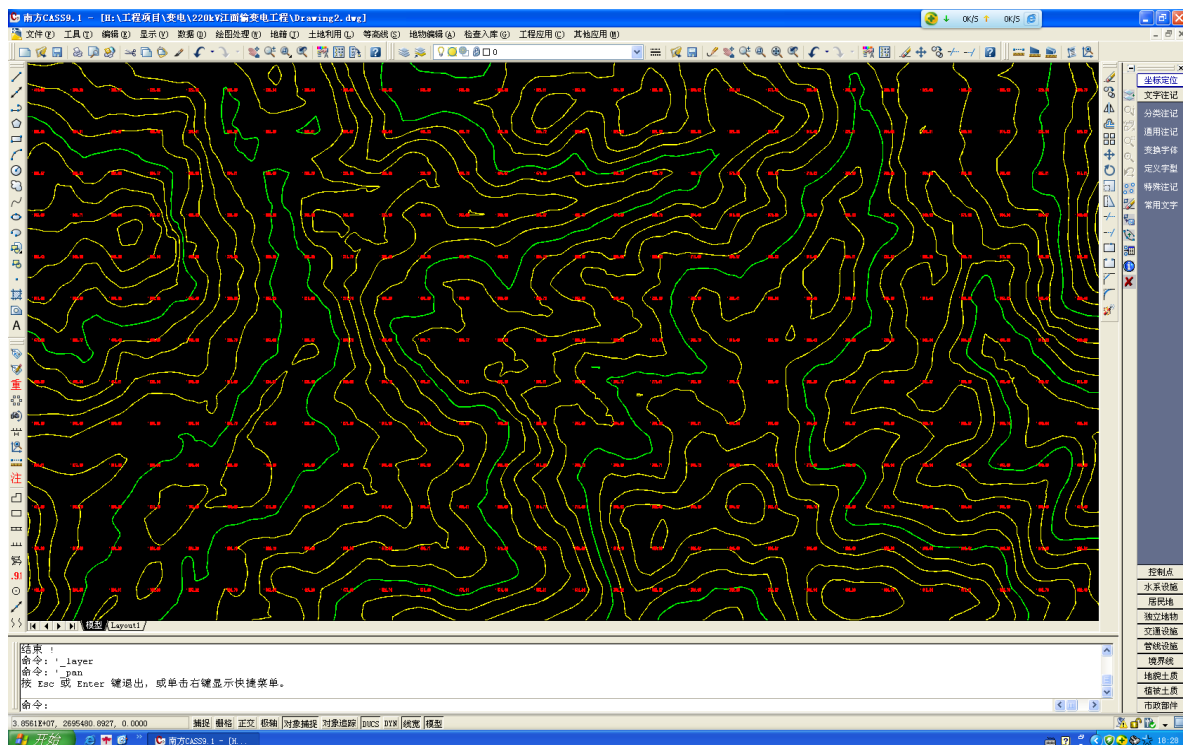


Figure 3. Elevation points and contour line

图 3. 展高程点并生成等高线



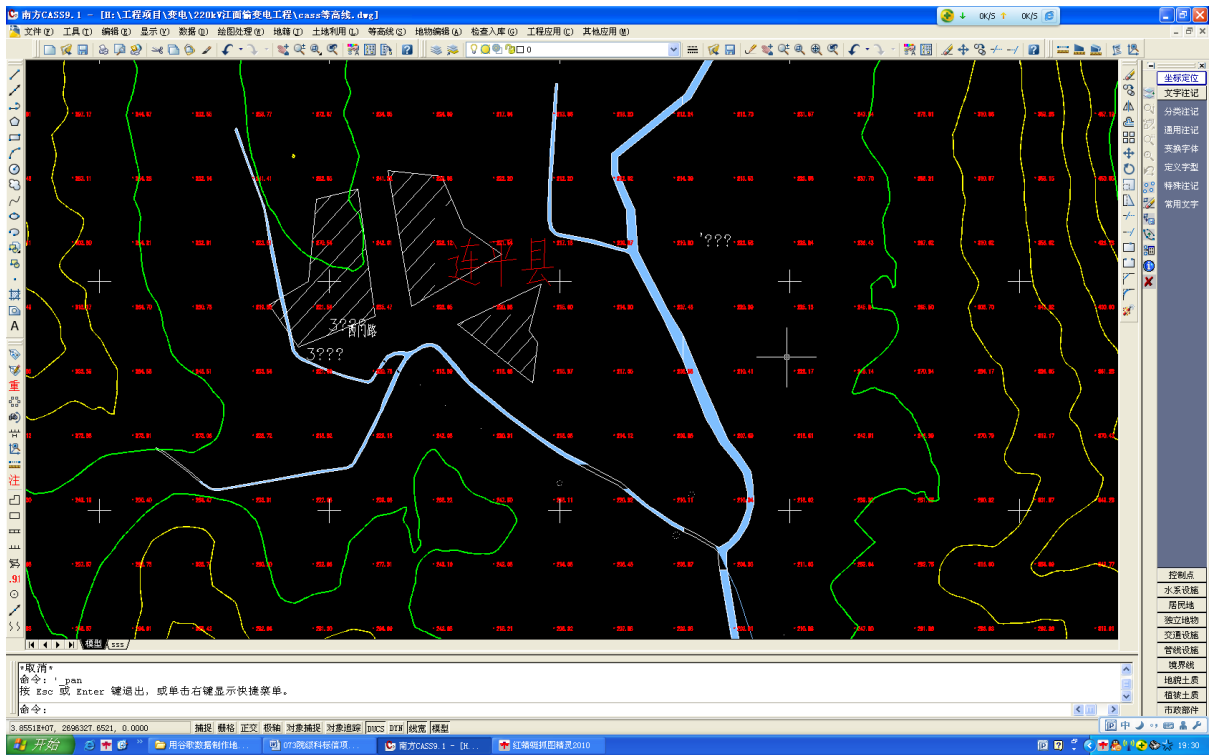


Figure 4. Combine of river systems, road and other layers

图 4. 水系、路网等层的叠加

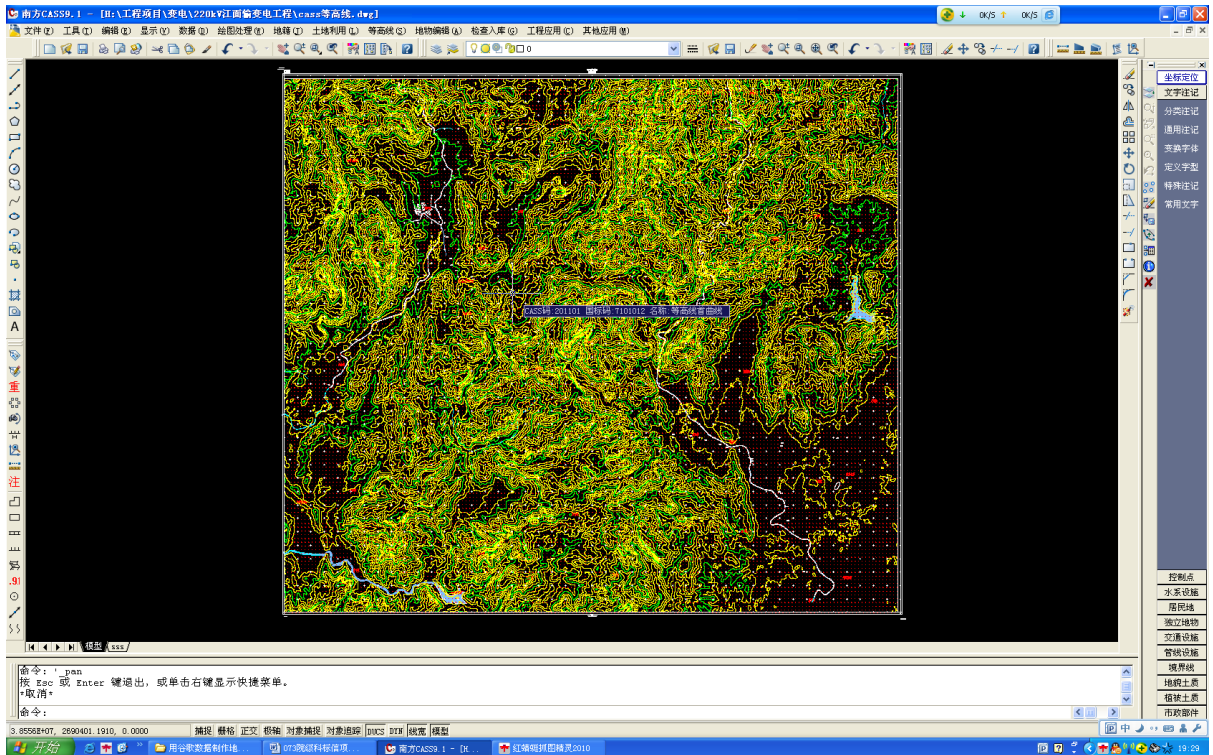


Figure 5. Effect of product of topographic map

图 5. 成品地形图效果

选线对地形图的需要。

### 参考文献 (References)

- [1] 江宽, 龚小鹏, 等 (2010) Google Maps 与 Google Earth 双剑合璧(第 2 版). 电子工业出版社, 北京
- [2] 杨鑫, 郑新奇, 赵璐, 等 (2008) 基于 Google Earth 的高程信息快速提取方法. 中国科技论文在线, 10.
- [3] 陈宇, 白征东, 罗腾 (2010) 基于改进的布尔沙模型的坐标转换方法. 大地测量与地球动力学, **3**, 71-73
- [4] 廖邦固, 韩雪培 (2004) 一种基于 ArcGIS 的地方坐标与国家坐标转换新方法. 全国地图学与 GIS 学术论文集.
- [5] 赵杰 (2009) 基于经纬度坐标的 ArcGIS 配准问题分析与解决. 测绘通报, **4**, 29-31.