

文章编号: 0494-0911(2011)07-0054-03

中图分类号: TB22

文献标识码: B

Google Earth 在城市轨道交通工程控制网 布设中的应用

耿长良

(北京城建勘测设计研究院有限责任公司, 北京 100101)

Application of Google Earth for Control Network Layout in Urban Mass Transit Engineering

GENG Changliang

摘要:控制网是城市轨道交通所有测量工作的基础,其点位布设的合理与否直接影响施工进度。以 Google Earth 为平台,介绍其基本特性及在城市轨道交通控制网布设中的应用,对其他轨道交通线路控制网布设具有一定的指导意义。

关键词:Google Earth; 城市轨道交通; 控制网; 布设

一、引言

城市轨道交通工程控制网包括平面控制网和高程控制网两部分,是为轨道交通工程布设的专用控制网,具有精度高、点位密度大、使用频繁等特点,是城市轨道交通工程所有测量的基础和依据,是城市轨道交通工程全线线路与结构贯通的保障。常规的控制网布设多是采用 1:500 带状地形图结合现场实际踏勘进行点位选取,由于受到地形图图宽限制,多数点位选取要靠外业来完成,外业工作量大,对于点位分布、网形强度等都有较大的影响。本文以 Google Earth 软件为基础,介绍其主要功能以及在城市轨道交通工程控制网布设中的应用。

二、城市轨道交通控制网的特点

城市轨道交通工程各条线路为带状结构,对控制网整体精度要求较高,必须建立专用平面和高程控制网,且与城市原有坐标系保持一致,其基本特点如下:

1) 线路穿越城市繁华地段,控制网布设时网形、通视、点位分布等受现场条件影响较大。

2) 为满足施工需要,平面控制网通常分两级布设,即一等卫星定位控制网和二等精密导线网。卫星定位控制网点数较少,起到的是整体骨架的作用,也是后续测量的基础。精密导线网边长较短,依附于一级卫星定位控制网下,可直接为地面施工

测量、联系测量、竣工测量等服务。

3) 控制网相邻点相对精度要求高。例如《城市轨道交通工程测量规范》(GB 50308—2008) 要求卫星控制网相邻点的相对点位中误差在 ± 10 mm 以内,精密导线相邻点的相对点位中误差在 ± 8 mm 以内。

4) 控制网于工程开始前布设完成,贯穿工程建设始终,是隧道贯通的基础,还是安装测量控制网、变形监测网的基础。可为工程设计提供大比例尺地形图测绘、施工放样、轨道铺设、断面测量、建设期间变形监测以及运营后的结构变形监测服务。

三、Google Earth 软件简介

Google Earth 软件是美国 Google 公司收购 Keyhole 公司后,于 2005 年 6 月推出的全球地理信息系统搜索软件。它是一款虚拟地球仪软件,把卫星影像、航空像片和 GIS 布置在一个地球的三维模型上。用户可以通过客户端软件,免费浏览全球各地的高清晰度卫星图片。

Google Earth 不仅仅是卫星影像浏览软件,更是一个卫星影像和地图相关资讯沟通、交流的互动平台。该平台的互动性表现在图层功能和地标功能两个方面。图层功能与 AutoCAD 软件中的图层管理功能相似,可以把相关信息分类按图层管理,根据需要进行显示和关闭,以保持界面的清晰整洁。地标可以简单地理解为影像地址的标签,它可以在

收稿日期: 2010-09-01

作者简介: 耿长良(1979—),男,北京人,工程师,主要从事地铁工程测量、大型精密工程测量方法的研究及应用。

浏览的时候随时随地地插入标签记录,以便对该处进行注解、提醒,更可以将地标保存、输出为单独的文件,供所有使用者交流。

Google 公司推出 Google Earth 的同时,开放了 Google Earth 的 API 支持(第三方网站通过 API 编程的方式调用 Google 地图数据库中的信息,使得地图数据可以在不同类型的应用中使用),这使得所有的人都能够通过 API 进行二次开发,从而在 Google Earth 上实现更多精彩的创意。其主要应用有地理教学、交通管理、水利工程管理、林火管理、电力通信管理、房地产、建筑工程设计、GIS 建设、GPS 导航以及工程测绘。

四、Google Earth 在城市轨道交通控制网布设中的应用

1. 查看线路沿线基本概况

为解决出行问题,城市轨道交通工程多穿越居住区及主要商业区,沿城市主要道路布设,沿线交通繁忙,高楼林立。而这些因素恰好对控制网布设起制约作用,如何将点位选得既不在施工影响范围内又能保证施工需要,同时还要与其他点位保持通视,而单靠现场作业,不仅浪费时间,而且效果也不明显。利用 Google Earth 提供清晰的卫星影像图及爱好者上传的实地像片,可以对沿线道路、桥梁、建筑、河流、交通等情况进行查看,特别是车站附近的情况进行详细了解。

2. 绘制线路走向及车站位置

根据踏勘结果及设计提供的线路资料,结合 Google Earth 的添加地标和添加路径功能,将线路走向及各车站位置对应标注在 Google Earth 影像图上,亦可将线路沿线及车位附近的典型地貌和建筑标注在图上。车站、线路、地形地貌分层管理,既方便查看线路走向和沿线情况,同时在进行控制网布点时,可以关闭相应图层,提高图面的可视性。在 Google Earth 上绘制的线路及车站示意图如图 1 所示。

3. 布设轨道交通控制网

城市轨道交通控制网测量包括地面平面控制网测量和地面高程控制网测量两部分,主要包括首级 GPS 控制网、精密导线网和城市轨道交通工程二等水准网 3 部分。在 Google Earth 上布网时,分别建立不同的图层,避免单个图层信息过多,否则图面会比较零乱。

(1) GPS 控制网布设

《城市轨道交通工程测量规范》(GB 50308—

2008) 要求 GPS 控制点平均边长不大于 2 km,而城市高楼林立、道路拥堵,为保证通视情况良好,一般 GPS 控制点都选在线路两侧较高的建筑物上。Google Earth 的卫星影像图可以大致判定楼层高度,结合车站站位,在车站附近的高层建筑上初步选取点位。利用 Google Earth 进行 GPS 控制点的布设,可以保证各点间距适当,同时避开点间高楼对视线的遮挡,同时更能较容易地避开大面积水域、高压线塔等。结合现场实地踏勘,做到网形强度高、经济合理、安全适用,便于测量和复测(如图 2 所示)。

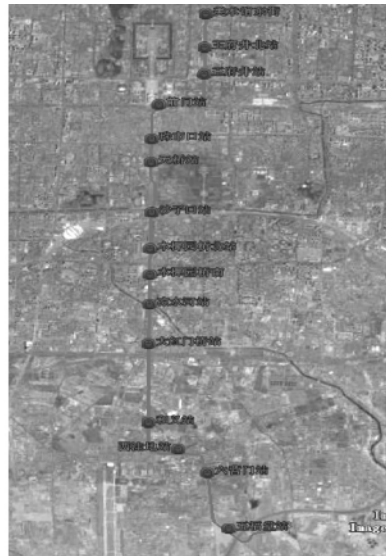


图 1 北京地铁 8 号线三期线路及车位示意图



图 2 利用 Google Earth 布设的北京地铁 14 号线 GPS 控制网

(2) 精密导线控制网布设

精密导线一般沿城市轨道交通线路方向主要道路布设,根据导线点与 GPS 点的空间分布,通常布设成多条附合导线、闭合导线或多个结点的导线网。精密导线点是城市轨道交通工程测量使用频率最高的控制点,其点位选取一定要保证易于观测,便于施工使用,易于保存。

利用 Google Earth 清晰的影像图,可以沿线路走向,选择利于导线布设的道路。特别是在遇到河流、桥梁、铁路、道路中断或者 T 字型路口时,可以结合现场情况,从空中视角选择最佳导线布设方式(如图 3 所示)。Google Earth 提供的标尺显示功能,可以丈量各点之间的距离,避免相邻点之间边长比过大。同时结合布设的 GPS 点,可以选择导线与 GPS 控制点的联接形式,保证附合导线边数少于 12 条,导线点与 GPS 点的连接角小于 30° 。

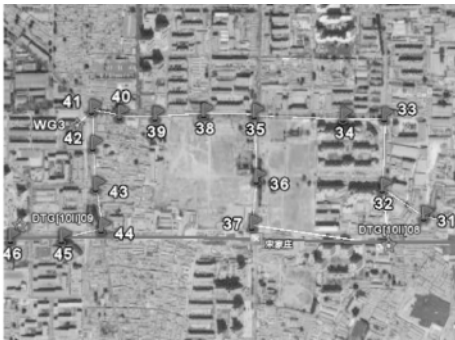


图 3 北京地铁 10 号线二期宋家庄站导线布设图

(3) 轨道交通二等水准网布设

城市轨道交通工程二等水准网主要为施工服务,一般按照工程线路布设成附合、闭合路线。其网形主要取决于工程线路的形状,一般在车站、竖井及车辆段附近布设水准点,点数不少于 2 个。利用 Google Earth 进行水准网布设时可以参照绘制的线路走向及车站位置,在施工影响的变形区域以外的地面或者比较稳固建构物上设立水准点。将沿线拟作为起算依据的国家等级水准点的位置标示在 Google Earth 上,结合所选的水准点位,从空中视角,选择易于观测且路线最短的水准控制网观测线路(见图 4)。

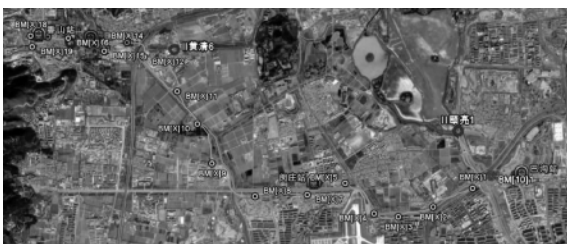


图 4 利用 Google Earth 布设的北京西郊线水准网

4. 制作汇报资料

城市轨道交通工程控制网是整个轨道交通施工测量的基础,在布网时要考虑众多因素,往往要经过多轮内部方案论证,同时还要进行外部方案及

报告评审。在 Google Earth 上布设控制网,既可以从空间角度俯视全网,以全局的视角去评判网形的合理性,同时也可以降低视点高度,从细节上分析具体点位的布设,将点位细化到某一建筑的某一角。Google Earth 具有图片输出和视频录制等功能,可以将布设的网图输出,插入到 Word、PowerPoint 等汇报文件中,做到图文并茂,增强观看者对内容的理解。用户可以根据需要对 Google Earth 中设计线路进行漫游浏览并录制视频文件,这样汇报时,观察窗会自动“飞”到每一个地标位置,停留一段时间,再“飞”向下一个地点,就像驾驶直升机逐个浏览这些地点一样。

五、结束语

Google Earth 应用在城市轨道交通工程控制网布设中,较传统的带状地形图和电子地图有较明显的优势。Google Earth 具有一个感性而直观的参照系,可以浏览三维地形地物,查看历史影像,查询点位坐标(经纬度及海拔)、点间距离,这些均在控制网布设中应用广泛。

出于安全、政治等因素考虑,Google Earth 的卫星图像一般会有 3 个月以上的延迟期,这样在选点时可能会出现图上地貌与现场不符,影响点位的布设。但随着 Google Earth 功能的不断完善,其在工程测量方面的应用会越来越宽广。

参考文献:

- [1] 刘瑞敏,李华,王思措,等.基于 Google Earth 的地铁亦庄线 GPS 控制网布设[J].测绘通报,2008(11):47-49.
- [2] 唐东跃,熊助国,王金丽. Google Earth 及其应用展望[J].地理空间信息,2008,6(4):110-113.
- [3] 李黎,胡晓波,李剑. Google Earth 给城市测绘的启示[C]//张必贵.测绘荆楚:湖北省测绘学会 2005 年“索佳杯”学术论文集.武汉:湖北省测绘学会,2005:254-258.
- [4] 秦长利.城市轨道交通工程测量[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:24-74.
- [5] 北京市规划委员会. GB 50308—2008 城市轨道交通工程测量规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [6] 王东,赵忠贤. Google Earth 使用详解[J].工程地质计算机应用,2006,41(1):23-31.
- [7] 水木秋寒.谷歌地球[EB/OL].2007-4-14 [2010-7-2]. <http://baike.baidu.com/view/18437.htm>.
- [8] 赵宇. Google Earth 使用技巧[EB/OL].2006-11-14 [2010-6-25]. <http://net.chinabyte.com/214/2667214.shtml>.