

GPS RTK 在水工环地质调查中的应用

温俊涛 (新乡市永通管道工程有限公司)

摘要:结合水工环地质研究的发展情况,简要论述了 GPS RTK 技术在水工环地质中的应用情况,通过实际测量数据对 RTK 技术测量精度进行了浅析,并得出了一些有益的结论。

关键词:GPS RTK 水工环地质 调查

1 基本工作原理

GPS RTK (Real Time Kinematic)-t 量技术是以载波相位观测量为根据的实时差分 GPS 实时动态测量定位系统。RTK 系统采用差分法降低了载波相位测量改正后的残余误差及接收机钟差和卫星改正后的残余误差等因素的影响,测量精度达到厘米级。

实时动态测量的基本工作方法是,在基准站上安置 1 台 GPS 接收机,对所有可见 GPS 卫星进行连续的观测,并将其观测数据通过无线电传输设备实时地发送给用户观测站(流动站)。在流动站上, GPS 接收机在接收 GPS 卫星信号的同时,通过无线电接收设备,接收基准站传输的观测数据和转换参数,然后根据 GPS 相对定位的原理,即时解算出相对基准站的基线向量,解算出基准站的 WGS-84 坐标;再通过预设的 WGS-84 坐标系与地方坐标系的转换参数,实时地计算并显示出用户需要的三维坐标及精度。

2 仪器设备的发展

2.1 国外的主要进展 90 年代后, GPS 仪器又有了一些新发展。相继推出了多态雷达系统、层析雷达系统。三维雷达技术具有明显提高解决浅层地质问题的能力,但却因耗时费力得不到普遍的应用。为此, Frank Lehman 等研制出空自动的组合地质雷达激光经纬仪系统。利用该系统,一人可在 2h 内完成 25m×25m 范围的三维数据采集。三个方向上的定位精度为±2.5cm。数据处理、成图可在 1h 内完成,比传统方法的效率提高 5~10 倍。

2.2 国内的进展 90 年代我国引进了一批地质雷达仪器并将它用于工程和灾害地质调查。近年来,国内地质雷达仪器的研制也取得了较大的进展。煤炭科学院西安分院物探所研制成功了适用于矿山防爆要求的 DVL 防爆型矿井雷达系列。原电子工业部第二十二研究所相继研究成功了 LT-1、2、3 型 GPS。航天工业总公司爱迪尔国际探测技术有限公司推出了商品化的摆地雷达系列产品。国内外生产的多种类型的 GPS 仪器,一般都具有较好的性能,可供不同探测目标选用。

3 数据采集与处理

3.1 90 年代初, GPS 资料由单点采集过渡到连续采集。使 GPS 技术的应用向前迈进了一大步。

3.2 地震资料处理的方式基本适用于 GPS 资料的处理。为了更好地将石油地震的先连技术,进到 GPS 领域,一些公司之间开展了合作。比如, 1990 年后 SSI 公司与地震图像软件公司(SISL)达成协议, SSI 公司按地震资料输出格式设计 Pulse EKKO GPS 系统,将 SISL 公司开发的地震资料处理软件用于 GPS 资料的处理。这些软件包括各类滤波、反褶积及资料显示等。

3.3 据 SSI 公司 1998 年底披露,该公司即将发行改进软件—EKKO 三维 2 型软件。采用 2 型三维软件,用户可以在方便的条件试验下述不同软件的组台处理,以便提高数据的立体特征。该三维软件包括去频率颤动、噪声滤波、背景清除、包络线和偏移。

3.4 透射法取得的资料必须经过处理才能显示成解释所需的资料。SSI 公司于 1997 年开发出可用于将 GPS 透射资料变换成可用于解释图像的软件。实施步骤包括:原始资料编辑和归类、采集波至、利用美国矿业局的地震层析软件对资料进行层析成像处理、绘制速度、衰减及波做图件以及图像处理等。

3.5 针对当前 GPS 技术的应用研究中,只侧重探测能力试验

和数字模拟研究而对 GPS 资料解释研究不够的现状,雷林源提出了与 GPS 资料解释工作有关的基本理论和方法以及一些基本问题的求解。提出的基本问题包括电磁波在地层中传播的波阻抗、地层分界面上电磁波场强的反射与透射系数、地层中电磁波速度和反射波的相位以及 GPS 探测深度等。

4 应用实例

GPS 技术经过多年的发展,证明具有多方面的用途。国内刊物对一些普通的应用已给予了较多的介绍。这些应用包括:在水文地质方面可以用于浅部地下环境调查;在工程地质勘察方面可用于调查地下埋藏物、隧道、岩溶等。

4.1 调查地质环境污染

4.1.1 一座建立在石灰岩地区的硝化纤维厂,由于污水的泄漏导致硝化纤维对地质环境的污染,为了探测地表至潜水面(约 6m)岩溶结构可能捕获的硝化纤维,在 18 个 30 米深和 7 个 50m 深的钻孔中作了井中雷达探测。对收集到的资料作常规处理后,采用惠更斯—基尔霍夫(HK)叠加法绘制出三维雷达图。从深度为 10m 的重建图像上可以看出几个受硝化纤维污染的位置在后来的开挖中,证实了 GPS 的探测成果。

4.1.2 探测碳氢污染物试验 多年来的野外试验已证明 GPS 具有调查地质环境污染的能力。国外专家在 1m×0.4m×0.5m 箱体中作了精心的试验,试图再一次验证 GPS 探测污染的能力,并用相关拟合说明雷达响应与一些水文参数间的关系。通过试验和 GPS 数据的处理和解释得出结论:在污染物达到饱和时,利用 GPS 探不到潜水面;在相邻未受污染区可探到潜水面, GPS 可用于监测潜水面上的污染物;小型实验有助于探测或验证砂质土壤的水文地质参数,如毛细作用水头、污染物羽状流的传播速度, GPS 能成功探测石油污染。

4.2 南极永冻场地安全检查 在一个南极考查计划利用的场地内,发现地下 0.3~0.5m 位置的冰内有一些融水坑(据 2000 年初中央电视台报道,我国南极科考队也发现了与此相似的冰水湖)。它们将给场地的利用带来负面的影响。为此,利用 GPS 对场地进行了调查。通过对记录的绕射波结构及其他信息的分析,在 3.5m 左右深度发现一些有 40m 长、含分散水的冰层带,但含水量较少。

4.3 区域水文地质调查 雷达相图被定义为某一特定地层产生的雷达反射图像特征均总和,指的是雷达剖面资料上肉眼可见的反射波的不同组合形式。雷达资料观测中,地质体的构造和结构特征会影响雷达响应并产生特征效应。这些特征效应被称为雷达相图元素。自 1990 年以来,荷兰 TNO 应用地学研究所荷兰 30 多个适合于 GPS 调查试验的点上作了测量,用于评价 GPS 对不同水文地质目标成像和描述目标特征的可能性。探查成果揭示出荷兰不同沉积环境下雷达相图元素的特征,该相图集对确定地下水文地质层序的位置有益。

5 建议与总结

采用 GPS RTK 技术可以使外业测量一步到位,省掉许多不必要的中间环节,最大限度地减少外业工作量,从而使整个测量工期达到最短。同时,外业工序的简化和迅速完成也可以使所有的后续专业工序。整体总结如下:①GPS RTK 应用于水下地形测量是一种理想的作业方式,在工程测量中应大力推行。②在通视条件较差的地区,应用 RTK 测量,可以减少测站转点数量,加快测量速度。③GPS RTK 的无线电数据链在树木较多地区或高坎下,工作链接质量较差,求得固定解的时间较长,操作人员需要耐心,不能以浮点解替代固定解。